



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

**JOSÉ LEÃO E SILVA FILHO**

**MODELO DE DECISÃO EM GRUPO E NEGOCIAÇÃO BASEADO EM  
OPERADORES DE AGREGAÇÃO ORDENADOS**

Recife  
2018

**JOSÉ LEÃO E SILVA FILHO**

**MODELO DE DECISÃO EM GRUPO E NEGOCIAÇÃO BASEADO EM  
OPERADORES DE AGREGAÇÃO ORDENADOS**

Tese de Doutorado apresentada à UFPE  
para a obtenção de grau de Doutor como  
parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Produção.

**Área de Concentração:** Gerência da Produção.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Doutora Danielle Costa Morais.

Recife  
2018

S586m Silva Filho, José Leão e.

Modelo de decisão em grupo e negociação baseado em operadores de agregação ordenados / José Leão e Silva Filho. – Recife, 2018.

109 folhas., il., figs., quads., gráfs. e tabs.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Danielle Costa Moraes.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2018.

Inclui Referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Decisão em grupo, 3. Agregador ordenado ponderado. 4. Distância ordenada ponderada. 5. Negociação. I. Moraes, Danielle Costa (Orientadora). II. Título.

JOSÉ LEÃO E SILVA FILHO

**MODELO DE DECISÃO EM GRUPO E NEGOCIAÇÃO BASEADO EM  
OPERADORES DE AGREGAÇÃO ORDENADOS**

Tese de Doutorado apresentada à UFPE  
para a obtenção de grau de Doutor como  
parte das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 20 / 12 / 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. Danielle Costa Moraes (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>a</sup>. Dr. Ana Paula Cabral Seixas Costa (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Cristiano Alexandre Virgílio Cavalcante (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Javier Leonardo Pereira Retamales (Examinador Externo)  
Universidad Tecnologica de Chile

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Pavel Anselmo Alvarez Carrillo (Examinador Externo)  
Universidad Autónoma de Occidente

Dedico a minha mãe, meu tio e os demais queridos  
que gostariam de estar aqui para me dar um abraço.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer inicialmente à minha irmã e à leoa, pelo apoio de perto e a ajuda para manter a cabeça em cima dos ombros.

Agradeço aos meus amigos que estão comigo desde onde a memória alcança e que participaram de alguma maneira na minha formação. Todos são especiais, mas gostaria de destacar dona Poroca, o par de valetes, os amigos do Eh limpeza (Menina do fogo, Rockeiro, Padjilha e JJ) e os amigos da Zica: Cabeça, Franja, Fenômeno, Pantera, Polinha, Pereira e Papai Noel.

A academia me trouxe muita gente que me acompanhou de perto. Pessoas que vieram dos lugares mais distintos e comungaram comigo parte da vida acadêmica e pessoal. O DNW trouxe pessoas de Campina Grande, Juazeiro, La Paz, Olinda, João Pessoa, Barranquilla, Sorriso, Bola na Rede e tantos outros. Vocês são incríveis! O companheirismo que transbordou nestes últimos anos me ajudou a ser mais forte e resiliente e o carregarei comigo pelo resto da vida.

Meus colegas de profissão também vieram dos lugares mais distintos e também ocuparam seu espaço no meu coração. Aracaju, Garanhuns, Bultrins, Caruaru, Minas e os demais queridos conterrâneos. Dá um orgulho danado ter exemplos pessoais olhando para lado.

Agradeço também aos meus professores e orientadores, em especial Prof. Danielle. Vocês contribuíram para o meu desenvolvimento e me deram um modelo do professor que eu quero e do que eu não quero ser. Vocês são minha referência e esta tese tem um pouco de cada um de vocês.

A CAPES, CNPq, UFPE, DEP, CAA, INFORMS, SMC, GDN e todos os órgãos que contribuíram de alguma maneira com a minha formação.

Por último, gostaria de agradecer aos meus alunos. Vocês fazem parte de um sonho de infância e o exercício de ser um professor melhor para vocês acaba sendo também um exercício de ser uma pessoa melhor para o mundo. Muito obrigado

## **RESUMO**

Os modelos tradicionais de decisão em grupo e negociação costumam usar avaliação direta de preferências em abordagens compensatórias ou não compensatórias. No entanto, em algumas situações se faz necessário um processo de modelagem capaz de lidar com o nível de compensação de forma flexível e conectada com o problema. Nesse sentido, esta tese propõe um modelo de decisão em grupo e negociação baseado nos agregadores ordenados: Ordered Weighted Averaging (OWA) e Ordered Weighted Distance (OWD) a fim de recomendar resultados que representem a opinião do grupo ou que auxilie em acordos satisfatórios para as partes em uma negociação, dentro de um nível de compensação coerente com o problema proposto. São apresentadas duas vertentes do framework, uma para decisão em grupo e outra para negociação, cada uma delas ilustrada com simulações numéricas baseadas em dados reais de uma indústria de algodão. Além disso, são apresentadas outras aplicações correlatas. Estas aplicações correlatas são artigos de congressos e periódicos propostos como resultado deste estudo. Por último, é apresentada uma conclusão e sugestão de trabalhos futuros.

**Palavras-chave:** Decisão em grupo. Agregador ordenado ponderado. Distância ordenada ponderada. Negociação.

## **ABSTRACT**

The traditional models of group decision and negotiation often use direct evaluation in compensatory and non-compensatory approaches. However, in some situations it is important to use a model that can handle with a degree of compensation in a decision, in a flexible way and connected with the problem. In this sense, this thesis proposes a group decision and negotiation model based on ordered weighted: Ordered Weighted Averaging (OWA) and Ordered Weighted Distance (OWD), in order to recommend results that represent the groups' opinion or that help negotiations to set a satisfactory agreement. Two perspectives of the *framework* are presented: group decision and negotiation perspective, each one illustrated with simulations based in real data from a cotton industry. Furthermore, other related applications are presented in this thesis. These correlated applications are partial results articles of this study submitted and presented in congresses and journals. Finally, it is present a conclusion and suggestion of future works.

**Keywords:** Group decision. Ordered weighted a agreement. Ordered weighted distance. Negotiation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	– Etapas da construção de um modelo de decisão .....	21
Quadro 1	– Vetores tradicionais e características .....	28
Figura 2	– Exemplo do uso do lâmbda .....	28
Figura 3	– Escala Orness .....	30
Gráfico 1	– Desempenho da função exponencial com variação do $\gamma$ .....	34
Gráfico 2	– Desempenho da função polinomial com a variação do valor de $\gamma$ .....	34
Quadro 2	– Influência do Orness e dispersão na contraoferta .....	36
Quadro 3	– Características dos agregadores no cenário de decisão .....	40
Quadro 4	– Comparação da abordagem estrita e ampla .....	53
Figura 4	– Exemplo de troca de ofertas .....	54
Quadro 5	– Constructos de decisão em grupo e negociação .....	63
Figura 5	– Framework básico de decisão em grupo e negociação .....	64
Figura 6	– Framework geral da decisão em grupo .....	64
Figura 7	– Framework para decisão em grupo .....	65
Figura 8	– Modelo de negociação com agregadores ordenados .....	75
Quadro 6	– Trabalhos publicados com os conceitos da tese .....	84
Figura 9	– Calibragem do modelo .....	86
Figura 10	– Fluxograma da negociação multilateral .....	87
Quadro 7	– Comparação de características do modelo e o modelo da tese .....	87
Figura 11	– Cenário varejista local .....	88
Gráfico 3	– Desempenho da função valor em função do número de rodadas .....	89
Quadro 8	– Similaridades entre os modelos .....	91
Quadro 9	– Características das escolhas na decisão estratégica .....	92
Figura 12	– Fluxograma de decisão .....	99
Quadro 10	– Artigo pela perspectiva do modelo .....	100

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tipo de distância e significado no gráfico .....	28
Tabela 2 – Combinações entre $\lambda$ e $w$ e suas definições na literatura.....	29
Tabela 3 – Vetores e seus respectivos valores do Orness <sub>D</sub> para vetores OWD.....	41
Tabela 4 – Exemplo de ofertas e contraofertas.....	57
Tabela 5 – Combinações dos resultados de $g$ e consequências .....	58
Tabela 6 – Função máximo e mínimo .....	59
Tabela 7 – Função máximo e mínimo .....	71
Tabela 8 – Avaliação dos decisores .....	72
Tabela 9 – Agregação dos vetores par-a-par .....	72
Tabela 10 – Ponto crucial .....	73
Tabela 11 – Preferência do negociador por tipo de avaliação .....	82
Tabela 12 – Escopo dos resultados numéricos .....	83
Tabela 13 – Valores das ordenações dada pelos decisores .....	95
Tabela 14 – Resultados obtidos com o vetor $(0,0,0,0,1)$ .....	96
Tabela 15 – Resultados obtidos com vetor minimax .....	97
Tabela 16 – Resultado Condorcet e Borda .....	97

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1	OBJETIVO GERAL .....	15
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>25</b>
1.2	JUSTIFICATIVA .....	15
1.3	METODOLOGIA DE PESQUISA .....	20
1.4	ESTRUTURA DA TESE.....	21
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>23</b>
2.1	ORDERED WEIGHTED AVERAGING (OWA) .....	23
2.2	ORDERED WEIGHTED DISTANCE (OWD) .....	24
2.3	PARÂMETROS DOS AGREGADORES .....	25
<b>2.3.1</b>	<b>Pesos.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Parâmetro lâmbda (<math>\lambda</math>) .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Combinação de vetores no OWD .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Algumas ferramentas de análise dos agregadores.....</b>	<b>30</b>
2.3.4.1	Orness.....	30
2.3.4.2	Entropia .....	31
2.4	FUNÇÕES DE APOIO À NEGOCIAÇÃO .....	31
<b>2.4.1</b>	<b>Função interpretação .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.2</b>	<b>Função contraoferta .....</b>	<b>32</b>
2.5	ESTADO DA ARTE .....	36
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	39
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO DE PROCESSO PARA APOIO À UTILIZAÇÃO DO OWA E OWD EM DGN .....</b>	<b>40</b>
3.1	CARACTERÍSTICA DOS AGREGADORES ORDENADOS .....	40
3.2	OWD NA ABORDAGEM DE DECISÃO EM GRUPO .....	41
<b>3.2.1</b>	<b>Ferramentas propostas.....</b>	<b>41</b>
3.2.1.1	Orness <sub>D</sub> .....	41
3.2.1.2	Ponto Crucial .....	42
3.2.1.3	OWDC .....	47
<b>3.2.2</b>	<b>Proposição de processo a partir da definição.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Abordagem da perspectiva estrita .....</b>	<b>50</b>
3.2.3.1	Exemplos de parametrizações para OWD .....	53

3.3	OWA NA ABORDAGEM DE NEGOCIAÇÃO.....	54
3.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	60
<b>4</b>	<b>FRAMEWORK PARA USO DE AGREGADORES ORDENADOS EM DGN.....</b>	<b>61</b>
4.1	CONSTRUCTOS DA DECISÃO EM GRUPO E NEGOCIAÇÃO .....	62
4.2	FRAMEWORK COMUM PARA UTILIZAÇÃO DO OWA E OWD PARA GRUPOS .....	63
4.3	FRAMEWORK PARA A DECISÃO EM GRUPO .....	65
<b>4.3.1</b>	<b>Etapa 1: Pré-decisão.....</b>	<b>66</b>
4.3.1.1	Parâmetros .....	66
4.3.1.2	Base de dados .....	67
<b>4.3.2</b>	<b>Etapa 2 - Decisão .....</b>	<b>67</b>
4.3.2.1	Reunião do grupo .....	67
4.3.2.2	Avaliação pelos participantes: .....	67
4.3.2.3	Agregação /decisão.....	68
4.3.2.4	Reavaliação e ferramentas de apoio .....	68
<b>4.3.3</b>	<b>Etapa 3 – Pós-decisão .....</b>	<b>69</b>
4.4	APLICAÇÃO DO FRAMEWORK PARA DECISÃO EM GRUPO .....	69
<b>4.4.1</b>	<b>Modelo de decisão em grupo baseado no OWD para apoio à decisões em logística .....</b>	<b>70</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Etapa 1.....</b>	<b>70</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Etapa 2.....</b>	<b>72</b>
<b>4.4.4</b>	<b>Etapa 3.....</b>	<b>74</b>
4.5	FRAMEWORK PARA NEGOCIAÇÃO .....	74
<b>4.5.1</b>	<b>Etapa 1.....</b>	<b>75</b>
4.5.1.1	Definição da abordagem.....	75
4.5.1.2	Parâmetros e base de dados .....	76
<b>4.5.2</b>	<b>Etapa 2.....</b>	<b>77</b>
4.5.2.1	Negociador .....	77
<b>4.5.3</b>	<b>Etapa 3.....</b>	<b>78</b>
4.6	APLICAÇÃO DO FRAMEWORK PARA NEGOCIAÇÃO.....	79
<b>4.6.1</b>	<b>Etapa 1.....</b>	<b>81</b>
4.6.1.1	Abordagem .....	81
4.6.1.2	Parâmetros .....	81

<b>4.6.2</b>	<b>Etapa 2 .....</b>	<b>81</b>
<b>4.6.3</b>	<b>Etapa 3.....</b>	<b>82</b>
4.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO .....	83
<b>5</b>	<b>OUTRAS APLICAÇÕES DOS AGREGADORES ORDENADOS EM DECISÃO EM GRUPO E NEGOCIAÇÃO .....</b>	<b>84</b>
5.1	SÍNTESE DAS APLICAÇÕES .....	84
5.2	MODELO DE NEGOCIAÇÃO PARA APOIO EM UMA EMPRESA VAREJISTA BRASILEIRA EM PROBLEMAS LOGÍSTICOS .....	85
5.2.1.1	Etapa 1 .....	87
5.2.1.2	Etapa 2 .....	89
5.2.1.3	Etapa 3 .....	90
5.3	O USO DO MODELO DE FARATIN PARA APOIAR DECISÕES EM UMA DECISÃO NÃO-ELETRÔNICA .....	90
5.4	USO DO AGREGADOR OWDG NO APOIO À DECISÃO ESTRATÉGICA NA INDÚSTRIA DE ALGODÃO. ....	91
<b>5.4.1</b>	<b>Etapa 1.....</b>	<b>92</b>
<b>5.4.2</b>	<b>Etapa 2.....</b>	<b>95</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Etapa 3.....</b>	<b>97</b>
5.5	USO DO OWD <sub>G</sub> PARA APOIO A DECISÃO MULTICRITÉRIO EM GRUPO EM UM PROBLEMA DE LOGÍSTICA .....	98
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>102</b>
6.1	LIMITAÇÕES .....	103
6.2	TRABALHOS FUTUROS .....	103
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de tomada de decisão gerencial, cada vez mais, vem englobando a dimensão estratégica. As empresas devem tomar decisões eficientes e eficazes a fim de manter a competitividade e melhorar os seus resultados. Nesse cenário de aprimoramento, alguns métodos de apoio à decisão emergiram, tendo destaque métodos multicritério como PROMETHEE [1], ELECTREE [2] e MAUT [3].

Nessa perspectiva, uma variedade de métodos que foram projetados para um único decisor foram adaptados para o contexto expandido de decisão em grupo. Assim, áreas como Decisão em Grupo e Negociação (DGN), do inglês *Group Decision and Negotiation* (GDN), apresentaram uma crescente notoriedade. Alguns desses métodos bases são fundamentados em modelos aditivos, outros em relações de sobreclassificação, conforme discutido em [3] e [2].

As áreas de decisão em grupo e negociação possuem uma correlação forte e a fluidez de conceitos existente entre elas faz com que o tratamento dado a estas duas visões seja conectado. Segundo o escopo do periódico *Group Decision and Negotiation* (GDN), o termo “grupo” é interpretado de modo amplo e inclui contextos multiparticipantes. A decisão em grupo e negociação refere-se a todo o processo ou fluxo de atividades relevantes para o processo e não apenas para a escolha final em si [4]. Desta forma, a área de DGN atua em diversas áreas, tais como: coordenação intraorganizacional (gestão de operações e projeto integrado, produção, finanças, marketing e distribuição), negociações de gestão de mão-de-obra, negociações interorganizacionais, negociações internacionais (interculturais), negociações ambientais, entre outras [5].

Problemas na área de DGN envolvem diferentes perfis em torno de uma decisão comum. Os participantes da decisão podem diferir em sua percepção do problema e enxergá-los a partir de seus próprios interesses e pontos de vista. Eles são responsáveis pelo bem-estar da parte que representam e compartilham responsabilidades por decisões implementadas [1]. Alguns exemplos de decisão desta natureza são apresentados a seguir: departamentos de uma empresa, países em uma decisão internacional, parceiros envolvidos em um projeto, entre outros.

Ao mesmo tempo em que os problemas de decisões em grupo devem ser analisados por uma ampla gama de perspectivas a fim de obterem melhores resultados [6], a tomada de decisões em grupo também aumenta a complexidade na agregação

de diferentes preferências pessoais. Esta complexidade consiste em lidar com a melhor forma de cumprir as restrições e atingir bons resultados, ainda que o cenário contenha objetivos e critérios conflitantes.

Os métodos da área de DGN possuem objetivos e formas diferentes de abordagem do problema. Estruturar o problema [1], encontrar uma decisão de menor desacordo [7], encontrar uma alternativa mais bem avaliada pelo grupo [8] e uso de função valor para avaliação de ofertas [9] compõem a ampla gama de perspectivas plausíveis.

Dentre as formas de julgamento das alternativas na área de DGN, a perspectiva da avaliação ordenada das alternativas possui um destaque no espaço de pesquisa. Tendo em vista exemplificar essa perspectiva, considera-se uma decisão em grupo que avalia um conjunto de dez alternativas. É possível gerar um gasto demasiado alto de tempo e esforços para se obter uma avaliação coletiva de todas as alternativas. Esse esforço pode ser necessário quando o problema exige. No entanto, em alguns casos o problema pode necessitar de um pouco menos da reposta e consequentemente método pode conduzir a uma solução menos trabalhosa, porém mais focada e suficiente para a tomada de decisão. Assim, tem-se uma ordenação da maior para a menor diferença de opinião entre cada par de decisores.

Por sua vez, em um cenário de negociação, seria possível também considerar que o esforço necessário para que dois negociadores cheguem a um acordo sobre cinco pontos em uma negociação seja exagerado quando, por exemplo, dois pontos sejam suficientes. Esta perspectiva foi apresentada por [10] através de uma definição de decisão não-linear.

Os agregadores ordenados possuem um claro desenvolvimento na literatura. Desde o trabalho pioneiro de [11], vários tipos de agregadores ordenados foram propostos e desenvolvidos em função de diferentes problemáticas. Contudo, o uso desses agregadores tem sido majoritariamente com uma perspectiva dominante algébrica e não-linear, ou seja, não pode ser representado por uma agregação tradicional de coeficientes fixos. Por outro lado, o uso prático desses agregadores em modelos estruturados para resolver problemas de decisão em grupo e negociação tem tido um espectro limitado.

A utilização destes agregadores em um cenário de decisão em grupo e negociação já apresentam alguns resultados. Autores com [12] apresentam um modelo de decisão em grupo, mas nesse estudo é realizada apenas uma discussão entre os

parâmetros, limitando-se em utilizar a figura do supradecisor para tomar a escolha. Por sua vez, [13] utiliza uma aplicação de modelo um pouco mais desenvolvido, mas que atua de maneira unidimensional. Contudo, a utilização tem sido realizada de maneira pouco estruturada, o que estimula a proposição de modelos para o uso destas ferramentas. Os modelos estruturados são capazes de prover uma ajuda sistêmica ao processo decisório, extraíndo informações importantes para a tomada de decisão.

Por conseguinte, verifica-se que há um interessante espaço para a elaboração de pesquisa envolvendo modelos de decisão em grupo e negociação com agregadores ordenados, tema que fundamenta as proposições desta tese.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é a proposição de modelos baseados em agregadores ordenados voltados para abordagem de decisão em grupo e negociação para utilização em cenários de decisão não-linear.

### 1.1.1 Objetivos específicos

- Desenvolver ferramentas para o tratamento de características específicas de problemas de decisão em grupo e da negociação com suas respectivas demonstrações matemáticas;
- Aplicar o modelo proposto na perspectiva de decisão em grupo;
- Aplicar o modelo proposto na perspectiva de negociação;
- Apresentar aplicações correlatas com a utilização do modelo proposto.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Na área de decisão em grupo, a agregação de opiniões em uma decisão é um ponto crítico no processo. É muito comum que o modelo aditivo tradicional seja usado para representar a importância de cada critério de uma função, como pode ser visto em métodos como ELECTRE e PROMETHEE para grupos [3].

O modelo aditivo tradicional é utilizado nesses métodos e tem uma natureza compensatória. Esta perspectiva é capaz de abranger vários formatos de decisão em grupo, mas deixa em aberto outras opções, principalmente cenários pouco compensatórios ou de compensação relativa.

Os agregadores ordenados são eficazes no apoio à resolução de problemas de preferência *fuzzy*. [14] discorre que é bastante natural que a exigência de satisfazer

todos os objetivos *fuzzy* possa ser vista como muito rígida, restritiva e até contraintuitiva em muitas situações práticas. O OWA surge como uma forma de substituir este "todo" rígido por algum requisito mais leve. Já [15] destaca a eficiência do agregador *fuzzy* para a representação de quantificadores linguísticos das preferências *fuzzy*. [15] ainda destaca o uso destes agregadores para a decisão em grupo e formação de consenso.

No cenário de agregação tradicional, há uma classe de problemas específicos, os quais as características dos agregadores ordenados ajudam a modelagem a se aproximar de maneira efetiva ao problema. Como ilustração, pode-se considerar o cenário de uma escola de inglês que almeja conceder uma bolsa de estudos para um de seus alunos. Esse aluno irá representar a escola em um evento na sede mundial e terá que demonstrar seu conhecimento na língua inglesa. A avaliação dos alunos englobará as quatro competências da língua: falar, ouvir, ler e escrever. Diante deste cenário, surge a indagação: qual é a melhor maneira de se avaliar o aluno?

Uma solução inicial de referência para o cenário seria uma média aritmética das quatro avaliações das competências. É uma solução tradicional e carrega consigo um senso de justiça. Porém, essa avaliação não necessariamente é a melhor forma de avaliar o aluno. Isso fica claro quando se põe em perspectiva o modo como o aluno deve ser testado no evento internacional da escola. Caso o aluno seja avaliado por "uma competência a sua escolha", talvez se torne mais conveniente o aluno agraciado com a bolsa de estudos ser aquele que obtiver o melhor resultado na avaliação, independente de qual seja (já que ele pode escolher a competência a ser testada). Por outro lado, o teste do aluno poderia ser feito por apenas um critério a ser sorteado antes da avaliação. Neste cenário, o decisor pode pensar em um contexto que minimize o risco e obtenha a maior entre as menores notas.

As duas formas citadas as quais o aluno pode ser avaliado no evento internacional fariam com que a agregação tivesse interesses diferentes à média aritmética, já que uma buscaria "a maior nota" a outra "a menor nota". Neste cenário a agregação linear tradicional teria um pouco de dificuldade na modelagem. Outros problemas que poderiam ter dificuldade semelhante seriam casos como, "avaliação por duas competências a serem escolhidas" ou "avaliação de uma competência aleatória com direito a um voto".

Um problema desta natureza é bastante compatível com o cenário de agregação ordenada. Neste tipo de tratamento as avaliações são reordenadas da maior para a

menor e os pesos são vinculados as ordens. Desta forma, é possível descrever de forma vetorial o maior dos valores (1,0,0,0) e o menor dos valores (0,0,0,1). Este cenário na agregação ordenada tradicional foi apresentado por [11] e uma extensa bibliografia na área foi desenvolvida com um direcionamento para apenas um decisor.

Exemplificando a perspectiva de decisão em grupo, considera-se que no cenário descrito anteriormente o caso da nota do aluno seja avaliado por três professores para oferecer uma maior confiança na sua avaliação. Desta forma, a nota final do aluno pode ser considerada uma decisão em grupo entre professores. O agregador OWD pode auxiliar os decisores a medir as distâncias entre as opiniões entre pares de professores e auxiliar na decisão ser considerada pelo grupo. Por exemplo, pode ser proposto um limiar que defina que na decisão do grupo, a maior discrepância na avaliação entre pares de professores não supere determinado patamar. Cabe ressaltar que, pela característica do problema, este critério não iria depender da competência linguística que esteja sendo avaliada. Consequentemente, o resultado desta avaliação pode ser utilizado como entrada no cenário anteriormente proposto.

Em um cenário de negociação é assumindo o apoio a uma das partes, a agregação ordenada pode influenciar tanto a avaliação de uma oferta ou auxiliar na proposição de uma contraoferta. Um exemplo neste cenário é caso a escola resolva contratar um professor, utilizando como critérios salário, experiência e formação. O diretor da escola pode achar que o melhor professor a ser contratado é aquele melhor avaliado em pelo menos um destes critérios, sob a perspectiva de “o professor é o melhor OU mais barato OU mais experiente”. Por outro lado, o negociador pode achar que o mais conveniente para a escola seja o professor que atinja ao menos um nível de satisfação, ou seja, “o professor que melhor satisfaz minimamente os pontos salário E experiência E qualificação”.

Conforme os argumentos apresentados, é possível observar que os agregadores ordenados são úteis para agregações de preferência *fuzzy* e também podem ser úteis para o tratamento de problemas o qual a agregação ordenada é pertinente, conforme os exemplos apresentados.

Para ilustrar o cenário o qual o direcionamento de agregação ordenada é conveniente, dois processos reais de decisão em grupo são apresentados. Adicionalmente, a perspectiva de agregadores ordenados é discutida utilizando o modelo de agregação ponderada como contraponto.

A. Negociação entre China e Estados Unidos: em maio de 2017, a China e os Estados Unidos estavam em um momento de discordância sobre políticas econômicas e de política externa. Então, promoveu-se uma reunião bilateral “diálogos de abrangência econômica” para tentar diminuir o desbalanceamento entre as relações comerciais entre dois países.

Após cem dias de negociação, os grupos alcançaram acordos para 10 dos pontos em áreas específicas da negociação, como comércio na agricultura, serviços financeiros, investimentos e energia. Esses 10 pontos foram julgados suficientes para fortalecer o plano de equilíbrio no comércio bilateral [16]. Porém, segundo os negociadores, alguns pontos não alcançaram o acordo, como a modificação do tratamento dos americanos à Taiwan, Hong Kong e Macau [17]. O total de pontos os quais não se chegou a um acordo não foram revelados.

B. As discussões entre países da bacia do rio Nilo: Egito, Sudão, Etiópia, Sudão do Sul e Quênia que são banhados pelo rio Nilo tem a animosidade entre os países sido intensificadas pela construção da hidrelétrica internacional liderada pela Etiópia na região do Alto Nilo. Os países chegaram a um acordo em uma reunião no início de janeiro de 2018. Nesse encontro, várias alternativas foram postas em discussão e foram acertados preliminarmente alguns pontos que os países julgam ser conveniente, como a montagem de um grupo técnico internacional, enquanto outros pontos não alcançaram um nível mínimo de compatibilidade entre as partes, como a gestão definitiva das águas do rio. [18] [19].

O resultado desse acordo foi enviado para um comitê internacional composto pelos países a fim de viabilizar as premissas obtidas na reunião e encontrar soluções para os pontos discordantes.

Esses dois cenários servem como base uma discussão sobre a insuficiência do modelo aditivo tradicional para a resolução em alguns casos e importância da agregação ordenada. No primeiro exemplo, os dois países negociavam vários pontos em paralelo. Ao alcançar os 10 pontos necessários para o acordo, os países julgaram suficiente e deram por encerrada a questão. Agregações baseadas em modelos aditivos tradicionais poderiam ter dificuldade de avaliar esses resultados: uma proposta não compensatória poderia ser influenciada por maus resultados em alguns pontos de negociação e, consequentemente não obter o acordo. Por outro lado, métodos

compensatórios poderiam fazer com que um conjunto pequeno de alternativas fosse eleito como suficiente e isso não representasse o desejo do negociador de chegar ao acordo em um número mínimo de alternativas.

A questão do Rio Nilo também é delicada. Por se tratar de um bem comum que todos os países, por dever, devem ter o desejo de manter e melhorar, pode ser considerado um procedimento de decisão em grupo. Se o grupo se reunisse para decidir, os países que receberiam benefícios com a construção da represa poderiam formar um cluster e enviesar a decisão.

Quando se pensa num sistema de gestão participativa desta magnitude, deseja-se que as avaliações coletivas entre os países não se distanciem demais de posições individuais, para que um possível comitê gestor da bacia do rio seja capaz de tomar decisões baseado no desejo do grupo. Desta forma, é interessante que as decisões desse grupo tenham uma avaliação única e representativa. Nesse aspecto, o comitê pode utilizar a diferença das avaliações par a par entre os participantes para exibir os pontos de maior e menor discordância. Os modelos aditivos tradicionais possuem alguma dificuldade quando se estipulam condições, como o modelo aceitar que a avaliação do grupo é suficiente quando a divergência máxima atinja determinado patamar, ou, por exemplo, quando o conjunto das três maiores divergências não atinja determinado valor.

Apesar de ser bastante útil e possuir considerável aceitação na academia em diversos cenários, o modelo aditivo associando os pesos aos critérios não é uma solução plena. Isto, pois desconsidera a informação do número de questões de negociação que atingem um resultado satisfatório. Em alguns casos, é mais importante obter pelo menos uma boa avaliação entre todos os resultados. Em outras situações, é importante desejável alcançar pelo menos alguns bons resultados em uma negociação.

O modelo proposto nesta tese busca tratar problemas os quais a agregação ordenada é a forma mais conveniente de se tratar o problema, os casos acima ilustram situações as quais esta situação sugere a utilização desse tipo de agregação.

Agregadores como o *Ordered Weighted Averaging* (OWA) [11] possui uma formulação que pode equilibrar o nível de compensação com seus pesos e é capaz de inserir essas informações no tratamento de um problema. Enquanto, o agregador *Ordered Weighted Distance* (OWD) [12] apresenta algumas características úteis para a resolução de problemas de decisão em grupo e ampliação das possibilidades de análise dos decisores.

Acredita-se que com a utilização sistêmica dos agregadores ordenados, combinados com alguns processos desenvolvidos nesta tese, seja possível desenvolver um resultado consistente com a utilização dos agregadores ordenados. Esta tese traz uma proposta de tratamento de problemas avaliação no cenário da DGN em situações as quais a agregação ordenada seja relevante. Pretende-se com esta tese propor um *framework* e algumas ferramentas a fim de proporcionar a adaptação de cenários os quais o arcabouço tradicional na literatura ainda possui alguns espaços a fim de se obter uma modelagem mais precisa.

### 1.3 METODOLOGIA DE PESQUISA

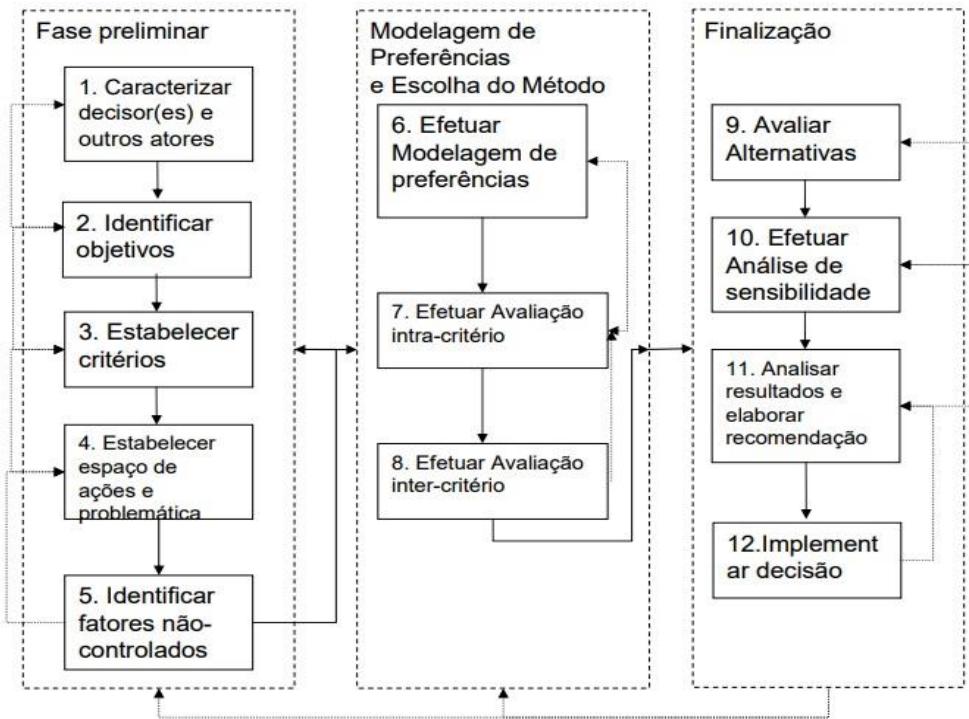
Segundo [20], os problemas tratados nesta pesquisa podem ser considerados na classificação de problemas de engenharia, pois se referem a como fazer algo de maneira eficiente com a limitação das condições propostas. Outras abordagens podem fornecer sugestões e inferência acerca de possíveis respostas, mas não respondem diretamente a esses problemas.

A literatura destaca quatro propósitos básicos para a pesquisa [21]: exploratório, descritivo, explanatório e preditivo. Esta pesquisa possui um caráter essencialmente exploratório e descritivo. A pesquisa exploratória procura conhecer e expor maiores informações sobre determinado assunto. Nesse contexto, esta tese quando investiga o funcionamento e os impactos do uso dos agregadores. Além disso, a abordagem da pesquisa será quantitativa e qualitativa.

Enquanto a pesquisa descritiva busca analisar o fenômeno como ele realmente se apresenta, sem que haja manipulação por parte do pesquisador [22]. Portanto, esta tese detém perspectiva descritiva ao apresentar e desenvolver as abordagens conceituais de agregadores ordenados e da tomada de decisão em grupo e negociação.

Para o desenvolvimento da metodologia de pesquisa, é proposta uma revisão da bibliografia em fontes de reconhecimento científica, a qual conceitos importantes utilizados na tese são apresentados ao leitor de maneira preliminar. A partir desse ponto, são expostos novos conceitos, estruturando os objetivos propostos na tese. Para a construção de modelos, esta tese utiliza como referência a proposta de [23].

*Figura 1 — Etapas da construção de um modelo de decisão*



*Fonte: Adaptado de De Almeida (2013)*

Esta tese utilizou o formato apresentado (

Figura 1) como uma referência geral para a montagem do *framework* de decisão em grupo e negociação. Esse acompanhamento funciona como uma espécie de garantia para que o modelo proposto englobe todas as importantes etapas no processo de decisão.

Por último, a tese utiliza a abordagem de estudo de caso apresentada em [21]. No capítulo de aplicação dos agregadores ordenados, estão descritas relevantes pesquisas, sejam artigos de periódicos e de congressos, que utilizaram os princípios contidos na metodologia desta tese.

#### 1.4 ESTRUTURA DA TESE

Esta tese está dividida em seis capítulos, incluindo a introdução, a qual foram expostos diversos aspectos de relevância, os objetivos e a metodologia empregada na pesquisa.

No capítulo 2 são apresentados conceitos fundamentais para o entendimento, com algumas contribuições. No capítulo 3 são vistas algumas conceituações novas e proposições readaptadas para o cenário proposto, para serem utilizadas e desenvolvidas conceitualmente e com exemplo em modelos apresentados no capítulo 4.

Por sua vez, no capítulo 5 são descritos os resultados de artigos que utilizaram de alguma maneira os conceitos previstos na metodologia da tese. Por fim, o capítulo 6 apresenta as considerações finais da pesquisa, incluindo suas limitações e as perspectivas para trabalhos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A agregação ordenada apresenta um formato diferente da agregação tradicional. Desde a publicação do artigo de [11], tem se obtido um desenvolvimento acelerado nesta área. É possível observar uma clara evolução e um pleno desenvolvimento do uso do agregador em diversos contextos disciplinares. O trabalho de [24] mostra que este desenvolvimento teve característica exponencial da área entre 1988 e 2014. Além disso, [24] ainda apresentam em sua pesquisa exploratória vários resultados de sua extensiva investigação sobre os desenvolvimentos dos agregadores ordenados após o OWA.

### 2.1 ORDERED WEIGHTED AVERAGING (OWA)

Ref [11] apresenta um agregador não-linear como uma opção para unir a opinião dos decisores baseado na ordenação dos valores chamado *o Ordered Weighted Averaging (OWA)*, ou média ponderada ordenada. No OWA, o decisor apresenta um vetor  $v_i(x) = (a(x)_1, a(x)_2, \dots, a(x)_j, \dots, a(x)_n)$  que reflete o grau no qual critério  $j$  é satisfeito, segundo a avaliação do decisor  $i$  para a alternativa  $x$ . As definições importantes estão apresentadas abaixo:

- $A_j = [a_1, a_2, a_3, \dots, a_n]$  representa o valor  $A_j$  em todas as avaliações  $n$ , o qual  $0 < a_n < 1$ . Tradicionalmente o  $a_n$  é compreendido como uma preferência *fuzzy*, o qual a avaliação de  $a_n$  representa a satisfação do decisor pelo  $a_n$ .
- $B_j = [b_1, b_2, b_3, \dots, b_n]$  é a ordenação do vetor  $A_j$  o qual o maior valor  $a_n$  é representado por  $b_1$ , o segundo maior  $a_n$  se torna  $b_2$  e assim sucessivamente .
- **C (ou W):** é o vetor compensação  $[c_1, c_2, c_3, \dots, c_n]$ . Esse valor representa a importância de cada posição ordenada, o qual  $c_n > 0$  e  $\sum c_n = 1$ . Em alguns estudos na literatura, esse vetor apresenta-se codificado por  $W$ , correspondendo ao vetor peso. A função do peso não é ponderar um critério específico, mas avaliar qual a importância da posição ordenada.

Os valores precisam ser numéricos e estarem contidos no intervalo  $[0,1]$ . O OWA é definido por [11], conforme a Expressão (2.1).

$$OWA = (a_1, a_2, \dots, a_n) = \sum_{j=1}^n c_j b_j \quad (2.1)$$

$b_j$  representa o  $j$ -ésimo maior  $a_i$

Depois de obter os vetores  $A(x)_i$ , o agregador propõe que os valores devam ser ordenados do maior para o menor. Então, é promovido o produto vetorial entre  $B_{(j)}$  e  $C$  e  $c_j$  representa a importância relativa do ranking obtido.

Essa abordagem de vetor de peso representa um ponto de vista diferente no estudo da agregação tradicional. Na visão tradicional, os pesos associados representam um grau de importância ou uma constante de escala que representa o *trade-off* de cada dimensão analisada. No OWA, os pesos representam a importância relativa a um valor ordenado.

## 2.2 ORDERED WEIGHTED DISTANCE (OWD)

O operador OWD foi apresentado por [12] e tem sua origem atrelada ao desenvolvimento do OWA. O OWD se propõe a fazer uma avaliação par-a-par das distâncias entre as avaliações dos participantes da decisão. Possui uma forma geral e permite a utilização de distâncias comumente encontradas na literatura, como distância euclidiana, distância de Hamming, distância geométrica, entre outras. Segundo [8], a principal característica desse método é o cálculo da diferença relativa dos critérios entre dois DMs utilizando uma ordem de distância.

De acordo com as definições presentes em [12], sejam  $\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_n)$  e  $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_n)$  dois vetores de avaliação de diferentes decisões. Seja  $\Delta(\alpha_j, \beta_j) = |\alpha_j - \beta_j|$  a distância entre  $\alpha_j$  e  $\beta_j$ . O agregador de ponderação ordenada das distâncias OWD é definido da seguinte forma (Equação 2.2):

$$\text{OWD}(\alpha, \beta) \left( \sum_{j=1}^n c_j (\Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)}))^\lambda \right)^{\frac{1}{\lambda}} \quad (2.2)$$

$\lambda > 0$ ,  $\sigma(1), \sigma(2), \dots, \sigma(n)$  representa permutações de  $(1, 2, \dots, n)$ , tal que:

$$\Delta(\alpha_{(\sigma(j-1)}), \beta_{(\sigma(j-1)}) > (\alpha_{(\sigma(j))}, \beta_{(\sigma(j))}) \quad j = 2, 3, \dots, n+1 \quad (2.2)$$

Nesse caso,  $C = (c_1, \dots, c_n)$  representa o vetor que pondera as distâncias entre as avaliações de decisões ponderadas da maior para a menor, ou seja,  $\Delta(\alpha_j, \beta_j)$  ( $j=1, 2, \dots, n$ ),

$c_j \geq 0$ ,  $j=1, 2, \dots, n$  e  $\sum c_j = 1$ . A escolha dos pesos, assim como na perspectiva do OWA, é uma decisão estratégica e pode prover diferentes informações;

É importante definir a relação conceitual de preferência no OWD. Assim, relações de preferência em  $X$  são um subconjunto  $X \times X$ . Quando  $(x,y)$  é um elemento desse conjunto, é dito que  $x$  é preferível a  $y$  e  $x \succcurlyeq y$ . [8] apresentam três propriedades na relação de preferência:

- Preferência estrita:  $(P) x \succ y \Leftrightarrow \{x \succcurlyeq y \text{ e } y \not\succcurlyeq x\}$
- Indiferença e  $(\sim)$ :  $x \sim y \Leftrightarrow \{x \succcurlyeq y \text{ e } y \succcurlyeq x\}$
- Incomparabilidade (S):  $x$  e  $y$  são incomparáveis se não existe uma possibilidade de apresentar uma comparação entre  $x$  e  $y$ .

Uma contribuição do OWD é usar pesos ordenados para ajudar o facilitador a orientar o grupo em termos de formar uma opinião representativa e também em como extraír mais informações desta decisão. Assim com o OWA, esse método altera a noção comum de peso, propondo uma relação entre cada elemento e uma posição de classificação alternativa específica, em vez de um critério. Porém, no caso do OWD é importante ressaltar que os valores ordenados são distâncias entre decisores. Portanto, é esperado que o maior valor do OWD seja a maior distância, o que é considerado o pior resultado.

## 2.3 PARÂMETROS DOS AGREGADORES

Nesse tópico são apresentados alguns conceitos e parametrizações basilares para esta pesquisa. Esses são apresentados com o intuito de interpretar os parâmetros sob a ótica da DGN para que a aderência e comparação dos agregadores sejam naturais.

### 2.3.1 Pesos

Em virtude dos princípios apresentados no tópico anterior, foi verificada a importância estratégica dos pesos. Os pesos no cenário de agregadores ordenados servem como guia para guiar o processo de tomada de decisão. Uma configuração de peso traz uma determinada informação na avaliação dos agregadores. Desta forma, a escolha dos pesos tem um caráter estratégico e fundamental nesta pesquisa, devendo ser vinculado ao tipo de decisão esperada. O Quadro 1 — Vetores tradicionais e características apresenta os pesos que são mais tradicionais na literatura.

*Quadro 1 – Vetores tradicionais e características*

<b>Agregador</b>	<b>Vetor w</b>	<b>Nome</b>	<b>Característica</b>
OWA OWD	(0,0,...,1) (1,0,...,0)	E	Apresenta o pior resultado (a mais baixa avaliação OWA/ a maior distância no OWD)
OWA OWD	(0,...,0,1) (1,...,0,0)	OU	Apresenta o melhor resultado (a mais alta avaliação OWA/ a maior distância no OWD)
OWA/OWD	(1/n;...;1/n)	Média	Definido como o valor médio entre as avaliações ou distâncias
OWA/OWD	(0;1/(n-2);...;1/(n-2);0)	Descarte extremos	Faz uma avaliação semelhante a média, mas descartando os extremos
OWA/OWD	(0;...;1;...;0) (n ímpar)	Mediana	Utiliza o valor central de uma avaliação / distância como referência
OWA/OWD	(0,9;0,09;...;10 <sup>-n</sup> )	Lexicográfico	Avalia a distância por ordem de diferença, da máxima para a mínima.

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

É interessante observar a diferença de perspectiva entre os vetores OWA e OWD. No primeiro caso a ordenação posiciona o maior valor na primeira posição, o que representa a melhor avaliação obtida. No OWD, o maior valor ordenado representa a maior distância entre as partes, ou seja, é o pior resultado quando se pensa em distância para um consenso.

Além desses vetores mais tradicionais, é possível utilizar um processo de elicitação para obtenção do vetor. Um modelo tradicional de obtenção é o proposto por [25] e adaptado por [11] ao cenário de decisão multicritério. O modelo considera como conjectura o peso como uma manifestação do quantificador subjacente ao processo de agregação. Desta forma, a elicitação passa a considerar de maneira consecutiva os valores dos pesos para cada avaliação da posição.

O modelo de [25] foi pensado no cenário do OWA, mas pode ser utilizado para eliciar os pesos no OWD, propondo as devidas adaptações de valores especificados. Esta tese ainda sugere uma alternativa de elicitação de pesos para o OWA em situação de negociação que é apresentada em capítulos posteriores.

A escolha do peso elicitado traz a vantagem de inserir mais informações sobre a avaliação dos decisores. Outra forma de gerar informações para os pesos é utilizando as medidas de Orness<sub>D</sub> e de Entropia. Tais medidas são capazes de prover uma dimensão das diferenças de avaliação entre cada um dos participantes da decisão e gerar informações sobre o problema.

### 2.3.2 Parâmetro lâmbda ( $\lambda$ )

O  $\lambda$  é um parâmetro original do OWD. No entanto, o significado dos valores de  $\lambda$  foi pouco explorado nos artigos que envolve OWD. [12] utiliza a variação dos valores de  $\lambda$  como forma de se dar robustez. É uma opção válida, porém há mais informações que podem ser extraídas desse parâmetro. Por exemplo, considerando  $c=[1/n]$  para que o vetor peso não tenha influência na resposta, tem-se:

$\lambda \rightarrow 0$ : o resultado se transforma em  $OWD = (\prod_{j=1}^n \omega \Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)}))^{1/n}$  que pode ser entendido como a distância geométrica. Esta distância pode estar atrelada a duas perspectivas, sendo:

- Visão geométrica: esta distância entre dois pontos significa o tamanho da aresta de um quadrado equivalente em área ao retângulo formado pela distância entre dois pontos considerados. Em um cenário com mais pontos, essa percepção se torna um polígono regular de tamanho  $n$ .

- Visão algébrica: a distância geométrica é utilizada na área de finanças por ser de melhor tratamento quando há uma evolução gradual a qual o cenário anterior influencia o posterior. Também é interessante quando se pretende atenuar os resultados de avaliações muito díspares e que influencie a média aritmética. A visão algébrica apresenta como resultado a opinião comum, a qual a compensação é relativa à figura geométrica apresentada na decisão. Assim, tem-se:

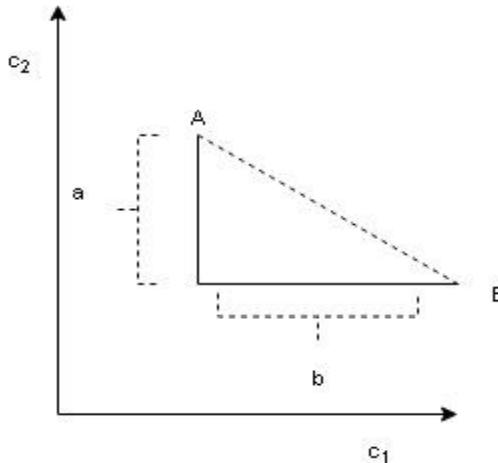
- $\lambda \rightarrow 1$ : Distância de Hamming. Representa a soma algébrica e de valor absoluto das distâncias.
- $\lambda \rightarrow 2$  Distância Euclidiana: utilizada tradicionalmente na geometria, representa o valor da distância entre pontos no espaço.

Para melhor visualização da função cumprida pelos valores de lâmbda na decisão, é apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Os pontos A e B são avaliados a partir de dois critérios diferentes  $c_1$  e  $c_2$ . Os valores os quais A e B superam um ao outro nos critérios estão sinalizados por  $a$  e  $b$ .

A distância de Hamming é composta pela soma das distâncias marginais de cada critério, no exemplo citado seria  $OWD_{Hamming} = a + b = 3+4 = 7$ . Por outro lado, a distância euclidiana é a distância geométrica das diferenças de opinião. No plano cartesiano da **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, esta distância é  $r$

epresentada pelo segmento de reta entre os pontos A e B. Por teorema de Pitágoras,  $OWD_{\text{Euclidiano}} = 5$ .

*Figura 2 — Exemplo do uso do lâmbda*



*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

- $\lambda \rightarrow \infty$  valores muito grandes de lâmbda podem resultar em distância extremamente pequena. Na formatação tradicional de distância, casos que possuem esta natureza, são conhecidos como distância de Chebyshev.

Considerando a Figura 2, é possível visualizar a função do lâmbda a partir de algumas definições expostas na Tabela 1.

*Tabela 1 — Tipo de distância e significado no gráfico*

Distância	Resultado
<b>Geométrica:</b> representa a aresta de um quadrado cuja área possui resultado semelhante	$\sqrt{\frac{a \cdot b}{2}}$
<b>Hamming:</b> representa a diferença unidimensional	$a+b$
<b>Euclidiana:</b> representa a distância espacial, correspondido pela linha pontilhada	$\sqrt{a^2 + b^2}$
<b>Chebyshev:</b> apresenta o maior valor entre as distâncias	$b$

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

Os princípios desta tomada de decisão são utilizados na enunciação básica do algoritmo apresentado em [26]. Estas definições postas de maneira clara podem ajudar o especialista ao refletir sobre o procedimento de tomada de decisão, que varia de uma dependência (geométrica) a independência do maior valor.

Os pesos e a escolha do  $\lambda$  definem o formato da distância. Essas distâncias e suas características estão definidas em [12].

### 2.3.3 Combinação de vetores no OWD

Uma das principais vantagens do processo de tomada de decisão utilizando o OWD refere-se ao fato da regra de decisão ter uma flexibilidade intrínseca, tornando-o adaptável a problemas de naturezas diferentes. O analista pode utilizar diferentes valores na combinação peso e  $\lambda$  para obter informações distintas.

A combinação entre os valores de  $\lambda$  e  $w$  geraram outros agregadores específicos, dentre os quais a medida do OrnessD, conforme a Tabela 2.

*Tabela 2 – Combinações entre  $\lambda$  e  $w$  e suas definições na literatura*

$\lambda$	$W$	Definição	Fórmula	Orness <sub>D</sub>
1	Qualquer	Distância Ponderada Ordenada de Hamming	$\begin{aligned} OWHD(\alpha, \beta) \\ = \sum_{j=1}^n \omega \Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)}) \end{aligned}$	-
$\frac{1}{2}$	Qualquer	Distância Ponderada Ordenada de Raiz Quadrada	$\begin{aligned} OWSRD(\alpha, \beta) \\ = \left( \sum_{j=1}^n (\omega \Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)}))^2 \right)^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$	-
$\rightarrow 0$	Qualquer	Distância Ponderada Ordenada Geométrica	$\begin{aligned} OWGD(\alpha, \beta) \\ = \prod_{j=1}^n (\Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)}))^{w_j} \end{aligned}$	-
qualquer	(1,0,...,0)	Distância Máxima	$\begin{aligned} MaxD(\alpha, \beta) \\ = Max[\Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)})] \end{aligned}$	1
qualquer	(0,0,...,1)	Distância Mínima	$\begin{aligned} MinD(\alpha, \beta) \\ = Min[\Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)})] \end{aligned}$	0
1	(1/n,...,1/n)	Distância de Hamming Normalizada	$NHD(\alpha, \beta) = \frac{\sum_{j=1}^n \omega \Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)})}{n}$	0,5
2	(1/n,...,1/n)	Distância Euclidiana Normalizada	$\begin{aligned} NED(\alpha, \beta) \\ = \left( \frac{\sum_{j=1}^n (\omega \Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)}))^2}{n} \right)^{1/2} \end{aligned}$	0,5
$\rightarrow 0$	(1/n,...,1/n)	Distância Geométrica Normalizada	$\begin{aligned} NGD(\alpha, \beta) \\ = \left( \prod_{j=1}^n \omega \Delta(\alpha_{\sigma(j)}, \beta_{\sigma(j)}) \right)^{1/n} \end{aligned}$	0,5

*Fonte: Adaptado de Xu e Chen (2008)*

Com os dados da tabela acima, é possível desenvolver diversas formas de tratamento do problema, conforme o cenário solicite.

### 2.3.4 Algumas ferramentas de análise dos agregadores

A literatura sobre agregadores ordenados apresenta alguns formatos de agregação que podem apoiar o processo de decisão. Nesta etapa, são apresentadas duas formulações conhecidas na área.

#### 2.3.4.1 Orness

A literatura apresenta uma classificação que divide os métodos entre compensatórios e não compensatórios. Porém, autores como [27], [28] e [29] apresentam modelos que não se encontram espaço nesta dicotomia, utilizando desenvolvimento parcialmente compensatório. Esta tese busca desenvolver conceitos nesse espaço na literatura para o estudo de níveis de compensação.

O OWA possui dois vetores de peso que são referências no desenvolvimento do agregador no estudo. O vetor de compensação  $[1, 0, 0, \dots, 0]$  é chamado de vetor-ou. Quando esse vetor é usado, o único valor considerado no resultado é o maior valor do vetor considerado. Por outro lado, o vetor  $[0, 0, 0, \dots, 1]$  é chamado de vetor-e. Esta alternativa reporta o menor valor do vetor.

Os dois vetores descritos acima representam dois pontos extremos nos estudos relativos ao OWA. [11] apresenta uma medida chamada “Orness” que calcula a intensidade que um determinado vetor tem na direção do vetor-ou. A formulação para a obtenção do Orness é apresentada na Equação 2.4. [30].

$$\text{orness}(C) = \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n c_k(n - i) \quad (2.3)$$

Orness assume valores entre 0 e 1 e pode refletir a atitude do DM [30]. [31] comentam que dependendo do tipo de pesos utilizados, é possível penalizar atributos fracamente satisfeitos e recompensar os que obtiveram resultados satisfatórios.

Na avaliação do Orness, os vetores (vetor-e e vetor-ou) são os extremos a escala ponderada, os quais a ponderação média tradicional  $[1/n; 1/n; \dots; 1/n]$  representa o centro Figura 33.

*Figura 3 — Escala Orness*

E	Média Ponderada	Ou
1	0.5	0

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

A escala apresentada Orness pode guiar o processo e fazer bons ajustes em uma aproximação para um problema real. Por exemplo, se o operador OWA é usado para avaliar uma alternativa e o objetivo do estudo é obter ao menos um bom valor, é sugerido utilizar um vetor que atinja o Orness perto de “1.0”. Por outro lado, se o objetivo é obter todos os valores com ao menos um valor mínimo proposto, o menor valor pode ser importante e o vetor peso deve ter um valor de Orness baixo.

#### 2.3.4.2 Entropia

Dois vetores com o mesmo valor de Orness podem ter diferentes comportamentos. Assim, [8] propõe o seu uso para o cenário do OWD, enquanto uma utilização em OWA é apresentado por [13]. A Entropia avalia o vetor C. sob a perspectiva da dispersão dos valores em um vetor C. Maior entropia representa a ideia de que a decisão está sendo tomada levando-se em conta mais pesos. Esta medida é definida como:

$$H(C) = - \sum_{j=1}^n c_j \ln(c_j) \quad (2.4)$$

Os valores extremos na escala de dispersão são  $(0,1/n)$ . Esta informação prova a volatilidade da informação apresentada e sua distribuição pelo vetor peso [32]. Consequentemente, esta medida pode ser considerada o OWA e o OWD.

## 2.4 FUNÇÕES DE APOIO À NEGOCIAÇÃO

A operacionalização matemática de um processo de negociação é um artifício bastante utilizado para se extrair informações, predizer propostas, entre outras funções relevantes. Na negociação, esta percepção pode se desenvolver é com relação modo o qual a negociação avalia a importância dos valores sobre o problema.

O espectro de possibilidades é amplo e inclui visões de heurística, teoria dos jogos, estudos de conflito, entre tantos outros. A maneira mais comum e prática é usar um modelo aditivo com peso ou importância relativa para avaliar a funções de valor. Esta é a alternativa usada pelos modelos Kasbah, Faratin e Cheng e Xing, por exemplo. [7]. Esta tese apresenta algumas formações que são úteis na construção e compreensão dos modelos propostos na etapa seguinte.

#### 2.4.1 Função interpretação

Os resultados obtidos na etapa de agregação proveem input à função interpretação. A função interpretação  $I(a'_1, \dots, a'_n)$  é definida de com base em [9]. Assim:

$I(a'_1, \dots, a'_n)$	REJEITA: Se $t > t_{\max}$
	ACEITA: Se $V(a'_1, \dots, a'_n) < V(a^c_1, \dots, a^c_n)$
	OFERTA: Se $V(a'_1, \dots, a'_n) < V(a^c_1, \dots, a^c_n)$

$t$ : tempo o qual a oferta foi avaliada. O tempo máximo para uma negociação é definido como  $t_{\max}$

$A' = [a'_n]$  : oferta proposta pelo negociador

$A^c = [a^c_n]$  : oferta recebida pelo negociador

$V(a_n)$ : função de avaliação da proposta  $a_n$

A função interpretação finaliza e rejeita a negociação quando estoura o tempo máximo disponível. A negociação é finalizada e aceita-se a contraoferta gerada que obtiver valores menores do que a oferta recebida. Caso contrário, a função sugere que seja proposta uma oferta para a outra parte.

É interessante ressaltar que esta função Interpretação é a função básica. Alguns trabalhos como [33] acrescentam outras formatações às apresentadas, como por exemplo, uma função ultimato, a qual o negociador faz uma última oferta que, caso não seja aceita, a negociação é finalizada.

As percepções de voto, rejeição quando o comportamento do negociador é inadequado ou rejeição por ineficiência da negociação, como citado no caminho crítico, são alternativas potencialmente enriquecedoras para a função interpretação.

#### 2.4.2 Função contraoferta

A geração de uma contraoferta tem um duplo significado no modelo. O valor gerado na contraoferta serve como referência tanto na função interpretação do modelo proposto, quanto na avaliação da oferta em si.

O funcionamento da função contraoferta deve levar em conta características da negociação como um todo a fim de ser um resultado representativo. Para esse caso,

foi apresentada uma estruturação mais plena do texto apresentado em [34]. A função contraoferta deve levar em conta pelo menos informações de duas bases fundamentais:

**Informações próprias:** o negociador deve levar em conta condições do lado da negociação que está representando na formação de uma contraoferta. Além do conhecimento pessoal do negociador, alguns pontos podem ser considerados nesta etapa:

- Tempo: A contraoferta pode ser oferecida em função do tempo. Quanto mais próximo de um tempo limite, mais o negociador pode estar propenso a negociar;
- Recursos: A limitação e necessidade de recursos pelo negociador podem ser consideradas na elaboração de uma contraoferta. O negociador pode ser mais resistente se tiver o item em estoque e mais generoso nas ofertas em situação de escassez;

A oferta gerada (OG) é definida com:

$$OG(A_i^c) = \begin{cases} \min a_j + cr_j^a(t)(\max a_j - \min a_j) \leftarrow [[Max]] \\ \max a_j - cr_j^a(t)(\max a_j - \min a_j) \leftarrow [[Min]] \end{cases}$$

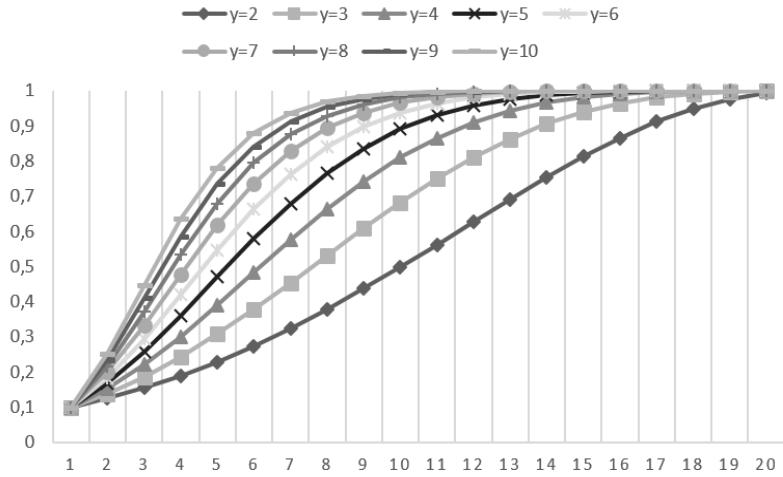
A função contraoferta representa o valor máximo (ou mínimo) subtraído de uma taxa de concessão  $c_r$ . A função está intimamente vinculada com a função de taxa de concessão. Essa taxa pode ser definida livremente, porém este trabalho sugere o uso de duas perspectivas que representam uma boa gama de casos, as avaliações exponenciais e polinomiais, como apresentada abaixo:

$$cr_j = \begin{cases} d_k + (1 - d_k) \left( \frac{\min(t, t_{max})}{t_{max}} \right)^{1/\gamma} & \text{Polinomial} \\ \exp \left( \left( 1 - \frac{\min(t, t_{max})}{t_{max}} \right)^\gamma \ln(b_k) \right) & \text{Exponencial} \end{cases}$$

O qual  $d_k$  é a taxa de desconto aplicada ao critério  $k$  em cada rodada.

O coeficiente  $\gamma$  nesse caso é utilizado para avaliar a aceleração ou desaceleração das concessões de acordo com a percepção do negociador. O Gráfico 1 apresenta o desenvolvimento das funções exponencial e polinomial de maneira gráfica a fim de ajudar a compreensão.

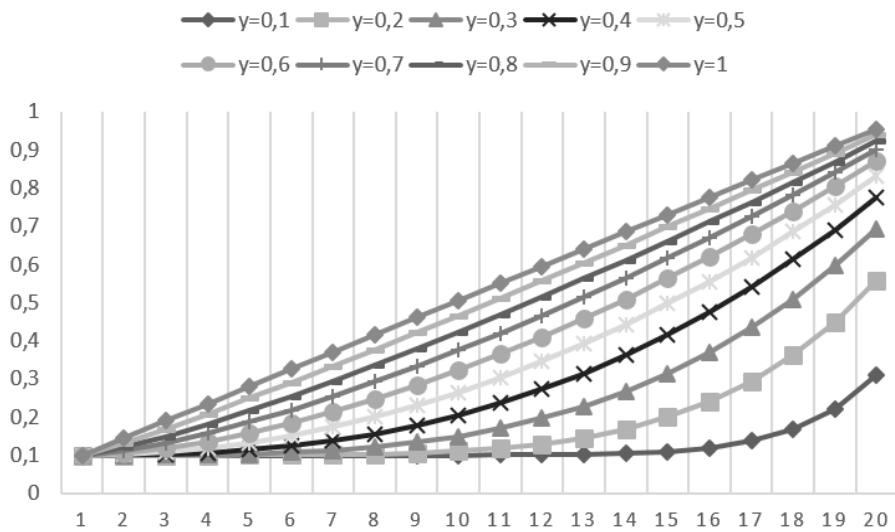
*Gráfico 1 — Desempenho da função exponencial com variação do  $\gamma$*



*Fonte: Esta Pesquisa (2018)*

O Gráfico 2 — Desempenho da função polinomial com a variação do valor de  $\gamma$  apresenta o desenvolvimento das funções exponencial e polinomial de maneira gráfica a fim de ajudar a compreensão.

*Gráfico 2 — Desempenho da função polinomial com a variação do valor de  $\gamma$*



*Fonte: Esta Pesquisa (2018)*

Estas expressões do  $cr_j$  apresentadas podem ser utilizadas separadamente, como em [34] ou concomitantemente como em [35]. Seus parâmetros devem ser

preferencialmente propostos antes da negociação, com a realização de uma calibragem a partir das opiniões dos decisores.

**Informações externas:** o negociador deve considerar no seu espectro de decisão da contraoferta fatores que circundam o ambiente de decisão, com o intuito de não deixar que estímulos externos deixem de influenciar a negociação caso esses estímulos não sejam realmente relevantes. As informações externas são divididas em dois pontos:

1. **Oponente:** a outra parte gera informações importantes para a negociação, sejam por dados, gestos, tom de voz, etc. Tudo isso pode atestar sinais de estado de espírito que deve balizar o comportamento da outra parte. Todavia, são informações bastante subjetivas e que compõem parte da arte da negociação. Tais informações são difíceis de serem parametrizar matematicamente e não estão inclusas no escopo desse trabalho.

Nesse cenário, uma informação disponível, direta e que traz informação sobre a outra parte são as suas ofertas. O opositor apresenta ofertas claras que podem dar informação sobre a sua forma de negociar. [34] apresentam a formação de estratégias imitativas a fim de que a contraoferta sugerida leve em conta o comportamento da outra parte levando em conta as ofertas propostas por ele. As estratégias imitativas podem ser:

Relativas: A melhoria da contraoferta é proporcional à melhoria entre as duas últimas ofertas oferecidas.

Absolutas: O valor absoluto de melhoria da oferta recebida deve ser uma proposta igual a contraoferta.

Ponderadas: As ofertas anteriores recebem um peso de sua influência na contraoferta atual. É uma combinação relativa com influências de mais de uma oferta.

Combinadas: Combinação de mais de uma forma de estratégia imitativa.

A estratégia imitativa previne más propostas oferecidas quando o negociador é muito duro. Além disso, segundo [35], esta estratégia tem um valor muito interessante quando não se tem informações com relação ao oponente e é preciso negociar.

2. **Ambiente:** São informações complementares que podem ser percebidas por conta do ambiente de negociação. Uma informação incite urgência da outra

parte, ou mesmo um cenário de escassez pode fazer com que a negociação tome outra perspectiva.

Por sua definição ampla e que compete a várias perspectivas, uma proposição metodológica matemática única seria inviável. Contudo, casos específicos devem ser avaliados, fazendo com que o ambiente tenha uma modificação que reduza ou acelere a taxa de concessão.

Por último, [36] apresentam, uma configuração extra para a avaliação de contraoferta utilizando vetores ordenados. A intenção é que a contraoferta não seja proposta gerada tenha influência entre as maiores e menores avaliações.

Por exemplo, o negociador recebe  $(0,1; 0,3)$  em uma oferta e sua contraoferta seria  $(0,7; 0,8)$ . Porém, é possível que seja utilizado um agregador ordenado para esse caso que procure balancear a oferta. O vetor ordenado de ajuste poderia ser  $(0,5; 0,5)$  e a contraoferta propriamente feita ser  $(0,75; 0,75)$ . Baseado em [35] pode-se apresentar o Quadro 2, na qual é possível verificar uma tabela a qual os valores do Orness e da dispersão se tornam direcionadores da contra oferta de uma agregação ordenada.

*Quadro 2 — Influência do Orness e dispersão na contraoferta*

	Baixo valor	Alto valor
<b>Orness</b>	A oferta ajustada deve melhorar o menor valor na contra oferta	A oferta ajustada deve melhorar o maior valor na contra oferta
<b>Dispersão</b>	Os ajustes devem ser melhor distribuídos por todo range.	Os ajustes devem ser mais concentrados nas extremidades.

*Fonte: Adaptado de Silva Filho e Moraes (2018)*

Esta abordagem é uma alternativa à agregação tradicional. É importante salientar que os valores de  $c$  utilizados para a decisão não necessariamente seriam os pesos para esse caso, já que o princípio da informação gerada é diferente.

Por último é dever ressaltar que estas informações devem ser elicitadas na etapa de parametrização. As expressões apresentadas são alternativas de representação e devem ser utilizadas para aproximar a contraoferta da realidade.

## 2.5 ESTADO DA ARTE

O desenvolvimento geral das áreas apresentadas é recente e há uma boa literatura geral. No exemplo do OWA, [37] propõe uma nova abordagem para a construção de

um modelo de filtragem colaborativa baseado em multusuários usando interação decisão de multicritérios junto ao OWA com o objetivo de encontrar o produto ou serviço mais valioso para o usuário. Esse modelo se trata de um parâmetro de forte viés computacional e útil para agregação de opinião de uma grande massa de dados. Os autores apresentaram como ponto fraco do método o tempo de execução da atividade da agregação de ranking ordenado e sugere com possibilidade de melhoria do método a redução desse tempo.

Ainda sobre OWA, [38] apresentam uma utilização do OWA para um processo de tomada de decisão de nível político e estratégico na área de recursos hídricos. O OWA nesse cenário é simplificado e adaptado no sentido de grau de satisfação. A abordagem possui uma correlação com esta tese, no que tange às avaliações feitas pelos decisores. O trabalho possui uma forte base conceitual na área de recursos hídricos e na descrição de alternativas e a adaptação simples do OWA em uma linguagem útil e compreensível, sendo considerado como grau de satisfação.

A visão *fuzzy* intuicionista e hesitante tem aparecido com frequência na agregação ordenada. [39] utilizaram conceitos de decisão em grupos intuicionistas para decisões sobre fornecedores. Os autores propuseram tabelas as quais convertiam a linguagem quantitativa para a linguagem qualitativa e utilizaram agregadores *fuzzy* intuicionista e o procedimento básico do TOPSIS para obter os resultados. Nesta mesma linhagem, [40] propuseram uma forma de avaliar graus de importância dos graus de pertinência, impertinência e hesitação, em especial definindo uma nova função de acurácia. Dada pesquisa apresenta um viés estritamente matemático-teórico.

O trabalho apresentado por [41] faz uma análise bastante interessante sobre uma decisão entre um acordo de especialistas: a distância entre as preferências *fuzzy*, a entropia das preferências e as margens de hesitação. Alguns conceitos como entropia são adaptados à possibilidade *fuzzy* intuicionista. Por último, [42] apresenta uma visão mais pragmática e propõe uma abordagem de agregação ordenada *fuzzy* intuicionista na avaliação de seguros. Esse tipo de abordagem é interessante ao permitir a ligação entre a visão teórica e prática dos modelos.

Em cenários de negociação, [43] apresentam a média ponderada ordenada (OWA) [11], com seus pesos usados para medir do maior para o menor valor de um problema e como isso pode ser feito em situações não lineares. Esta perspectiva diferente é complementar e pode ajudar um negociador alcançar melhores resultados. Na área ENS (*Effective Negotiation Skills*) apresentado por [44], retrata a interseção

entre um sistema de Suporte à Decisão em negociação e um sistema de Negociação Assistida por Agente (NAA). Além disso, [45] reconhecem que um dos maiores benefícios da análise de decisão no apoio à negociação é a capacidade de apresentar aos negociadores uma maneira sistemática de estruturar e reestruturar um problema.

Outro artigo recente que utiliza conceitos de agregação ordenada é proposto por [46]. Nele os autores utilizam uma abordagem algorítmica a qual as informações com maior coesão entre as avaliações são coletadas automaticamente durante o processo de agregação. O algoritmo estrutura de agregação de melhoria de coesão e que fornece uma nova abordagem para aprimorar o processo de negociação. É um artigo pioneiro na estruturação por cluster e utilizando conjuntos hesitantes na abordagem de negociação. É uma abordagem matemática e avançada que incompara incertezas e dificuldades de previsão e flexibiliza a decisão, quase universal em agregadores da área segundo em [46], do Critério de Laplace no apoio à decisão.

O OWD, por ser um operador recente, possui um número de artigos mais reduzido. Ref. [47] consideram a situação com informação *fuzzy* intuicionista e desenvolveram um operador intuicionista chamado (IFOWD). Esse operador usa conceitos de Distância Ponderada Ordenada em um contexto *fuzzy* intuicionista. Os autores também desenvolveram uma aplicação da nova abordagem em um modelo de tomada de decisão em grupo em um ambiente difuso intuicionista e ilustram-no com um exemplo numérico.

O artigo [48] utilizou o OWD como uma referência para criar um operador novo chamado (GHFSWD). Eles também utilizaram um ambiente *fuzzy* intuicionista em um método flexível que leva em conta a hesitação O GHFSWD reflete os graus de importância das distâncias individuais dadas e suas posições ordenadas. Os autores propuseram uma medida do GHFSWD para desenvolver um método para tomada de decisão de múltiplos critérios com informações vagas e hesitantes.

A utilização do agregador OWD para decisão em grupo também é desenvolvida por [49]. Os autores propõem o uso da agregação ordenada do OWD em uma abordagem neutrosófica. A neutrosofia é uma abordagem natural da filosofia e sua abordagem matemática é definida como neutrosófica simplificada. Esta abordagem é vista como paralela à intuicionista e a hesitante. Os números desta abordagem são compostos por quatro dimensões: a sua medida numérica e medidas de confiança, incerteza e falsidade e a ideia central que diferencia dos outros valores é a intensão de inserir a neutralidade na avaliação.

A abordagem neutrosófica na decisão em grupo ordenada foi capaz de gerar o agregador SNOWD, que une a avaliação da neutrosofia simplificada (SN) a agregação ordenada de diferença (OWD). Os autores ainda fazem simulações numéricas com dados obtidos em outras avaliações.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Esse capítulo apresentou os conceitos gerais sobre os agregadores ordenados OWA e OWD com discussão sobre seus parâmetros para a perspectiva da decisão em grupo e negociação e o estado da arte em que se encontram. Também foram apresentadas as funções de apoio à negociação que são compatíveis com os agregadores e úteis para esse trabalho.

No capítulo seguinte os conceitos que envolvem decisão em grupo e negociação são aprofundados. Adicionalmente, são discutidas novas formulações para o cenário de decisão em grupo utilizando OWD com exemplos de parametrização, além de apresentar importantes conceitos sobre o comportamento dos negociadores.

### 3 PROPOSIÇÃO DE PROCESSO PARA APOIO À UTILIZAÇÃO DO OWA E OWD EM DGN

O uso dos agregadores ordenados exige conhecimento prévio do funcionamento e de suas técnicas de uso, a fim de que se adeque a diferentes realidades do problema. Esse capítulo apresenta algumas ferramentas e processos que são úteis no desenvolvimento dos modelos de agregação.

#### 3.1 CARACTERÍSTICA DOS AGREGADORES ORDENADOS

Como apresentado anteriormente, a quantidade de agregadores ordenados é ampla e as definições propostas para a sua classificação estão atreladas para resolver problemas específicos. Esta tese se concentra nos agregadores OWA e OWD, por se tratarem de agregadores que são estabelecidos na literatura e são compatíveis com os desenvolvimentos propostos nesta tese; se há uma conciliação da problemática com o agregador em um caso mais geral, também será compatível no caso mais específico.

Algumas características dos agregadores OWA e OWD na perspectiva de mais de um decisor são apresentadas no Quadro 3.

*Quadro 3 — Características dos agregadores no cenário de decisão*

	OWA	OWD
<b>Formato da operação</b>	Avaliação ordenada das preferências	Comparação par a par entre as partes
<b>Objetivo</b>	Ordenação ponderada da avaliação individual	Distância da avaliação entre as partes
<b>Informação gerada</b>	Alternativa com melhores resultado segundo os critérios	Decisores com opiniões mais discrepantes.

*Fonte: Esta Pesquisa (2018)*

Estas perspectivas tornam perceptível a correlação com que cada um dos agregadores tem com os constructos. O OWA possui características que se correlacionam com a negociação. A avaliação de alternativas com obtenção de melhores resultados combina bem um agregador que faz esta avaliação e a inferência das avaliações das outras partes podem ser decisivas.

Por outro lado, as decisões em grupo possuem uma clara proximidade como o OWD. A possibilidade de comparar a opinião par a par dos decisores é capaz de auxiliar na busca de que opiniões estão mais díspares e em que critérios dentro das

avaliações a avaliação pode ser melhorada. O OWD é capaz de auxiliar nesta busca e diminuir a perspectiva pelo consenso.

### 3.2 OWD NA ABORDAGEM DE DECISÃO EM GRUPO

Esta tese apresenta algumas ferramentas de tomada de apoio à decisão em grupo. São ferramentas e processos que auxiliam o decisor a modelar o problema dependendo do tipo de decisão.

#### 3.2.1 Ferramentas propostas

##### 3.2.1.1 Orness<sub>D</sub>

As avaliações propostas no OWD também são passíveis de análise semelhante ao Orness apresentado anteriormente. Para auxiliar a seleção mais adequada para os vetores no OWD, é utilizado o índice Orness<sub>D</sub>. Esse índice cumpre uma função semelhante ao Orness, mas adaptado ao cenário do OWD. Um analista pode avaliar o Orness<sub>D</sub> para obter uma solução mais abrangente. A equação seguinte introduz esse índice.

$$\text{orness}_D(C) = \left( \frac{1}{n-1} \right) \sum_{j=1}^n ((n-j) c_j) \quad (3.1)$$

Orness<sub>D</sub> é usado para analisar e apoiar a seleção de vetores em um contexto de decisão. Apesar da semelhança na forma da expressão, a principal diferença entre Orness e Orness<sub>D</sub> é a forma a qual resultados são interpretados. Ambos os agregadores organizam seus vetores do maior ao menor valor. No entanto, a melhor avaliação de um vetor não compensatório no OWA é o seu melhor resultado, enquanto no OWD é a maior diferença de opinião, dessa forma, o pior resultado. Portanto, na escala Orness, o extremo compensatório significa 0 e o extremo não compensatório é 1. Exemplos de vetores Orness<sub>D</sub> com 4 elementos em são mostrados na Tabela 3:

*Tabela 3 – Vetores e seus respectivos valores do Orness<sub>D</sub> para vetores OWD*

Vetor	Orness <sub>D</sub>	Vetor	Orness <sub>D</sub>
Ou (0; 0; 0; 1)	0	Média (0,25; 0,25; 0,25; 0,25)	0,5
E (1; 0; 0; 0)	1	Extremos descartáveis (0; 0,5; 0,5; 0)	0,5
Lexicográfico (0,9;0,09;0,009;0,001)	0,963		

*Fonte: Esta Pesquisa (2018)*

No caso do OWD, o vetor-ou e o vetor-e são os extremos de escala. O centro é vetor média. Uma característica interessante é que os vetores médios e extremos descartáveis possuem valores semelhantes na avaliação do Orness<sub>D</sub> e o uso desses vetores pode fornecer informações sobre a distribuição das diferenças de opinião. A opção Lexicográfica em OWD é recomendada quando há uma boa possibilidade de estar empatado na avaliação.

### 3.2.1.2 Ponto Crucial

Algumas metodologias que tratam os processos de decisão em grupo são capazes de indicar qual é o índice de desacordo. A natureza do agregador OWD visto em [12] é de apresentar a distância entre os decisores, mas não indica quais são os pontos específicos que necessitam de revisão.

A utilização do ponto crucial tem como objetivo mostrar os pontos mais importantes para melhoria e concentra esforços nas divergências mais relevantes que precisam ser discutidos durante o processo de tomada de decisão. A natureza da função ordenada faz com que a percepção desta avaliação não seja tão trivial e estimula a utilização de métodos matemáticos. A proposta inicial desse conceito para vetores ordenados utilizados nesta tese foi proposta por [8] para o OWD.

A intenção da avaliação do ponto inicial é indicar em qual critério deve-se priorizar o consenso. Para auxiliar a percepção sobre o ponto crítico, esta tese propõe o uso do conceito do índice de redução de distância (IRD). Esse índice (Equação 3.2) é definido em função de dois decisores supondo que haja um consenso para  $j'$ .

$$IRD(d_1, d_2)_{\sigma(j')} = \left( \sum_{j=j'}^{n-1} [w_j^i (|d_{\sigma(j)}^1 - d_{\sigma(j)}^2| - |d_{\sigma(j+1)}^1 - d_{\sigma(j+1)}^2|)]^\gamma \right)^{1/\gamma} \quad (3.2)$$

A vantagem de utilizar o IRD é a utilização de uma expressão mais prática na avaliação. Esse índice é uma medida da redução da distância. A sua construção algébrica está apresentada pelo teorema a seguir:

**Teorema 1:** O IRD representa a influência do acordo em um determinado ponto.

**Prova:**

Uma resolução importante de resultado em desenvolvimento é encontrar um conjunto de valores Z que minimize a função de minimização:

$$\min (\sum_{i=1}^m OWD(D_i, C)) = \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j |a_{\sigma(j)}^i - z_{\sigma(j)}|^r \right)^{1/r}$$

Toma-se primeiramente a distância entre duas avaliações dos decisores  $d_1$  e  $d_2$ . Para auxiliar a demonstração, propõe-se o termo  $Y_1$ :

$$OWD(d_1, d_2) = \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_j |a_{\sigma(j)}^1 - a_{\sigma(j)}^2|)^{\gamma} \right)^{1/\gamma} = Y_1^{1/\gamma}$$

Considerando que haja consenso no termo  $\sigma(j')$ , então  $a_{\sigma(j')}^1 = a_{\sigma(j')}^2 = 0$ . Em consequência disso, comparado com o cálculo do vetor novo se posiciona da forma:

$$OWD(d_1, d_2)_{novo} = \left( \sum_{i=1}^m (c_1 |a_{\sigma(1)}^1 - a_{\sigma(1)}^2|^{\gamma} + c_2 |a_{\sigma(2)}^1 - a_{\sigma(2)}^2|^{\gamma} + \dots + c_{j'} |a_{\sigma(j'+1)}^1 - a_{\sigma(j'+1)}^2|^{\gamma} + \dots + c_n |0|^{\gamma}) \right)^{1/\gamma}$$

Utilizando o artifício de somar e subtrair dentro da raiz o termo  $Y_1$ , temos a expressão abaixo:

$$OWD(d_1, d_2)_{novo} = \left( \sum_{i=1}^m (c_1 |a_{\sigma(1)}^1 - a_{\sigma(1)}^2|^{\gamma} + c_2 |a_{\sigma(2)}^1 - a_{\sigma(2)}^2|^{\gamma} + \dots + c_{j'} |a_{\sigma(j'+1)}^1 - a_{\sigma(j'+1)}^2|^{\gamma} + \dots + c_n |0| + Y_1 - Y_1)^{\gamma} \right)^{1/\gamma}$$

Isola-se o  $Y_1$  positivo. O termo  $-Y_1$  anula os termos entre  $\sigma(1,..,j')$ . Para os demais, adiciona o  $c$  em evidência em evidência e chamando de  $Y_2$ , tem-se:

$$OWD(d_1, d_2)_{novo} = \left( \sum_{i=1}^m Y_1 - \left( \sum_{j=j'}^n [|c_j^1 (|a_{\sigma(j)}^1 - a_{\sigma(j)}^2|) - |a_{\sigma(j+1)}^1 - a_{\sigma(j+1)}^2|]|^{\gamma} \right) \right)^{1/\gamma} = \sqrt[\gamma]{Y_1 - Y_2}$$

Um consenso em um tempo  $\sigma(j')$  influencia todos os resultados após esse valor. Esta característica fica evidenciada no  $Y_2$ . O ponto crítico é uma composição entre peso e distância da opinião original. Considerando a expressão  $\sqrt[\gamma]{Y_1 - Y_2}$  e que o  $\lambda$  e  $Y_1$  são determinados anteriormente, apenas o  $Y_2$  é variável conforme o  $j$  adotado para o consenso.

O termo  $Y_2$  representa o IRD. Nesse caso, o índice relacionado com o valor total do valor do OWD ( $Y_1$ ) de redução que a distância antiga  $Y_1$  teve para atingir a distância do consenso. É possível observar que quanto menor for o desacordo na avaliação de um par de ofertas do IRD menor é a influência. O valor de  $Y_2$  sofre uma redução de  $[|c_{j'} (|a_{\sigma(j')}^1 - a_{\sigma(j')}^2|) - |a_{\sigma(j'+1)}^1 - a_{\sigma(j'+1)}^2|]|^{\gamma}$  caso o valor assumido na ordenação seja  $\sigma(j' + 1)$  ao invés de  $\sigma(j')$

**Corolário 1:** Se  $c_j=0$ , a avaliação do consenso entre  $\sigma(j' + 1)$  e  $\sigma(j')$  é semelhante.

**Corolário 2:** Se  $\lambda=1$ , o valor de  $Y_2$  corresponde numericamente ao valor absoluto da distância entre a avaliação com e sem consenso ( $|a_{\sigma(j')}^1 - a_{\sigma(j')}^2| - |a_{\sigma(j'+1)}^1 - a_{\sigma(j'+1)}^2|$ )

**Corolário 3:** o menor valor da distância entre os dois decisores é obtido quando o consenso acontece em  $\sigma(1)$

**Prova:** considere o consenso em  $\sigma(j + 1)$ , o termo anterior aumenta o valor de  $Y_2$  em  $c_{j'} [|a_{\sigma(j')}^1 - a_{\sigma(j')}^2| - |a_{\sigma(j'+1)}^1 - a_{\sigma(j'+1)}^2|]$ . Por indução, o valor de  $Y_2$  permanece aumentando até  $\sigma(1)$

Algumas propriedades podem ser vistas e discutidas no anexo e suas conexões são apresentadas abaixo:

- (1) Quando  $c_j=0$ , a obtenção do acordo em  $j$  não traz benefícios. (corolário 1);
- (2) Quando  $\lambda=1$ , o valor do IRD coincide a distância algébrica entre a opinião com e sem consenso em  $j$  a partir do ponto  $j$ . (corolário 2);
- (3) O consenso em uma avaliação OWD ( $d_1, d_2$ ) é mais próximo quando é obtido no maior termo, ou  $a_{\sigma(1)}$ ;
- (4) A maior contribuição individual de um acordo acontece no termo que maximiza a expressão  $w_{j'} [|a_{\sigma(j')}^1 - a_{\sigma(j')}^2| - |a_{\sigma(j'+1)}^1 - a_{\sigma(j'+1)}^2|]$ ;
- (5) O valor com a maior distância é o  $j=1$  (corolário 3);
- (6) Na distância de Hamming, a expressão pode ser apresentada em forma de programação inteira mista. O valor possui um ótimo inferior e o menor valor acontece na comparação com a mediana. A distância de Hamming tem um grande valor conceitual, que pode ser visto em [50], estas propriedades estão discutidas no teorema abaixo.

**Teorema 2:** Para um definido conjunto de soluções  $c$ , o OWD pode ser transformado em um problema de programação inteira mista quando utilizada a distância Hamming.

**Prova:** A distância de Hamming fica definida no OWD quando  $\lambda=1$ . Desta forma, tem-se:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m OWD(D_i, Z) &= \\ &= \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j^i |a_{\sigma(j)}^i - z_{\sigma(j)}|^\gamma \right)^{1/\gamma} \end{aligned}$$

Considerando  $\gamma=1$

$$= \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j^i |a_{\sigma(j)}^i - z_{\sigma(j)}| \right)$$

Esse problema pode ser transformado na expressão abaixo:

$$= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j^i s_j^i (a_{\sigma(j)}^i - c_{\sigma(j)}) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j^i s'_j (c_{\sigma(j)} - a_{\sigma(j)}^i)$$

$s_j^i$  e  $s'_j$  assumem valores binários. Artifício semelhante foi apresentado em [51], o qual  $z$  é chamado de variável de decisão contingente. Desta forma, o problema:

$$\text{Min } \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j^i s_j^i (a_{\sigma(j)}^i - c_{\sigma(j)}) + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j^i s'_j (c_{\sigma(j)} - a_{\sigma(j)}^i) \right)$$

s.a.

$$z \subset \{0,1\}$$

$$\forall ij, s_j^i + s'_j = 1$$

$$\forall i, \sum_{j=1}^n (s_j^i + s'_j) = n$$

$$0 \leq c \leq 1$$

**Corolário 3:** Existe um valor ótimo para  $c_i$  quando o OWD utiliza a distância de Hamming.

Fica configurado como um problema de programação inteira mista com resolução possível através de algoritmos como *branch and bounds*. A restrição do tipo  $s_j^i + s'_j = 1$  atua sob a restrição de valor absoluto enquanto a outra condição para os valores de  $z$  é uma alternativa semelhante a [52].

Algumas avaliações por pontos críticos são apresentadas. Assim, tem-se:

**A. Avaliação da distância entre os pares:** uma perspectiva alternativa à apresentada é a avaliação de distância entre os pares. A ideia é que o ponto crítico de avaliação minimize a maior distância entre os pares de avaliação do OWD.

$$a_i \text{ é o ponto crítico} \leftrightarrow a_i = k \quad \forall j \rightarrow \min(\max(\text{OWD}(d_j, d_k))) \quad \forall k, j$$

Desta forma, a alternativa crítica é aquela que, quando alcança o valor de consenso, o maior valor do OWD na comparação par a par dos participantes é o menor

possível. Isso representa que o acordo sobre determinado ponto faz com que a maior distância de opiniões seja a menor possível.

### B. Redução do OWDC:

O OWDC é o acrônimo em inglês para coeficiente de distância ponderada ordenada. Esta métrica é apresentada em [8] e consiste em uma adaptação do coeficiente de adequação da média ponderada ordenada (OWAAC) [53].

$$OWDC = (\langle \Delta(\alpha_1, \alpha_a^k) \rangle, \dots, \langle \Delta(\alpha_n, \alpha_n^k) \rangle) = \sum_{j=1}^n c_j R_j$$

$R_j$  representa o maior  $j$  entre  $|1 \wedge (1 - \alpha_n + \alpha_n^k)|$  e  $\alpha_n^k$  a média entre cada  $a_i$ .

No processo de ponto crucial, o peso médio é considerado como uma opinião de referência. São calculadas novas avaliações de OWD com base no pressuposto de que as partes chegam a um acordo próximo da opinião média.

As avaliações são feitas separadamente para cada critério, ou seja, é suposto o consenso em alguma das avaliações. A avaliação do OWD que obtiver o menor valor *minimax* é um ponto crucial. Esse princípio foi utilizado com outra perspectiva por [53].

**C. Distância Marginal:** O acordo sobre a distância marginal avalia o ponto o qual a concordância sobre ponto tomada isoladamente traz um maior ganho. O ponto de maior distância marginal é aquele que maximiza a expressão apresentada anteriormente e  $x$  e  $y$  dois decisores. Considera-se a Expressão a seguir

$$(d_{\sigma(j')}^x, d_{\sigma(j')}^y) \text{ é crítico} \leftrightarrow c_{j'} \left[ |d_{\sigma(j')}^x - d_{\sigma(j')}^y| - |d_{\sigma(j'+1)}^x - d_{\sigma(j'+1)}^y| \right] > w_k \left[ |d_{\sigma(k')}^b - d_{\sigma(k')}^c| - |d_{\sigma(k'+1)}^b - d_{\sigma(k'+1)}^c| \right] \forall (k, b, c) \neq (j', x, y)$$

Esse resultado propõe que o ponto crítico segundo o critério de distância marginal seja o termo que traga uma contribuição individual maior. Ou seja, o que possui mais combinações possíveis entre DM e ordenação da alternativa.

O Teorema 3 apresenta um resultado que possui ligação com esta conceituação. Nesse teorema, há a percepção que a distância marginal é dada no valor que obtém o maior índice de redução de distância. O valor marginal é uma informação a mais no processo de tomada de decisão

**Teorema 3:** o menor valor marginal da distância entre os dois decisores é obtido no  $\sigma(j)$  que maximiza a expressão  $c_j [ |a_{\sigma(j)}^1 - a_{\sigma(j)}^2| - |a_{\sigma(j+1)}^1 - a_{\sigma(j+1)}^2| ]$

**Prova:** a distância marginal pode ser definida na influência da redução da distância de um ponto subtraído da sua medida posterior.

Considera-se o consenso nos critérios  $\sigma(n)$  o menor termo. Levando-se em conta que o teorema 1 apresenta a expressão  $OWD(d_1, d_2) = \sqrt[3]{Y_1 - Y_2}$  e que só o  $Y_2$  sofre alguma modificação. O valor  $\sigma(n-1)$  diferencia do anterior em uma medida  $w_{n-1} [ |a_{\sigma(n-1)}^1 - a_{\sigma(n-1)}^2| - |a_{\sigma(n)}^1 - a_{\sigma(n)}^2| ]$ . Por indução, cada valor  $j$  ordenado insere  $w_j [ |a_{\sigma(j)}^1 - a_{\sigma(j)}^2| - |a_{\sigma(j-1)}^1 - a_{\sigma(j-1)}^2| ]$  no valor de consenso e o  $j$  que tiver o maior valor, terá a maior redução na distância.

Resultado semelhante também é obtido separando o termo  $c_j [ |a_{\sigma(j)}^1 - a_{\sigma(j)}^2| - |a_{\sigma(j+1)}^1 - a_{\sigma(j+1)}^2| ]$  na equação OWD e comparando o termo atual com o anterior.

### 3.2.1.3 OWDC

O OWDC ajuda a entender as maiores distâncias se comparado com a opinião dos DM a partir de uma medida central. Para nossos propósitos, o OWDC gera uma interessante informação que pode ser útil durante a fase computacional do método. O OWDC também pode ser utilizado como critério de parada.

Esse agregador é apresentado por duas perspectivas. Pode ser apresentado utilizando a opinião média ( $OWDC_{MW}$ ) de referência para gerar o coeficiente ou a mediana ( $OWDC_{MD}$ ) das avaliações.

Uma utilização importante para o OWDC é possibilidade de utilizar um modelo de otimização para tentar descobrir o valor de um conjunto de opiniões que minimize a distância global entre as partes. Esta tese propõe o uso do método do gradiente reduzido generalizado (GRG) apresentado em [54] para tentar encontrar uma avaliação que minimize as distâncias, já que as condições propostas são suficientes para a resolução. A proposta então é apresentada como: há algum  $C_r = [c_r]$  que minimiza:

$$\text{Min } (OWDC) = \sum_{j=1}^n c_j R_j$$

$$\min \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_j |a_{\sigma(j)}^i - z_{\sigma(j)}|^{\lambda} \right)^{1/\lambda} =$$

s.a.

$$0 \leq c_r \leq 1$$

O GRG não é capaz nestas condições de garantir que o mínimo desta função seja um mínimo global. Porém, é possível utilizar o método de multipartidas. A pesquisa realizada por [55] utilizou o método de multipartidas e, com valores altos de partidas diferentes (1000, por exemplo) e um índice de convergência de  $10^{-5}$ . Consequentemente, é possível se chegar numa solução suficientemente boa pela conceituação do GRG, ou seja, esse valor for o ótimo, está muito próximo do valor.

As soluções obtidas pelo OWDC no caso da média, mediana e do GRG como opinião de referência traz perspectivas diferentes para o decisor. Traz para o debate da decisão se o consenso deve estar em uma opinião média, mais comum ou a que reduza a distância entre as partes.

Por último, é interessante ressaltar que, conforme o teorema abaixo, na utilização do GRG para o caso de pesos iguais e distância de Hamming, o vetor  $c_r$  que minimiza as distâncias coincide com o valor da mediana das avaliações. Isso auxilia na escolha do vetor de referência:

**Teorema 4:** Quando  $\lambda = 1$  e  $w = 1/m$ , o vetor  $C$  que minimiza a expressão corresponde a mediana das  $i$  avaliações:

**Prova:** A prova será concebida para  $j$  ímpar, mas a prova para uma quantidade par é análoga.

No cenário proposto:

$$\begin{aligned} \min & \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n w_j^i |a_{\sigma(j)}^i - c_{\sigma(j)}|^1 \right)^{1/1} = \\ & \min \left( w_j^i \cdot \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |a_{\sigma(j)}^i - c_{\sigma(j)}| \right) \right) = \\ & \min \cdot \left( \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |a_{\sigma(j)}^i - c_{\sigma(j)}| \right) \end{aligned}$$

Isolando um  $i$  específico, tem-se:

$$\min . \left( \sum_{j=1}^n |a_{\sigma(j)}^i - c_{\sigma(j)}| \right)$$

Para facilitar a compreensão, as avaliações  $A = (a_{\sigma(1)}^i, \dots, a_{\sigma(n)}^i)$  podem ser reordenadas no vetor  $O = (a_{\text{menor}}, \dots, a_{\text{maior}}) = (o_1, \dots, o_n)$ . Nesse cenário, o termo  $o_{\frac{n}{2}+0,5}$  é a mediana na avaliação. Utilizando a mediana como  $c$ , tem-se:

$$\min (|o_1^i - z| + \dots + |o_{\frac{n}{2}+0,5}^i - z| + \dots + |o_m^i - z|)$$

Observe que o termo central é nulo, os termos antecedentes possuem  $o > z$  e os precedentes  $z > o$

$$\min (c - o_1^i + \dots + 0 + \dots + o_m^i - c) = o_1 + o_m - c$$

Supondo que haja outro termo que seja diferente da mediana  $d$ ,  $d > z$  e  $c = d + k < o_{\frac{n}{2}+1}^i$ . Teríamos então:

$$\min (|o_1^i - d| + \dots + |o_{\frac{n}{2}+0,5}^i - d| + \dots + |o_m^i - d|) =$$

$$\min (d - o_1^i + \dots + k + \dots + o_m^i - d) = o_1 + o_m - c + |k|$$

Caso,  $d + c$  supere o antecessor ou o sucessor a distância aumenta em unidades de  $k$ . Portanto para minimizar a distância, o valor adotado deve ser a mediana. Expandindo isso para todo  $j$ , obtém-se uma solução composta de medianas. Por conta destas características, utilizamos a notação OWDC<sub>me</sub> quando o vetor de referência se tratar da mediana.

### 3.2.2 Proposição de processo a partir da definição

A agregação de opiniões e informações na decisão em grupo e negociação é um processo fundamental. Segundo [3], a agregação de decisão pode ser proposta de duas formas:

- Agregação a partir das preferências individuais dos decisores: o resultado e escolhas finais dos decisores não são visualizados diretamente, pois a agregação é feita com dados iniciais de preferência.

- Agregação a partir dos resultados e escolhas finais dos decisores: nesse cenário cada decisor apresenta sua avaliação final de priorização das alternativas, como entrada para o procedimento de negociação.

Os agregadores ordenados são compatíveis com as duas perspectivas. Contudo, as decisões baseadas no OWD possuem uma perspectiva mais ligada à agregação inicial dos decisores por conta de sua essência comparativa: a avaliação do decisor isoladamente não tem desenvolvimento no OWD. O OWA é mais flexível com relação ao contexto destas abordagens.

O decisor deve definir previamente como as informações do problema devem ser tratadas. Esta tese utiliza uma configuração semelhante a avaliação de abordagem *soft* e *hard* apresentada em [3]. O conceito por trás da ideia é que o especialista tenha oportunidade de utilizar diferentes princípios para avaliar os dados e que isso seja adaptável ao cenário. Nada impede que o especialista utilize informação de uma abordagem em outra: a conceituação apresentada é apenas uma proposta para utilização dos dados.

### **3.2.3 Abordagem da perspectiva estrita**

A perspectiva estrita se aproxima da abordagem *hard* de [3] e faz com que o método atue com o objetivo principal de prescrever possíveis soluções e pontos de melhoria e consenso. É uma abordagem dinâmica, pragmática e prescritiva que se torna bastante útil em casos de restrição de tempo ou de participação dos especialistas. Para tanto, abordagens de estrutura matemática são propostas e desenvolvidas para que as informações geradas sejam úteis.

As abordagens possuem diferentes visões para esta decisão e a abordagem estrita exige uma condição mais clara e bem definida sobre a decisão. Nesse cenário, é preferível que o resultado seja uma avaliação numérica por algum índice e que a decisão seja satisfeita quando for atingir determinado patamar.

Os índices estipulados devem ser bem definidos e o método deve prover uma recomendação com base na formatação de decisão adotada.

- **Abordagem da perspectiva ampla:**

A perspectiva ampla se aproxima da abordagem definida como *soft* em [3]. A perspectiva ampla tem como intenção não só apresentar soluções de consenso, mas

estimular discussões sobre os resultados e aumentar o nível do conhecimento sobre o problema.

A escolha por uma das abordagens deve levar em conta o tipo de decisão que se deseja ter, o tempo considerado para esse tipo de decisão, as necessidades do contexto, entre outros. A utilização de uma visão mais estrita ou ampla do problema deve ser tomada previamente e acordada entre os participantes. Algumas perspectivas são discutidas a partir de pontos de interesse no modelo de agregação.

#### P<sub>1</sub>: Número de rodadas:

O número de rodadas trata do número de tentativas (ou algum limite temporal) de melhoria da decisão que pode ser considerada aceitável na avaliação. Para a abordagem ampla, há uma percepção geral de que as informações do modelo devem ser prioritárias. Como consequência, as limitações com o número de rodadas podem ser menos rígidas. A abordagem ampla tem por princípio manter-se ativa enquanto estiver caminhando para o consenso ou enquanto estiver gerando informações relevantes para o sistema.

Por outro lado, a abordagem estrita tem uma predileção natural por um número de rodadas mais rígido. Isso se dá graças ao direcionamento pragmático para que o modelo atinja um resultado mais concreto.

#### P<sub>2</sub>: Vetor de referência:

São vetores que balizam o processo decisório. São vetores cuja escolha direciona o tipo informação para a decisão que pode ser tomada. Vetores de referência na abordagem ampla têm um significado que transcende os vetores de decisão da abordagem restrita. Isto, pois na abordagem ampla, os vetores servem para auxiliar a regra de decisão, mas também podem ser calculados para gerar informações de suporte à decisão enquanto na abordagem estrita a escolha dos vetores define de maneira mais direta como a decisão deve ser tomada.

As avaliações sobre compensação da decisão e entropia da decisão apresentadas no caso estrito permanecem relevantes. Os vetores de referência devem ser adotados utilizando os conceitos apresentados anteriormente.

#### P<sub>3</sub>: Critério de parada:

Os critérios de parada são utilizados para definir em que momento deve-se continuar a investir na negociação além do critério temporal. Na abordagem estrita, os

critérios de parada também precisam ser claros e bem definidos a fim de trazer dinamismo ao processo. É interessante para o processo de tomada de decisão estabelecer quando a solução obtida será suficientemente boa para ser tomada como decisão coletiva e que estas soluções estejam bem justificadas a fim de representar devidamente o processo decisório.

Na abordagem ampla, é possível que haja uma restrição mais maleável na sua utilização. O critério quantitativo direto perde força, enquanto a aceitação por parte dos especialistas e as discussões para compreensão do problema são enfatizados.

É importante salientar que as regras também podem ser tomadas em conjunto ou de maneira condicional e podem ser combinadas conforme a circunstância. Algumas sugestões de índices e critérios de parada são propostas a seguir:

- **Comparação com uma medida específica:** Métrica mais comum em agregadores de distância representa uma distância de uma opinião, frequentemente a opinião média. É possível considerar o consenso e definir que a regra de parada é acionada quando a distância OWDC é menor do que um valor definido anteriormente.
- **Suficiência:** é possível estipular que algumas decisões devam atingir ao menos o resultado em um, ou uns valores pré-definidos a partir de um vetor-ou de uma combinação de vetores pré-estipulados. Por exemplo, a regra pode ser 0,15 para uma avaliação com o vetor-e e 0,5 para o vetor-ou. Estas regras podem garantir a tolerância em uma margem considerada válida. É uma regra presente tanto nos agregadores OWA e OWD.
- **Eficiência na obtenção do acordo:** se por um lado esta perspectiva pode sofrer com um prolongamento excessivo do método, por outro, a definição prévia do número de rodadas pode fazer com que informações relevantes não emergam das discussões por conta da limitação do número de rodadas.

O conceito de eficiência incide sobre a avaliação da diminuição proporcional da distância ou na melhoria do resultado na avaliação do OWA. A sugestão é pré-definir uma avaliação como base para a decisão e estipular uma porcentagem mínima de melhoria no desempenho que deve ser usada na avaliação. A cada reunião, a operação é feita e é reavaliado o desempenho percentual das novas avaliações. Esta opção pode ser interessante, pois evita o alongamento do processo de negociação quando a eficiência das negociações não conduz a melhorias suficientes.

- **Critério de Veto:** Os critérios do voto podem refinar as alternativas. É possível definir valores que são julgados inaceitáveis e eliminar algumas alternativas da avaliação atinjam um determinado patamar de valor. Com isso, o número de opções viáveis é reduzido e a solução se torna mais precisa.

O Quadro 4 sintetiza a diferença entre estas duas abordagens. Trata de uma síntese dos conceitos apresentados nesta etapa.

*Quadro 4 — Comparação da abordagem estrita e ampla*

	<b>Estrita</b>	<b>Ampla</b>
Número de rodadas	Tende a ser mais rígida	Depende do desempenho do processo de decisão
Vetor de referência	Decisão	Informação
Critério de parada	Poucos, foco no resultado e prescrição	Vários, foco no desempenho do processo

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

### 3.2.3.1 Exemplos de parametrizações para OWD

As possibilidades de combinação de resultados são infinitas, por conseguinte, esta pesquisa apresenta três possibilidades como formas para possíveis discussões. Para ilustração, algumas propostas de decisão são apresentadas abaixo.

**Proposta Estrita (PE<sub>1</sub>):** número de rodadas 3. Critério de parada min (OWDC<sub>mn</sub>)<0,1(vetor-ou,  $\lambda=1$ ).

Esta parametrização utiliza no máximo de 3 rodadas de reavaliação para que a distância entre todas as avaliações e a avaliação mediana seja 0,1. A distância, nesse caso é o vetor-ou, entendida como a maior diferença entre o vetor opinião.

Por último, o valor de  $\lambda$  considerado é o 1. Esta escolha traz dois benefícios: a informação que o valor numérico do OWDC<sub>me</sub> coincide com o valor distância e o conhecimento que a opinião da mediana minimiza a função OWDC.

Com isso, temos uma avaliação rápida (Maxround=3), uma avaliação de patamar definida e não compensatória (vetor-ou) que nos entrega que o pior acordo deve possuir uma distância de (0,1). Com o  $\lambda = 1$ , a função OWDC é minimizada com a mediana, que é a referência na questão.

**Proposta Estrita (PE<sub>2</sub>):** número de rodadas 3, vetor-e, vetor-ou, média ponderada, vetor elicitado,  $\lambda=2$ , critério de parada melhoria do OWDC<sub>DG</sub>>5%

A distância euclidiana ( $\lambda=2$ ) tem o sentido geométrico de revelar o caminho mais curto para uma concordância num plano. O vetor-e representa que pelo menos

em algum critério o resultado deve ser satisfeito, vetor-ou indica. Esta solução pode ser interessante para a uma utilização ordenada e apenas a opinião consensual deva ser levada em conta.

O facilitador deve levar em conta os valores dos parâmetros para a tomada de decisão. As propostas são só alguns exemplos de recomendação.

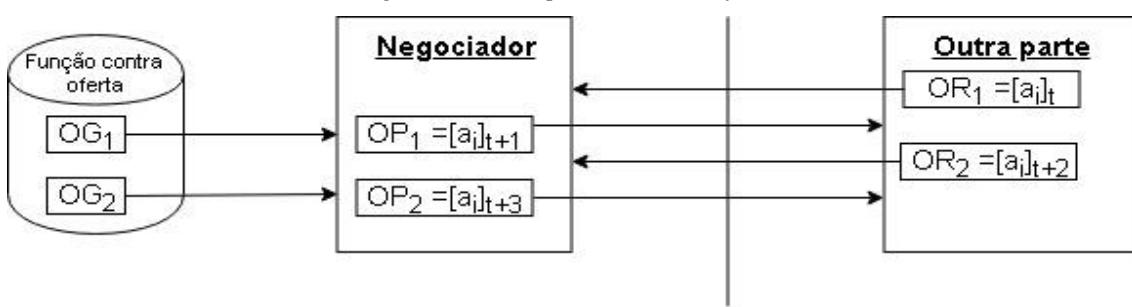
### 3.3 OWA NA ABORDAGEM DE NEGOCIAÇÃO

No contexto de suporte à negociação, o negociador pode receber uma prescrição de oferta para fazer, e informações sobre a oferta em si, porém não está obrigado a apresentar exatamente a proposta sugerida pelo modelo.

Essa característica pode fazer com que o negociador sugira ofertas diferentes do valor proposto. Isso não significa que o negociador esteja necessariamente agindo de maneira irracional, a escolha pode ter outros significados como a avaliação pelo negociador de uma característica diferente da negociação específica, que o fez modificar sua percepção de valores ou a elicitación das opiniões do negociador ainda não está muito bem definida e precisa de ajustes.

O procedimento proposto nesta tese serve para as duas opções: eliciar os valores inicialmente ou comparar os valores obtidos com valores pré-existentes. Considere esta sequência de ofertas em uma negociação. O negociador recebe uma oferta (OR) ao tempo  $t$ , e propõe uma oferta (OP) no tempo  $t_1$ . O modelo gera oferta OG a cada par de interações OG OP e a sequência segue com mais uma troca de ofertas, conforme a Figura.

*Figura 4 — Exemplo de troca de ofertas*



*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

Na tentativa de obter informação, algumas relações podem ser descartadas por não apresentarem dados que contribuem com a intenção inicial de gerar informações sobre o comportamento do decisor:

- (**OG<sub>1</sub>, OG<sub>2</sub>**): é apenas o produto de uma função pré-existente. Não realiza uma predição como objetivo;
- (**OR<sub>1</sub>, OR<sub>2</sub>**): é muito difícil fazer uma avaliação nesse cenário por não se ter ideia de como o negociador propõe suas ofertas. É provável que com algumas informações sobre o negociador e estruturação matemática, esta informação tenha um valor maior;
- (**OP<sub>1</sub>, OP<sub>2</sub>**): Comparar duas ofertas diferentes, com contexto, momentos e ofertas anteriores diferentes, exige um pouco de cuidado e talvez mais informações para utilizar esse resultado.

Por outro lado, as informações das ofertas apresentadas podem gerar dados valiosos, conforme apresentados abaixo.

- (**OP<sub>1</sub>, OG<sub>1</sub>**): é possível comparar as ofertas e testar a correlação da oferta gerada com a oferta proposta durante o processo. Uma má correlação pode sugerir uma mudança de estrutura nas avaliações.
- (**OR<sub>1</sub>, OP<sub>1</sub>**): Esta relação tem um significado importante. Ao considerar que um negociador aja de maneira racional e assumindo que o mesmo siga a premissa fundamental apresentada a seguir, esta informação possui um valor importante. A premissa fundamental é apresentada abaixo:

**Premissa fundamental:** o negociador sempre oferece a outra parte uma oferta mais vantajosa cuja avaliação é melhor do que a contraoferta recebida.

Essa premissa tem um comportamento que aparenta ser intuitivo, mas é importante sua definição. Entende-se que nunca o negociador vai fazer uma oferta cujo valor para si será pior do que a oferta recebida. É uma premissa assumida na função contraoferta apresentada nesta tese sem problemas, até porque serve como condição de aceitação. Porém, quando é, permite que o especialista tome decisões livremente, ele tem a liberdade de agir inclusive de maneira contrária à proposta por ele.

Um exemplo de condição que o negociador pode agir contrário a esta proposta acontece quando, em uma negociação específica, ele pode fazer uma proposta “pior” do que foi recebida, a fim de estimular a outra parte fazer uma oferta ainda melhor do que a recebida. É um exemplo de situação circunstancial, cuja estratégia tem um

caráter duvidoso. Porém, por conta desta possibilidade em aberto, a definição da premissa se faz importante.

Com a assunção da premissa fundamental, podemos garantir que  $OP_k > OR_k$  segundo a avaliação do negociador. Desta forma, considera-se;

Desta forma, considera-se:

$[a_j^{OP}]_{t_s}$  = oferta proposta pela outra parte recebida n tempo  $t_s$

$[a_j^{OP}]_{t_{s+1}}$  = contraoferta proposta pelo negociador após ter recebido a oferta acima no tempo  $t_{s+1}$

$[b_j^{OF}]_{t_i}$  e  $[b_j^{OP}]_{t_{s+1}}$  = representam os vetores [a] ordenados

$\mathbf{V}_C$  e  $\mathbf{V}_O$  representam o produto entre os vetores ordenados com o vetor C, ou seja,

$V([b_j^{OP}]_{t_s}) = [c_i]. [b_j^{OP}]_{t_{s+1}}$  e  $V([b_j^{OR}]_{t_s}) = [c_i]. [b_j^{OR}]_{t_s}$  respectivamente.

Cada conjunto de oferta recebida e contraoferta proposta gera uma expressão  $e_s$ :

$e_s: [c_i]. [b_j^{OP}]_{t_{s+1}} \geq [c_i]. [b_j^{OR}]_{t_s} \Rightarrow [c_i]. ([b_j^{OP}]_{t_{s+1}} - [b_j^{OR}]_{t_s})$

$g_s = ([b_j^{OP}]_{t_{s+1}} - [b_j^{OR}]_{t_s})$

É possível a partir daí montar uma matriz  $E_{sj}$ , o termo  $[e_{sj}]$  representa a diferença  $([b_j^{OP}]_{t_{s+1}} - [b_j^{OR}]_{t_s})$ .

Definidas as informações, é possível analisar o tipo de dado que se tem a priori. Cada conjunto oferta/contraoferta gera uma relação numérica clara e essa informação pode ser útil no entendimento da proposta feita pelo negociador.

### Procedimento de obtenção dos valores dos aspectos em negociação

Para compreender o problema, será proposta uma situação-exemplo: considere que o negociador realize a venda de dois itens de função semelhantes. Considerando que os valores foram normalizados em uma escala entre 0 e 1. As ofertas recebidas e contraoferta geradas estão apresentados na Tabela :

Tabela 4 – Exemplo de ofertas e contraofertas

	e <sub>1</sub>		e <sub>2</sub>		e <sub>3</sub>		e <sub>4</sub>	
	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>						
OP	0,5	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,33
OR	0,3	0,2	0,2	0,2	0,8	0,3	0,25	0,31

Fonte: Esta Pesquisa (2018)

Diante da tabela exposta, tem-se a seguinte interpretação: o negociador recebeu a oferta OR e resolveu realizar a contraoferta OP. Por simplificação da compreensão (sem alterar o sentido), no exemplo a<sub>1</sub> e a<sub>2</sub> já estarão ordenados do maior para o menor. Com um conjunto de dados desta natureza, é possível perceber quais os valores dos pesos c<sub>1</sub> e c<sub>2</sub>? Esta pergunta pode ter duas perspectivas.

**Perspectiva 1:** É possível saber quais os valores de c<sub>j</sub> a priori e realizar a comparação das ofertas recebidas com a contraoferta proposta para detectar diferenças de avaliação dos pesos propostos em princípio (c<sub>i</sub>) e a avaliação real pelo negociador. É possível que o negociador em algum momento realize alguma proposta na qual sua avaliação sobre a mesma se diferencie da avaliação proposta pelo modelo. Isso não necessariamente é considerado um erro e é interessante que o procedimento perceba isso com a possibilidade de apresentar como *feedback*.

**Perspectiva 2:** Outra utilização possível é sua utilização para eliciar os pesos c para o negociador. As respostas proveem informações sobre a sua avaliação geral.

Para investigar uma forma de gerar informações a partir dos dados, são necessários alguns avanços matemáticos. Em uma expressão geral do tipo e<sub>s</sub> não se tem muitas informações disponíveis. A fim de construir um arcabouço teórico para apreciação da teoria, alguns teoremas são apresentados:

**Teorema 5:** g<sub>j</sub> ≥ 0 ∀ j em e<sub>s</sub>, a equação gerada em e<sub>s</sub> é irrestrita para valores de c<sub>j</sub>

**Prova:** Para esta prova, pretende-se provar que um c<sub>k</sub> específico pode alcançar o seu valor mínimo e máximo em algum cenário.

**Para o seu valor máximo:** (c<sub>k</sub> = 1),

É possível definir algum c<sub>k</sub> = 1, já que [c<sub>k</sub>] · [g<sub>k</sub>] ≥ 0 quando g<sub>s</sub> é positivo. Assim, pode-se propor um vetor peso.

C' : [c<sub>j</sub>] = 0 se j ≠ k e c<sub>k</sub> = 1

Desta forma, c<sub>k</sub> pode obter o valor zero.

**Para o seu valor mínimo:** ( $c_k=0$ ),

É possível definir o  $c_k=0$ , já que  $[c_k] \cdot [g_k] \geq 0$  quando  $g_s$  é positivo. Assim, pode-se definir, por exemplo, um  $c_{k'} = 1$  ( $c_{k'} = c_k$ ) e propor um vetor peso:

$$C': [c_j] = 0 \text{ se } j \neq k' \text{ e } c_{k'} = 1$$

Desta forma,  $c_k$  pode obter o valor mínimo. c.q.d.

**Teorema 6:** se algum  $e_s$  possui algum valor  $g_s < 0$  e  $g_{s'} \geq 0$ ,  $e_s$  gera pelo menos uma restrição de valor máximo para  $c_k$  e de valor mínimo para  $c_k \neq c_j$

**Prova:** Considerando a priori  $c_j = 0 \forall c_j \neq c_k$  e  $c_{k'}$ , obtém- se a relação apresentada na expressão:

$$[c_k] \cdot [g_k] + [c_{k'}] \cdot [g_{k'}] \geq 0$$

Utilizando a relação  $\sum c_j = 1$  e a consideração a priori, tem-se  $c_k + c_{k'} = 1$

Isolando o valor de  $c_k = 1 - c_{k'}$  tem-se:

$$(1 - c_{k'}) \cdot g_k + c_{k'} \cdot g_{k'} \geq 0$$

$$c_{k'} \geq \frac{-g_k}{g_{k'} - g_k}$$

Esta relação pode ou não prover informações relevantes para o modelo. Deve-se levar em conta que as variáveis  $c$  e  $g$  estão no intervalo  $[0,1]$  e que quando  $c_{k'} > 1$  ou  $c_{k'} < 0$  não traz informações relevantes para a negociação. Adicionalmente, torna-se compreendido como  $c_j$  irrestrito quando a proposição é incapaz de propor um limite superior ou inferior à constante. Com isso, quatro cenários são possíveis:

*Tabela 5 — Combinações dos resultados de g e consequências*

Combinação	Conclusão
$(g_k > 0, g_{k'} > 0)$	$c_{k'} < 1$ . Portanto, não restringe $c_k$
$(g_k > 0, g_{k'} < 0)$	$0 \leq \frac{-g_k}{g_{k'} - g_k} \leq c'_k \leq 1$ : $c_{k'}$ passa a ter limite inferior
$(g_k < 0, g_{k'} > 0)$	$0 \leq c'_k \leq \frac{-g_k}{g_{k'} - g_k} \leq 1$ : $c_{k'}$ passa a ter limite superior
$(g_k < 0, g_{k'} < 0)$	$c_{k'} > -1$ . Portanto, não restringe $c_k$

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

Desta forma,  $g_s < 0$  e  $g_s' \geq 0$ , geram uma restrição de valor máximo para  $c_k$  e de valor mínimo para  $c_k \neq c_j$ , c.q.d.

**Corolário 1:**  $g_k = 0$  é uma proposição que mantém  $c_k$  irrestrito

O produto de uma variável por 0 faz com que  $c_k$  possa assumir qualquer valor entre 0 e 1. Assim, é interessante frisar que a entrada de outras variáveis nesta avaliação pode restringir ainda mais o espaço possível para  $c_j$ . Isso faz com que a relação se torne trabalhosa para uma comparação aos pares. Além disso, não é possível estimar com convicção possíveis valores de  $c_j$ .

Esses resultados demonstram algumas relações importantes na investigação sobre o  $c_j$ , mas o resultado ainda não é suficiente. Um desenvolvimento matemático possível para esse caso é definir um intervalo numérico que contenha os valores possíveis de  $c_j$ . Os limites podem ser obtidos utilizando por base os teoremas anteriores e a função a seguir. Para um  $c_k$  específico, o maior valor obtido possível é obtido com a resolução da seguinte avaliação (Tabela 6).

Tabela 6 — Função máximo e mínimo

Max ( $c_k$ )	Min ( $c_k$ )
s.a.	s.a.
$e_1, e_2, \dots$	$e_1, e_2, \dots$
$c_1 + \dots + c_n = 1$	$c_1 + \dots + c_n = 1$
$c_j \geq 0$	$c_j \geq 0$
<u>Limite superior</u>	<u>Limite inferior</u>

Fonte: Esta pesquisa (2018)

Como as restrições  $e$  são proposições maiores do que 0, é possível utilizar o simplex nesse sistema. Para um conjunto de proposições  $e_s$ , os seguintes resultados são possíveis:

- **Sistema irrestrito:** as expressões  $e_s$  não foram capazes de delimitar as regiões possíveis para os  $c_j$ .
- **Sistema delimitado:** as propostas foram capazes de delimitar pelo menos um  $c_j$ .
- **Sistema impossível:** as expressões oriundas do  $e_s$  demonstram uma incoerência entre os valores possíveis de  $c_j$ , criando um intervalo impossível. Isso pode ser por algum comportamento matemático específico da ponderação do decisão ou uma tomada de alguma decisão diferente da proposta como parte de uma estratégia não

prevista pelo modelo. Nesses casos é interessante rever as expressões que foram base para a avaliação.

Esse dois teoremas são fundamentais para a proposição seguinte: utilizando o simplex, é possível definir um intervalo para  $c_k$  específico limitado entre  $\text{Max}(c_k)$  e  $\text{Min}(c_k)$ .

Voltando ao exemplo proposto nesse capítulo,  $e_3$  e  $e_4$  possuem restrições limitantes para  $c_1$  e  $c_2$ . Ao utilizar as expressões de maximização e minimização propostas nesta tese, obteve-se como resultado um sistema delimitado apresentado da forma abaixo:

$$0,46 < c_1 < 0,83$$

$$0,17 < c_2 < 0,54$$

Na perspectiva 2 do teste, esse resultado pode ser melhorado com mais avaliações. Para a premissa 1, havia sido proposto a priori, mas não dito na descrição, os valores de  $(c_1, c_2) = (0,6;0,4)$ . Esses valores estão dentro dos limites do método, o que significa que, por hora, o negociador aparenta manter a coerência na avaliação.

### 3.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

Esse capítulo apresentou ferramentas e processos propostos pela a tese para auxiliar o processo de decisão em grupo e negociação. Na etapa de negociação, foram propostas medidas como o OrnessD e a adaptação do conceito de ponto crucial e do vetor central OWDC. Além disso, são propostas duas formas de abordagem para lidar com o problema: abordagens *soft* e *hard*. Enquanto, a etapa de negociação apresenta técnicas desenvolvidas por esse trabalho para a obtenção de informação sobre o comportamento dos decisores em negociação.

A utilização ordenada e efetiva dos conceitos propostos nesse capítulo é apresentada no capítulo seguinte, com a proposição do protocolo de ações para o processo decisório.

## 4 FRAMEWORK PARA USO DE AGREGADORES ORDENADOS EM DGN

Este capítulo propõe um *framework* para alinhar os cenários de decisão em grupo e negociação na perspectiva de agregadores ordenados. O objetivo é mostrar a aderência dos modelos aos agregadores OWA e OWD, revelando características comuns e vantagens de suas utilizações.

Inicialmente, é necessário fundamentar os princípios que diferem a decisão em grupo e a negociação. Segundo [44], a decisão em grupo inclui o desenvolvimento e o estudo de métodos para ajudar grupos ou indivíduos dentro de grupos, com relação a suas interações, e colaboram para atingir uma decisão coletiva. Os pontos de vista distintos que são apresentados pelos participantes da decisão são capazes de prover uma ampliação de perspectivas na avaliação da decisão.

Segundo [56], é possível que haja um único tomador de decisão nas escolhas em grupo, enquanto os outros participantes (por exemplo, analistas, especialistas) têm o papel de gerar aconselhamentos. Dada perspectiva, corresponde à abordagem do supradecisor, também discutida por [12]. A negociação, nesse momento, não deve ser entendida como obrigatória, mas também não pode ser desprezada. [45].

Para uma melhor compreensão das definições, [44] pontuam a decisão do grupo como um problema de decisão compartilhado por duas ou mais partes interessadas. Estas partes devem fazer uma escolha a qual todos os participantes devem assumir algum tipo de responsabilidade. Enquanto, a negociação é vista como um processo no qual duas ou mais partes independentes podem, caso queiram, fazer uma escolha coletiva. Esta visão é corroborada por [57]. O autor define negociação 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.

Na perspectiva de [58] a decisão em grupo é um caso geral e, a negociação um caso específico dentro do escopo de decisão em grupo. Consequentemente, perante esses autores, toda negociação é uma decisão em grupo. Adicionalmente, deve-se considerar as ponderações de [45], na qual avaliaram que nos processos participativos, as posições dos grupos devem ser consideradas relevantes, mesmo que os membros do grupo, ou todo grupo, não tenham um poder direto de decisão.

A perspectiva de Raiffa, sobre o assunto é explicitada por [3]. O autor afirma que a decisão em grupo envolve um procedimento analítico para agregar preferências

de um grupo de decisores, enquanto a negociação envolve um processo de interação entre os decisores para que cheguem a uma decisão em comum.

Mediante tais definições, verifica-se que esses dois conceitos não podem ser totalmente dissociados e suas fronteiras não são fortemente delimitadas. Isso fica claro quando é analisado o conceito de negociação integrativa, presente em [3]. As negociações integrativas se aproximam bastante da ideia de uma decisão em grupo. Por outro lado, grupos com fortes divergências possuem um forte viés da perspectiva de negociação.

#### 4.1 CONSTRUCTOS DA DECISÃO EM GRUPO E NEGOCIAÇÃO

Para delimitar as áreas de atuação, esta tese desenvolve uma classificação básica como referência, sem a pretensão de que ela seja dicotômica. Pretende-se, portanto, apresentar o conceito e ter um direcionamento das atividades. Assim, foi adotada a definição básica apresentada por [59]. O autor afirma que do ponto de vista de apoio à decisão em grupo, a importância de uma base comum de informações factuais reside não apenas na eficiência dos processos individuais, mas também em uma possível convergência de opiniões individuais. O suporte através de bases de informações comuns também leva a problemas específicos em um contexto de grupo. Em situações de negociação entre adversários, problemas de ocultar informações e desconfiança podem impedir o apoio. Além disso, é importante enfatizar que a negociação frequentemente se desenvolve por uma perspectiva distributiva que a decisão em grupo geralmente não abrange.

Esta visão é complementar aos princípios de Raiffa [3]. O autor afirma que enquanto o uso de procedimentos analíticos de agregação de preferência traz uma grande preocupação em relação às regras de racionalidade diante de alguns paradoxos, nos procedimentos de negociação a maior preocupação é com a interação entre os decisores. É importante que modelos que suportem a negociação tenham esta perspectiva e sejam totalmente prescritivos apenas em situações que o cenário exigir.

A fim de ilustrar os conceitos de decisão em grupo e negociação a partir das definições explicitadas e envolvendo conceitos importantes das perspectivas de [3], [58], [44], [57] e [45], são apresentados os constructos para essas abordagens no Quadro 5.

*Quadro 5 – Constructos de decisão em grupo e negociação*

	<b>Decisão em Grupo</b>	<b>Negociação</b>
<b>Compartilhamento de informações</b>	Desejável, para que se chegue a uma decisão conveniente	Apesar de ser possível comportamento integrativo, a tese lida com distributivos
<b>Interesse</b>	Coletivo, entre todas as partes do processo	Próprio, ou da parte que representa no processo
<b>Objetivo da decisão</b>	Representar uma decisão que seja a opinião da maioria	Obter melhor valor possível para o lado da negociação
<b>Geração de informação</b>	Compartilhar com as partes	Não necessariamente compartilhar com as partes

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

Mediante a Tabela 4.1, reforça-se a ideia de que estas definições não são totalmente dicotômicas, ou seja, a fronteira real não é tão bem delimitada.

#### 4.2 FRAMEWORK COMUM PARA UTILIZAÇÃO DO OWA E OWD PARA GRUPOS

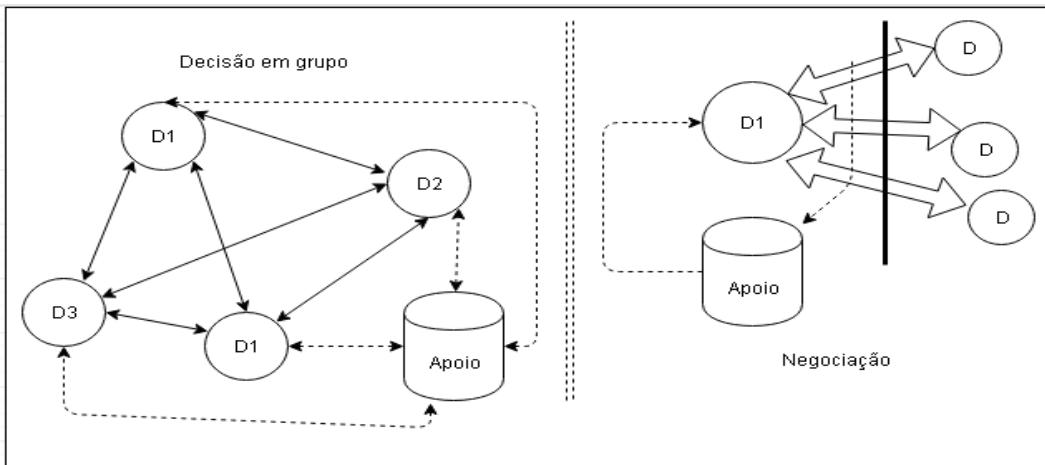
Diante dos conceitos de DGN e uma limitação dos agregadores ordenados aos casos OWA e OWD, é possível propor um *framework* para decisão em grupo e de negociação. É importante ressaltar que esse *framework* não tem por objetivo ser uma apresentação universal para o cenário da DGN, mas uma aproximação comprehensível e pragmática.

Uma ilustração sobre a obtenção das informações e o seu uso para apoio é apresentada na Figura 5. As setas sólidas representam a distância, as pontilhadas a troca de informação entre o apoio e como os inputs são obtidos. Esta imagem fundamenta as discussões sobre o uso do OWA e OWD.

A decisão em grupo exposta de maneira gráfica revela que a distância entre D2 e D3 aparenta ser a maior. A ferramenta de apoio deve corroborar esta avaliação. Na negociação multilateral, as informações de negociação (troca de ofertas representadas pelas setas grossas) servem de *input* para as ferramentas de apoio.

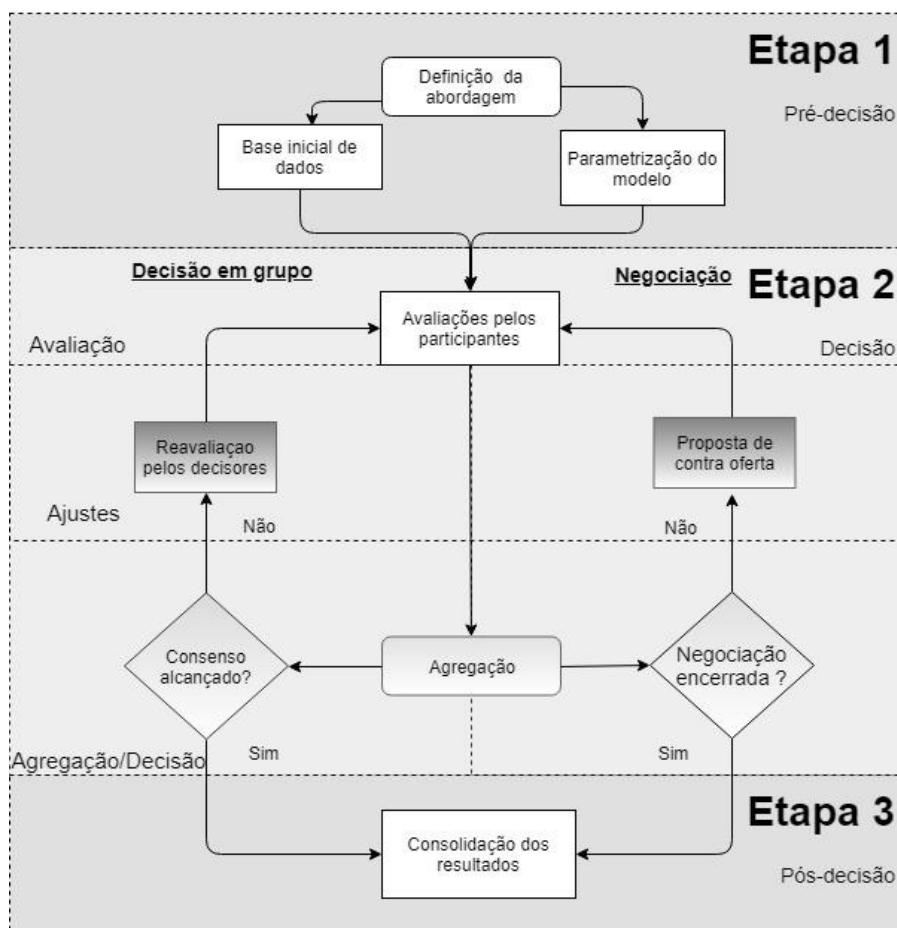
É perceptível que, tanto a formatação para decisão em grupo, quanto para negociação, possui uma perspectiva comum. Para evidenciar os trechos em comum, é apresentado um *framework* com ambas as perspectivas, conforme a Figura 6.

Figura 5 — Framework básico de decisão em grupo e negociação



Fonte: Esta pesquisa (2018)

Figura 6 — Framework geral da decisão em grupo



Fonte: Esta pesquisa (2018)

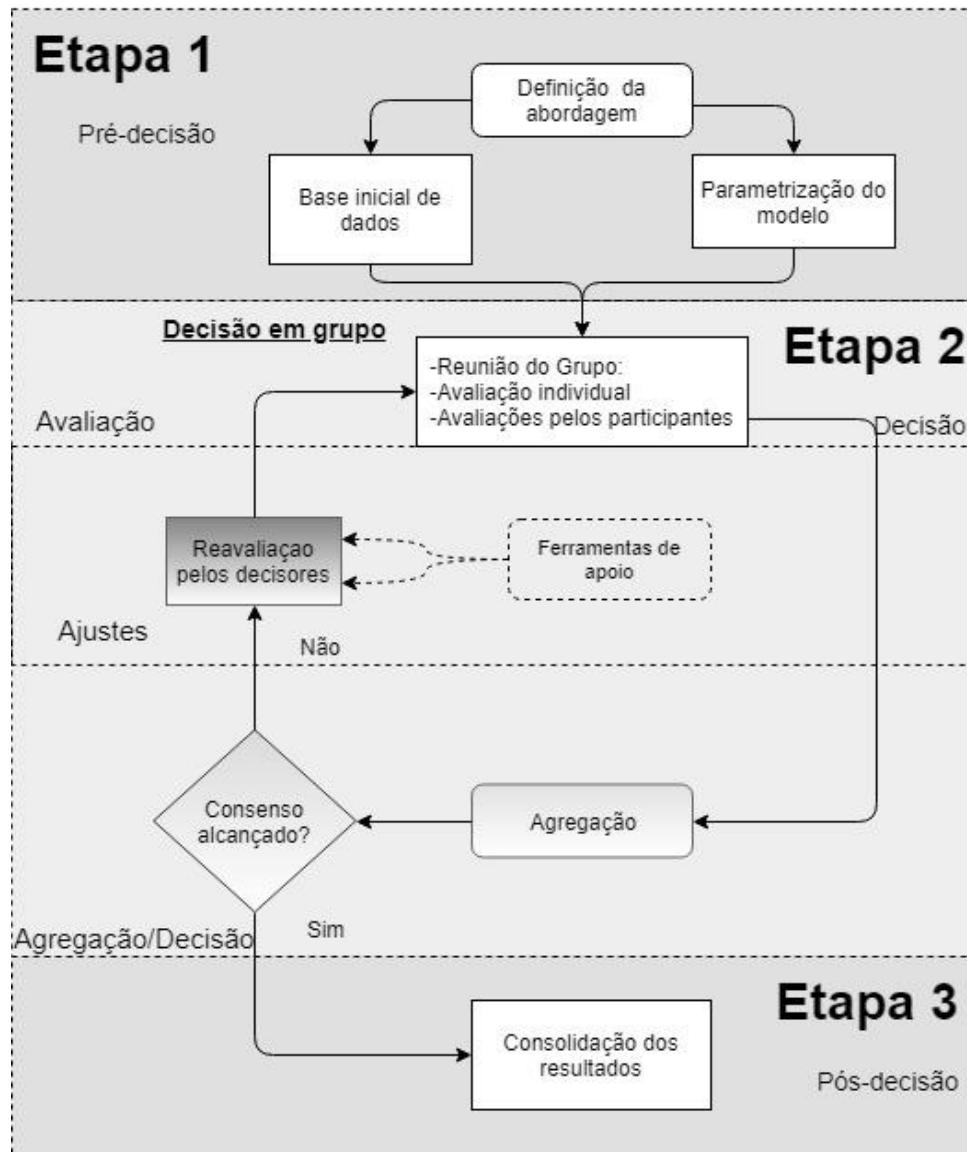
O framework proposto é dividido em três etapas. A Etapa 1 é preparatória para a DGN. A etapa 2 é propriamente o processo e, a etapa 3 remete a consolidação dos resultados.

Apesar de o framework ser comum, os processos possuem suas características próprias. Portanto, os procedimentos de decisão em grupo e negociação são apresentados separadamente.

#### 4.3 FRAMEWORK PARA A DECISÃO EM GRUPO

O *framework* para utilização do agregador ordenado OWD para o processo de decisão em grupo utilizando os conceitos e perspectivas é apresentado na .

*Figura 7 — Framework para decisão em grupo*



*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

A descrição das etapas presentes no *framework* é apresentada nos tópicos seguintes.

### 4.3.1 Etapa 1: Pré-decisão

As informações desta etapa devem ser utilizadas para o processo de agregação sendo definidas, a fim de garantir a eficácia e a isonomia na negociação. O objetivo desta etapa é reunir informações suficientes sobre o problema, explicar o processo de tomada de decisão a todos os decisores e, alinhar o problema de acordo com o método.

O problema a ser avaliado nesse processo precisa estar bem estruturado e com os critérios definidos. Consequentemente, recomenda-se utilizar algum método de estruturação de problemas, tais como o VFT ou o SODA [3].

#### 4.3.1.1 Parâmetros

Os parâmetros do modelo devem ser definidos previamente a fim de se garantir a isonomia na tomada de decisão. Alguns dos principais parâmetros auxiliam o direcionamento na tomada de decisão nesta tese são: lâmbda ( $\lambda$ ), número de rodadas, vetores de avaliação C e abordagem (restrita ou ampla). A parametrização garante flexibilidade e a resiliência da agregação, pois é capaz de apresentar diversas formas para o procedimento baseado em pontos de partida diferentes e que podem ser adaptáveis ao tipo de decisão a ser tomada.

Os parâmetros devem ajudar essencialmente na aderência ao problema, a fim de trazer informação importantes para a tomada de decisão. A parametrização é capaz de lidar com a relevância da compensação na tomada de decisão e adicionar ao problema características específicas, como a definição de quantidade suficiente de boas avaliações e grau de compensação.

Os vetores de avaliação podem ser pesos considerados tanto para a tomada de decisão como para o auxílio de informação. Em alguns casos, é preferível que a quantidade de vetores de restrição não seja muito grande, mas corresponda a uma avaliação precisa e representativa. A compensação da decisão pode ser avaliada a partir da medida do Orness. Caso o especialista resolva eliciar esta avaliação (como presente em [11]), é possível como avaliar qual o nível de compensação da avaliação do grupo.

Outra medida útil é a entropia. Essa métrica é capaz de auxiliar na percepção da concentração ou dispersão na avaliação dos critérios. É, portanto, uma percepção da capilaridade da decisão, ou seja, de como a avaliação é difundida entre os critérios.

#### 4.3.1.2 Base de dados

A base de dados é composta por dados históricos, avaliações de cenário atual, opinião de outras partes e todas as demais informações que podem ser utilizadas como entrada do processo. A importância das informações pré-estabelecidas pode ser maior em casos que as experiências passadas sejam um aspecto fundamental no processo.

A figura do analista/facilitador não é obrigatória, porém frequentemente requerida. Ele deve orientar e conduzir as etapas do processo decisório. O analista deve ter conhecimento suficiente sobre a condução das avaliações de preferências dos participantes, englobando funcionamento do modelo e a orientação para se alcançar uma solução aceitável. Também é responsável por coletar todos os rankings individuais e calcular as medidas de distância entre as avaliações e relatar essas distâncias.

### 4.3.2 Etapa 2 - Decisão

Esta etapa é a qual o processo é propriamente realizado. Nessa etapa acontece a reunião do grupo, as avaliações e os processos matemáticos que envolvem o modelo:

#### 4.3.2.1 Reunião do grupo

O facilitador deve promover uma discussão usando a informação obtida nas reuniões individuais a fim de identificar os critérios de avaliação. Nos casos em que as alternativas do problema não estão claramente definidas, esta etapa corresponde ao momento ideal que seja realizada.

##### - Avaliação individual

Os decisores são convidados a apresentar seu ranking individual de alternativas, sem que isso seja influenciado pelo ranking dos outros decisores. A avaliação deve ser considerada conforme apresentada por [11], o qual o valor da avaliação indica o grau o qual de satisfação do critério. É apresentada a matriz de avaliação para os decisores para que se faça uma avaliação individual.

##### 4.3.2.2 Avaliação pelos participantes:

Nesta etapa os participantes, propriamente, inserem as suas percepções sobre os pontos avaliados no problema. A parametrização da etapa anterior auxilia na confiança com o método, enquanto a base de dados pode ajudar com informações mais fundamentadas. A adição de informação nesta etapa segue o procedimento demonstrado em [3], o qual a agregação é feita de maneira inicial.

Nesta etapa, é importante que os participantes do processo estejam bem definidos, seus conhecimentos sobre o problema devem ser considerados relevantes e equiparados. Além disso, é esperado que tenham ao menos um nível de confiança aceitável sobre suas avaliações do problema.

#### 4.3.2.3 Agregação /decisão

Esta etapa gera os resultados numéricos que balizam as decisões e discussões dentro desse modelo. A agregação pode ser o computo dos resultados de divergências de opiniões na decisão em grupo ou as avaliações de oferta ou proposta de contraoferta em uma negociação.

A agregação feita é o input necessário para uma decisão: no caso da decisão em grupo, o questionamento é feito sobre o consenso. O resultado obtido é suficiente e satisfatório na perspectiva de uma decisão em grupo?

Na negociação, a pergunta também é sobre a satisfação, mas nesse caso, sobre a satisfação da oferta recebida com relação ao conjunto de valores do negociador. A oferta recebida atingiu um patamar considerado satisfatório? No cenário de negociação, é comum que esta resposta seja respondida por uma pré-definida função de interpretação [43]. A função de contraoferta indica se a negociação deve continuar ou não após uma oferta recebida.

Caso o resultado da decisão seja no sentido de finalizar o processo, o procedimento é levado para a etapa 3. Caso contrário, o processo é realimentado para etapa de revisão.

#### 4.3.2.4 Reavaliação e ferramentas de apoio

A reavaliação é ativada diante de uma decisão que não é encaminhada para o seu fim. Nesta etapa os resultados são reavaliados conforme estratégia definida na primeira etapa. Com isso, pretende-se que o resultado seja melhorado refinando as avaliações e rediscutindo-as, a fim de que o consenso, ou a melhor negociação possível, seja alcançada.

No caso da decisão em grupo, esta etapa foca na melhoria do resultado para a maioria. Busca-se a redução da distância entre opiniões. Técnicas como ponto crucial, avaliação da eficiência, minimização da maior discordância, entre outras, são desenvolvidas a fim de gerar informações para a reavaliação do processo.

A utilização e o apoio destas etapas foram discutidos anteriormente, é importante que o facilitador conheça o método a fim de parametrizar corretamente o processo de tomada de decisão e utilizar as ferramentas adequadas.

#### **4.3.3 Etapa 3 – Pós-decisão**

Esta etapa pretende consolidar os resultados obtidos nos processos anteriores. É importante ressaltar que pela própria natureza do processo de decisão em grupo e negociação, o fato do processo alcançar esta etapa não garante que o grupo tenha alcançado um nível bom de consenso ou que a negociação tenha sido realizada. É possível que o consenso tenha sido considerado inalcançável ou a negociação tenha se formado dentro de um universo irreconciliável como apresentado em [3].

Portanto, o objetivo desta etapa é consolidar os resultados obtidos. Registrar os parâmetros e valores utilizados e seus resultados. Também pode ser conveniente registrar a opinião do facilitador sobre o processo e dos participantes da decisão. O objetivo é apresentar um relatório que traga informações enriquecedoras para o futuro.

É possível que esse relatório final ajude os participantes a ter um conhecimento maior sobre os problemas mesmo não representando consenso. Estas informações são importantes para a transformação de um conhecimento tácito e limitado de partes da decisão em um conhecimento global.

Já em um cenário de desacordo em uma decisão estrita, é possível obter algumas informações na consolidação dos dados que geram hipóteses para a compreensão sobre possíveis resultados ruins, como erros de estratégia, má avaliação, conduta do decisor, entre outros.

Estas informações consolidadas podem ser relevantes em outro processo de decisão, alimentando a base inicial de dados e fazendo com que o nível de conhecimento sobre o processo enriqueça e os resultados gerais sejam obtidos.

### **4.4 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK PARA DECISÃO EM GRUPO**

O fluxograma de ações apresentado em [8] compatível com o apresentado na tese e constitui-se em uma das bases para a construção do modelo. O estudo de caso do artigo é apresentado com mais detalhes nesta tese.

#### **4.4.1 Modelo de decisão em grupo baseado no OWD para apoio à decisões em logística**

No estudo de [8], foi proposta uma simulação numérica usando uma empresa real como exemplo. Os principais processos da empresa são lavar e processar o algodão que é usado para produzir produtos como cotonetes, lenços e bolinhas de algodão. A decisão da empresa é sobre a realocação de suas atividades.

Ref. [8] apresenta um estudo prático da aplicação desse modelo. É apresentado um modelo de decisão em grupo usando um agregador de distância baseado no OWD, cuja solução tenta reduzir a discordância entre os decisores. Os autores ainda apresentam as regras de decisão e estabelece medidas para avaliar os efeitos compensatórios que influenciam as opiniões dos decisores. O modelo utiliza formulações de distâncias para avaliar as diferenças de opinião entre os decisores e discute os significados da distância e as informações apresentadas por cada decisor.

Foi proposta por [8] uma simulação numérica com um problema logístico como plano de fundo. No problema proposto, a empresa decidiu realocar suas operações e incluir um novo parceiro no negócio. A simulação considera que existem quatro decisores, representando os novos e antigos proprietários da empresa: D1, D2, D3 e D4.

A empresa precisa tomar algumas decisões importantes. Uma delas é sobre a nova localização. A macrorregião em que a fábrica será localizada foi delimitada previamente pelos decisores. Dentro desta macrorregião, existem algumas localidades que são capazes de facilitar o relacionamento da empresa com seus fornecedores, compradores e outras partes interessadas. Além disso, a boa localização pode baratear os custos da construção de uma nova fábrica.

Os decisores e os problemas são reais. Alguns detalhes foram omitidos a pedido da empresa. O objetivo é dar um exemplo ilustrativo de como os parâmetros e o método funcionam com dados reais e exibindo o funcionamento do método.

#### **4.4.2 Etapa 1**

O facilitador assumiu conhecimento sobre características gerais da decisão a ser tomada e obteve informações específicas sobre os arranjos de realocação da empresa para um novo local e as características da decisão. Esta informação pode ajudá-lo a permanecer neutro e a conduzir o processo de decisão de forma mais eficiente.

- Abordagem do modelo

Nesse estudo, a abordagem do modelo adotada será a abordagem ampla. A intenção dos decisores é obter uma opinião mais perto de uma opinião consensual, utilizando as avaliações e discussões dos decisores participantes.

- Base inicial de dados

O problema já estava previamente definido e o facilitador compreendeu questões fundamentais da área para conduzir a decisão. Um grupo preliminar de alternativas foi obtido e o escopo do problema apresentado aos decisores. O facilitador perguntou individualmente às partes sobre o problema e as alternativas que eles sugeriram. As localizações foram definidas ( $l_1, l_2, l_3, l_4$ ).

- Parametrização do modelo

Nesse caso, para cada alternativa proposta o decisão avalia dentro de uma escala [0,1] o grau de satisfação. A abordagem do problema é ampla, portanto se espera que o processo gere informações que forneçam subsídios para melhorar a decisão dos especialistas.

Peso/Orness/entropia (itens 2.3.1 e ferramentas 3.2.1.1 e 2.3.4.2): A fim de gerar informações para o processo, cinco vetores foram eleitos para a avaliação do processo: vetor-e e vetor-ou, média ponderada, descarte dos extremos e um vetor elicitado pelo atual dono da empresa, definido por (0,4;0,3;0,2;0,1). O Orness desse último vetor foi calculado e foi obtido o valor de (0,667), indicando que esse vetor elicitado tem uma inclinação ao raciocínio não compensatório.

O valor da entropia apresentado em 2.3.4.2 também foi calculado e os resultados foram apresentados Tabela 7.

*Tabela 7 — Função máximo e mínimo*

W	H(W)	W	H(W)
<b>Média ponderada</b>	1,38	<b>Vetor-e</b>	0
<b>Descarte dos extremos</b>	0,38	<b>Vetor-ou</b>	0
<b>Peso elicitado</b>	1,27		

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

É possível observar pelo resultado da entropia que a dispersão entre o peso elicitado e o peso médio atingiram valores próximos. Vectors extremos como vetor-e e vetor-ou obtiveram o valor que se tende a 0.

Parâmetro  $\lambda$  ( 2.3.2): o valor de  $\lambda$  utilizado nesse estudo é 1. Variações desse parâmetro são utilizados na análise de sensibilidade da decisão.

OWDC (3.2.1.3): O vetor utilizado como referência nesse caso é o vetor médio entre as avaliações possíveis. É um valor que apresenta uma opinião de referência aceitável entre as opiniões.

Critério de parada (item 3.2.2): Os decisores acordaram em realizar até duas rodadas de reavaliação antes de chegar ao resultado proposto.

#### 4.4.3 Etapa 2

Nesta etapa o processo é executado em sua fase conceitual e de discussões.

- Reunião do grupo e avaliações

O grupo foi reunido e avaliaram as alternativas propostas. As avaliações de cada decisor desse grupo é apresentada na Tabela 8.

*Tabela 8 – Avaliação dos decisores*

Decisor	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_4$
$D_1$	0,6	0,4	0,2	0,75
$D_2$	0,5	0,7	0,75	0,8
$D_3$	0,45	0,65	0,35	0,3
$D_4$	0,50	0,4	0,7	0,55

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

- Agregação

Com as avaliações e parâmetros definidos, os resultados da agregação foram obtidos, conforme a Tabela 9.

*Tabela 9 – Agregação dos vetores par-a-par*

	Vetor-ou	Vetor-e	Média ponderada	Descarte dos extremos	Vetor elicitado
<b>OWD(<math>D_1, D_2</math>)</b>	0,55	0,05	0,25	0,2	0,328
<b>OWD(<math>D_1, D_3</math>)</b>	0,303	0,003	0,101	0,05	0,15
<b>OWD(<math>D_1, D_4</math>)</b>	0,167	0	0,0487	0,014	0,075
<b>OWD(<math>D_2, D_3</math>)</b>	0,303	0,003	0,102	0,05	0,15
<b>OWD(<math>D_2, D_4</math>)</b>	0,167	0	0,0487	0,014	0,075
<b>OWD(<math>D_3, D_4</math>)</b>	0,35	0,05	0,225	0,25	0,255
<b>OWDC</b>	0,3125	0,1375	0,231	0,237	0,207

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

- Ferramentas de apoio.

Há algumas informações interessantes na tabela de distâncias e podem ser úteis no entendimento dos decisores do problema tratado e incitar a discussão. Primeiro, a maior distância na opinião é observada entre D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub>. O par D<sub>1</sub> e D<sub>2</sub> também alcançaram a maior distância quando os pesos foram elicitados.

A distância entre D<sub>3</sub> e D<sub>4</sub> é maior quando os extremos são descartados, o que sinaliza que a diferença de opinião entre esses valores acontece de maneira mais distribuída na avaliação.

O OWDC foi calculado para ajudar o analista a guiar as decisões após o ponto crucial. O ponto crucial é calculado usando a Tabela 10.

*Tabela 10 — Ponto crucial*

<b>OWD</b>	<b>Vetor-e</b>				<b>Vetor média</b>				<b>Vetor-ou</b>			
	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>3</sub>	<i>l</i> <sub>4</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>3</sub>	<i>l</i> <sub>4</sub>	<i>l</i> <sub>1</sub>	<i>l</i> <sub>2</sub>	<i>l</i> <sub>3</sub>	<i>l</i> <sub>4</sub>
(D <sub>1</sub> ,D <sub>2</sub> )	0,55	0,55	0,3	0,55	0,225	0,175	0,1125	0,2375	0,3175	0,2575	0,1575	0,325
(D <sub>1</sub> ,D <sub>3</sub> )	0,45	0,45	0,45	0,25	0,2125	0,1875	0,2125	0,1375	0,2775	0,2475	0,2775	0,1675
(D <sub>1</sub> ,D <sub>4</sub> )	0,5	0,5	0,2	0,5	0,175	0,2	0,075	0,15	0,26	0,275	0,11	0,23
(D <sub>2</sub> ,D <sub>3</sub> )	0,5	0,5	0,5	0,4	0,2375	0,2375	0,15	0,125	0,3275	0,3275	0,2225	0,1825
(D <sub>2</sub> ,D <sub>4</sub> )	0,3	0,25	0,3	0,3	0,15	0,075	0,1375	0,0875	0,2025	0,115	0,195	0,135
(D <sub>3</sub> ,D <sub>4</sub> )	0,35	0,35	0,25	0,35	0,2125	0,1625	0,1375	0,1625	0,2525	0,2225	0,1825	0,2225

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

Não faz sentido calcular o vetor-ou. A razão é que nesse cenário, ou todos os decisores concordam em um ponto ou todos os vetores vão para 0. A linha com *l*<sub>j</sub> representa como o vetor OWD seria se o acordo fosse alcançado em *l*<sub>j</sub>.

Tabela 10 fornece mais informações ao analista e decisores sobre o processo decisório. Se o objetivo é minimizar as diferenças mais altas (vetor-e), o equilíbrio em *l*<sub>3</sub> reduz o nível de OWD em cálculos de três pares OWD ((D<sub>1</sub>, D<sub>3</sub>), (D<sub>1</sub>, D<sub>4</sub>), (D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>)). Ou seja, uma ação para um acordo em *l*<sub>3</sub> influencia diretamente algumas distâncias máximas.

Em um caso de peso médio, o *l*<sub>4</sub> faz com que alguns valores do OWD atinjam valores mais baixos. O caso contrário acontece com o *l*<sub>1</sub>, que mantém os valores altos. Isso é um sinal de que o desacordo em *l*<sub>4</sub> pode não ser extremo, como *l*<sub>3</sub>, mas é mais constante e seu efeito acumulado influencia na decisão. Por fim, na coluna do vetor

elicitado, o acordo sobre  $I_3$  mantém o valor mais alto em 0,277 entre os decisores  $D_1$  e  $D_2$ .

O analista obteve os resultados e incitou os decisores a discutirem um pouco mais sobre suas avaliações em termos dos valores das alternativas  $I_3$  e  $I_4$ . O decisor  $D_4$  não estava envolvido em uma diferença crucial e isso pode ser visto pelos resultados mais baixos apresentados na Tabela e foi convidado a apresentar as suas opiniões sobre os termos.

Após a reunião, a maior distância caiu para 0,12. As distâncias para entre partes são inferiores a 0,1 e isso foi considerado suficiente pelo facilitador. O Ranking final obtido foi (0.5, 0.55, 0.4, 0.65).

#### 4.4.4 Etapa 3

Algumas informações devem ser consolidadas para decisões futuras. Além dos resultados numéricos e interpretações acima:

- A avaliação (0,5, 0,55, 0,4, 0,65) foi assumida como uma solução de grupo com a concordância de todos os decisores.
- Na solução final, a maior diferença com a média ponderada é em  $I_3$ .
- $D_1$  teve uma opinião que divergiu dos outros, mas ele foi firme em seus argumentos.

Em casos como  $I_1$  e  $I_2$ , o peso médio foi uma boa representação do grupo. A opinião dos participantes foram naturalmente para essa avaliação.

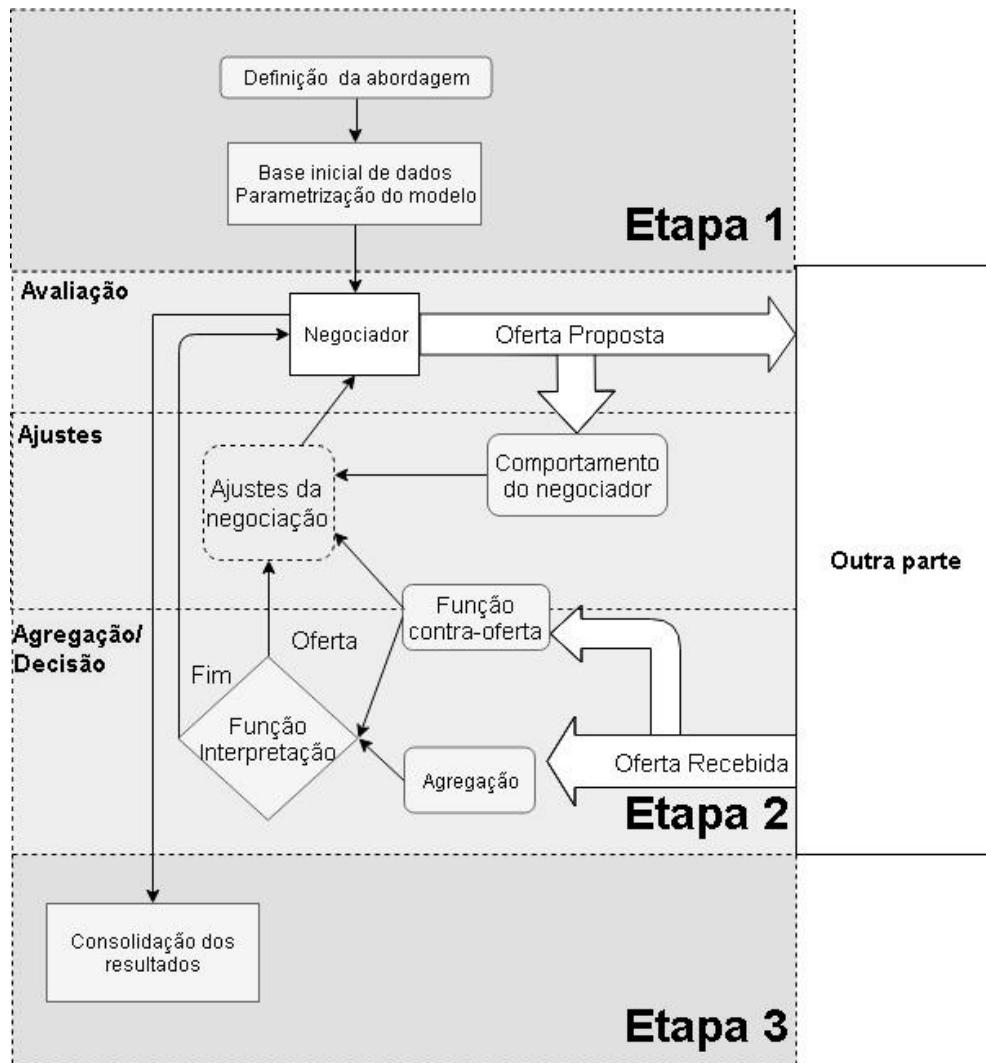
### 4.5 FRAMEWORK PARA NEGOCIAÇÃO

Apesar de os modelos apresentarem semelhanças estruturais, eles possuem características próprias que merecem serem destacadas. Em negociação, o modelo está representado pela Figura 8.

Algumas ações do framework foram explicitadas a fim de auxiliar a compreensão. Na descrição das etapas abaixo, são apresentados alguns conceitos de negociação presentes na literatura a fim de que a abordagem fique mais tangível.

As atividades desse *framework* estão em consonância com o quadro geral proposto anteriormente. As etapas serão descritas com foco na caracterização específica para o modelo de negociação

Figura 8 — Modelo de negociação com agregadores ordenados



Fonte: Esta pesquisa (2018)

#### 4.5.1 Etapa 1

Esta etapa serve de suporte na estruturação da negociação, propriamente dita. As ações a serem realizadas nesta etapa são descritas a seguir.

##### 4.5.1.1 Definição da abordagem

Na etapa 1, a definição da abordagem continua sendo o primeiro passo. Algumas características podem ser exibidas com definição de qual a abordagem deve ser utilizada

- **Abordagem estrita:**

Nesta abordagem o principal objetivo é a obtenção de valores que direcionem as prescrições que vão ser oferecidas ao negociador. Os agregadores ordenados são

utilizados principalmente em uma função valor na avaliação da oferta. A recomendação de uma avaliação estrita é mais direta, porém pragmática.

O uso amplo de outros vetores para gerar informações e ferramentas para o comportamento do negociador podem ser utilizados, mas na abordagem estrita perde um pouco do protagonismo porque o objetivo é uma informação mais confiável para o modelo. Portanto, sugere-se que ao utilizar um número maior de vetores C no intuito de levantar mais informações para o modelo, seja definido anteriormente e de maneira mais clara qual destes vetores deve ser utilizado para a tomada de decisão.

- **Abordagem ampla:**

Esta abordagem prioriza o processamento de informações ao negociador. Ainda que seja sugerida uma contraoferta para o negociador, essa contraoferta será uma entre outras informações que o negociador tem à disposição no processo de tomada de decisão.

As avaliações de ofertas pelos vetores ordenados podem oferecer informações como a melhor ou pior proposta, valorações alternativas à sua decisão, entre outros. Além disso, a avaliação do comportamento do negociador pode trazer tanto uma aproximação da elicição de pesos de sua negociação como uma avaliação se o comportamento do negociador tem sido concordante com as informações elicitadas previamente. Alguns pontos são importantes na percepção da melhor abordagem para o modelo.

Tipo de negociação: negociações curtas, mais simples ou rotineiras podem ser supridas de maneira mais dinâmica pela abordagem estrita. Negociações mais densas, importantes ou muito valiosas podem exigir um volume maior de informação na tomada de decisão.

Perfil do negociador: alguns negociadores podem não ter interesse em receber um grande volume de informação. Outros podem se sentir mais confiantes com algumas propostas recebidas. O tipo de negociador deve orientar a montagem desses modelos.

#### 4.5.1.2 Parâmetros e base de dados

A base de dados históricos serve, em princípio, para auxiliar na adequação do modelo ao cenário proposto. Informações da terceira etapa de outras negociações anteriores podem ser um importante *feedback* na montagem de uma negociação atual. Uma adequação sistêmica para esse caso pode ser desenvolvida em trabalhos futuros.

A parametrização do modelo deve ser cuidadosa e representar os interesses do negociador junto a uma representação coerente da negociação. Nesta etapa, os seguintes parâmetros devem ser considerados:

- Número máximo de rodadas: caso haja um limitante
- Escolha dos vetores do OWA que servem como vetor de decisão e vetor de informação, baseado na escolha da abordagem.
- Condições para aceitação de uma oferta e ações em casos de não-aceitação de uma oferta
- Casos especiais de rejeição e voto de uma oferta
- Elicitação dos valores da função contraoferta.

Estas definições apresentadas devem ser apresentadas antes da negociação em si, a fim de se tornar uma referência confiável, replicável e capaz.

#### **4.5.2 Etapa 2**

A etapa 2 é análoga à etapa 2 do modelo geral com adaptações para o cenário de negociação. As etapas principais são aqui discutidas e os resultados apresentados abaixo.

##### **4.5.2.1 Negociador**

O negociador, nesta etapa, recebe as informações das etapas anteriores e decide qual a ação deve ser tomada. As informações recebidas pelo negociador podem ser:

- Sugestão de contraoferta: no caso de a função interpretação sugerir a continuação da negociação, esta informação é repassada para o negociador. O negociador recebe informações da etapa de ajustes para tomar a decisão
- Sugestão de fim de negociação: esta sugestão proposta pela função interpretação corresponde ao entendimento pelo modelo que a negociação deve ser encerrada, pois o valor obtido na negociação não alcançou um patamar aceitável.
- Sugestão de aceitação: dado o contexto de negociação e os valores elicitados previamente, é sugerido que se aceite a última oferta recebida.

Durante o processo de troca de ofertas, é possível continuar com a negociação e realizar uma contraoferta ou finalizar a negociação. A negociação finalizada pode ser

por aceitação ou rejeição. A oferta propriamente feita pelo negociador deve alimentar a etapa de comportamento do negociador.

Para as avaliações de negociação, a reavaliação, muitas vezes, é uma proposta de contraoferta para o negociador realizar conforme suas estratégias, valores e crenças. Esta função de contraoferta frequentemente utiliza procedimentos para que a oferta seja uma avaliação baseada não só nos valores pessoais, mas na percepção estratégica da negociação. Desta forma, por exemplo, o negociador pode fazer ofertas mais duras no começo da negociação e mais generosas no fim.

A reavaliação na negociação faz uso frequente de duas informações contextuais: o momento o qual a oferta for feita e o nível de recursos/urgência que a negociação precisa ser feita. Uma negociação para um item com alto estoque na empresa, por exemplo, tende a ser menos urgente da parte do negociador comparado a iminência de um desabastecimento. Os agregadores também podem ser úteis nesta etapa, levando em conta as estratégias de decisão dos negociadores.

É interessante frisar que o negociador é livre para a sua tomada de decisão, já que o procedimento oferece uma sugestão de oferta. As informações de entrada oferecidas são baseadas em questões técnicas e servem como apoio à decisão em negociação. Porém, o negociador pode perceber algo com relação à negociação que transcenda a negociação e faça uma oferta diferente da proposta pelo modelo.

Na etapa 2 estão presentes conceitos discutidos na revisão bibliográfica anterior, como a função interpretação e a função contraoferta. Além disso, é possível utilizar os conceitos apresentados no capítulo seguinte sobre o comportamento do negociador no momento que a contraoferta é gerada.

#### **4.5.3 Etapa 3**

Esta etapa deve consolidar os resultados obtidos. É importante salientar que nas decisões tratadas nesta tese, a reutilização das informações de negociação pode auxiliar a utilização do processo no futuro. Por exemplo, podem-se obter informações sobre o comportamento do decisor e percepção de comportamento das outras partes quando a negociação é feita rotineiramente com um negociador específico.

Um cuidado especial deve ser considerado no caso do processo de avaliação do comportamento do decisor que direcione para um comportamento não-previsto. Isso pode indicar que a parametrização atual necessite de ajustes, seja por mudança na

preferência do negociador, seja por uma parametrização ineficiente antes. A etapa 3 deve ressaltar esta característica a fim de melhorias futuras para o processo.

#### 4.6 APLICAÇÃO DO FRAMEWORK PARA NEGOCIAÇÃO

Os Sistemas de Apoio à Negociação são usados para melhorar o processo de negociação. Alguns métodos são baseados em perspectivas como a heurística, a fim de aproximar o protocolo de negociação da realidade. Essas abordagens podem ser importantes na negociação real, pois podem ajudar a melhorar as habilidades, especialmente em negociações pouco integrativas.

Os autores em [36] propõem uma estrutura de apoio à negociação para fornecer ao negociador recomendações sobre a tomada de decisões em um processo de negociação. Para inserir essa ideia em protocolos de negociação, [36] sugere que alguns conceitos baseados em OWA e algumas de suas métricas sejam incluídas na heurística de um cronograma de negociação estruturado a fim de trazer uma maior amplitude de perspectivas nos resultados obtidos. Os modelos heurísticos usam uma representação gradual do mundo real para fornecer boas soluções, mas não necessariamente ótimas. É possível na heurística desenvolver algumas formas de representar negociações de características singulares e que não se encaixem em um formato tradicional. É uma visão contrapontual à teoria dos jogos, o qual se avalia o trade-off entre as partes em busca de uma solução ótima.

Uma das perspectivas mais utilizadas para agregar estratégias é a média ponderada e suas variações. É um método compensatório tradicional. No entanto, existem algumas situações em que o método compensatório não é suficiente para representar os resultados, da maneira a qual se espera. Essa situação pode emergir em cenários de avaliações não-compensatórios. Os procedimentos de seleção não-compensatória geralmente têm um componente intradimensional que é baseado em atributos ou dimensões, em vez de baseado em alternativas. [60] Corrobora esta visão e afirma que a dimensão política é não compensatória.

A utilização de medidas compensatória é bastante comum. Alguns métodos clássicos famosos com Kasbah, Faratin [11] e o apresentado em [61]. São abordagens práticas e eficientes, porém, do tipo que desconsidera o número de pontos em negociação que obtêm bons resultados. Em alguns casos, é mais importante obter pelo menos uma boa pontuação entre todos os resultados. Em outras situações, é importante alcançar pelo menos alguns bons resultados em uma negociação.

A proposta de [36] apresenta outras possibilidades de agregação para ampliar a ideia de compensação em um modelo de negociação. As ferramentas propostas pra isso são o vetor OWA e o arcabouço conceitual e técnico ao redor desse agregador. Seus pesos são usados para medir do maior para o menor valor de um problema e como isso é feito não depende de qual é o problema, mas apenas de seu valor.

A perspectiva apresentada possui um modelo que auxilia a decisão na negociação usando os conceitos conhecidos de habilidades matemáticas de negociação e um agregador OWA que é usado para tornar a heurística mais precisa, levando-se em conta fatores como tempo, recursos, momento da oferta, entre outros fatores. Além disso, utiliza métricas de centralidade e dispersão para avaliar o nível de compensação do negociador. Esse procedimento pode ser útil para auxiliar decisão na negociação, para padronizar um modelo de negociação para um grupo e para aprender sobre o procedimento.

Esta perspectiva é diferente e complementar. Não tem por objetivo substituir a agregação ponderada média tradicional, mas ampliar as possibilidades estruturais. A ideia geral é que o apoio prestado ajude os negociadores a tomar decisões durante o processo de negociação, a aprender com a elicição e seu próprio comportamento os resultados obtidos podem ajudar o negociador e melhorar suas habilidades no processo de negociação. Na área ENS (*Effective Negotiation Skills*), classificação encontrada em [62], esta perspectiva trata-se da interseção entre um sistema de Suporte à Decisão em negociação e o negociação assistida por agente (NAA).

O modelo apresentado por [36] apresenta uma simulação numérica baseada em valores reais. Trata-se do acordo com relação ao nível de serviço do fornecimento de algodão para empresas. Há questões relevantes relacionadas às características do algodão que são consideradas nesse processo e são discutidas no trabalho.

Esse exemplo exibe a negociação entre duas empresas diferentes e seu fornecedor. A primeira é uma grande empresa; tem um comportamento duro e tem uma posição favorável para negociar. A segunda é uma pequena empresa que está lutando em um mercado de baixo custo e pode aceitar acordos com piores situações, quando comparado com outras empresas. Valores reais foram obtidos de gestores dos dois cenários de negociadores reais e esses valores foram utilizados nas simulações.

#### **4.6.1 Etapa 1**

Nesta etapa define-se a abordagem para em seguida estipular os parâmetros para negociação.

##### **4.6.1.1 Abordagem**

A abordagem definida para esse estudo é a abordagem estrita. O negociador precisa de informações rápidas porque a negociação é rotineira e costuma ser resolvida em algumas rodadas.

##### **4.6.1.2 Parâmetros**

Os parâmetros foram definidos conforme o formato Figura 8. Foram obtidos valores de C. Como são cenários distintos, dois conjuntos foram elicitados. Para o caso da grande empresa, o vetor  $C_g=(0,08; 0,16; 0,24; 0,52)$ . Para o caso da pequena empresa, o valor obtido foi  $C_p=(0,27; 0,37; 0,25; 0,1)$ .

Também foram obtidos valores relativos à estratégia de negociação semelhante aos expostos aqui na tese. A função interpretação, a contraoferta com restrição de tempo e todos os demais valores foram obtidos.

O negociador também apresentou valores de parâmetros para as estratégias de negociação. A função interpretação possui uma abordagem mais ampla do que o apresentado no artigo, é utilizada uma abordagem que apresenta simultaneamente a agregação por média ponderada e por agregação ordenada. Mas a interpretação dada pelo artigo pode ser considerada conveniente, como se avaliassem os dois separadamente.

#### **4.6.2 ETAPA 2**

Pelo modelo original, esta etapa ocorre propriamente a negociação. Como o artigo apresentado por [36] esta etapa tem como objetivo avaliar o desempenho da avaliação, as ofertas vão ser feitas e a saída do modelo será depois de 120 avaliações. Esse valor pode ser considerado suficiente para a inferência estatística que se pretende executar. O tempo também não será uma variável contínua, mas uma medida discreta relativa ao momento proposta.

Após cada avaliação, o negociador deve optar qual avaliação foi mais conveniente de acordo com suas convicções.

As medidas de Orness relativas aos pesos propostos pelos decisores foram calculadas. A grande empresa obteve 0,235. Enquanto a pequena obteve 0,5875. Esses resultados indicam que nível específico o primeiro gerente está interessado em obter em todos os pontos de negociação. Note que a posição mais forte do vetor está próxima do final do vetor. Por outro lado, o segundo gestor está interessado em obter pelo menos alguns bons resultados. A dispersão também foi calculada e seus valores foram  $H_G = 1,17$  e  $H_P = 1,29$ .

O artigo apresentado por [36] faz duas inferências nesta etapa do trabalho. A de interesse nesse momento é a avaliação das ofertas utilizando uma ponderação média e a ponderação do OWA. Observa-se que a avaliação de cada um dos itens é o índice de satisfação da avaliação daquele item. O artigo faz 120 avaliações de ofertas utilizando os dois resultados e foi perguntado a cada negociador qual avaliação de oferta era mais concordante com a sua opinião. Os resultados da avaliação estão apresentados na tabela Tabela 11.

*Tabela 11 — Preferência do negociador por tipo de avaliação*

	Grande Empresa	Pequena Empresa
<b>Média</b>	18,75%	25%
<b>OWA</b>	28,13%	28,15%
<b>Indiferença</b>	53,12%	46,85%

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

O nível de indiferença foi um valor considerável. Uma possível razão para isso é que, nessa situação, o OWA não influencia a contraproposta e sua avaliação estava apenas na função. OWA foi preferido na maioria dos casos quando comparado com a média ponderada; a pequena empresa era menos restritiva. Outro fator que influencia é que quando eram apresentados claramente ruins, os dois métodos definiriam o resultado como de baixo desempenho, o que estimulava a indiferença na avaliação.

#### 4.6.3 Etapa 3

Nesta etapa os resultados devem ser consolidados para usos futuros. Foram tomadas medidas de distância de opinião nesse caso e os valores foram obtidos e expressos na Tabela .

*Tabela 12 — Escopo dos resultados numéricos*

	<b>Grande empresa</b>	<b>Pequena empresa</b>
<b>Média entre funções valor</b>	0,056	0,041
<b>Maior diferença</b>	0,153	0,184

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

Os valores apesar de pequenos são significativos, principalmente em casos de negociação rotineira. Com a função valor foi preferida em uma maioria expressa de avaliações, tem-se a percepção de que o uso do OWA na agregação desta etapa é conveniente. Os resultados foram satisfatórios e mostraram que o OWA tem muito a contribuir para o desenvolvimento de plataformas de negociação.

#### **4.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO**

Esse capítulo apresenta detalhes do *framework* para a tomada de decisão em grupo e negociação utilizando agregadores ordenados de maneira bem estruturada. Também são apresentadas aplicações desses modelos para ambos os casos. A vantagem do uso dos agregadores ordenados, tanto para a decisão em grupo quanto para a negociação, é uma melhor adequação da linguagem matemática à problemáticas específicas nessas áreas. Também são geradas informações que suportam decisões futuras.

Alguns trabalhos realizados pelos autores deste trabalho concomitantemente a esta pesquisa contribuíram de maneira parcial para a sua construção. Estas contribuições são desde proposições de conceitos utilizados para esta tese ou ideias que possuem relação com o desenvolvimento desta tese. Esses são apresentados no capítulo a seguir.

## 5 OUTRAS APLICAÇÕES DOS AGREGADORES ORDENADOS EM DECISÃO EM GRUPO E NEGOCIAÇÃO

Além dos casos apresentados no Capítulo 4, há outros trabalhos que apresentam um grau de correlação parcial ou total com conceitos trabalhados nesta tese. Estes artigos foram elaborados pelo autor da tese em conjunto com a orientadora. Uma síntese desses trabalhos é apresentada neste capítulo.

### 5.1 SÍNTESE DAS APLICAÇÕES

Esta etapa mostra a correlação dos formatos de decisão com os estudos feitos, além dos resultados práticos obtidos. Os conceitos dos artigos apresentados participam de forma direta ou indireta desta tese segundo o Quadro 6.

*Quadro 6 — Trabalhos publicados com os conceitos da tese*

Artigo	Decisão em grupo ou negociação	Abordagem	Características
[34]	Negociação	Estrita	Auxilia o decisor em situação de logística para pequenas movimentações
[9]	Negociação	Ampla	Gera informação de agregação na negociação, para suporte a modelos de negociação
[7]	Decisão em Grupo	Estrita	Apoia 4 decisores com um agregador próximo ao OWD e busca uma opinião consensual
[63]	Decisão em Grupo	Ampla	Propõe OWA pra grupos, proposto como uma forma auxiliar na avaliação pelos especialistas
[64]	Decisão em grupo	Estrita	Utilização do Orness <sub>D</sub> e modelo específico.
[65]	Decisão em Grupo	Ampla	Propõe OWA pra grupos, proposto como uma forma auxiliar na avaliação pelos especialistas
[66]	Decisão em Grupo	Ampla	Propõe OWA pra grupos, proposto como uma forma auxiliar na avaliação pelos especialistas

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

Desta forma é possível avaliar de maneira mais clara as estruturas propostas pelos artigos identificados que atuaram direta ou indiretamente na construção desta tese. Alguns dos artigos apresentados na tabela de síntese são apresentados nos tópicos seguintes.

## 5.2 MODELO DE NEGOCIAÇÃO PARA APOIO EM UMA EMPRESA VAREJISTA BRASILEIRA EM PROBLEMAS LOGÍSTICOS

O artigo apresentado por [34] é desenvolvido em um cenário de declínio econômico o qual os grandes varejistas precisam fazer negociações com pequenas transportadoras a fim de dar fluidez ao comportamento logístico. O bom desempenho logístico para o varejista é fundamental na cadeia de suprimentos, visto que os clientes têm contato com algumas marcas a partir do varejista.

A proposta do artigo é apresentar um protocolo de negociação para utilização em um Sistema de Apoio à Negociação (*Negotiation Support System - NSS*) e auxiliar uma empresa de varejo brasileira. A negociação tem a seguinte característica:

- Negociação dia-a-dia para ajudar uma das partes envolvidas no processo
- Negociação com transportadores
- Perspectiva multilateral

A abordagem computacional ainda pode incluir: considerações cognitivas e características do raciocínio humano e esforços para a contribuição para nossa compreensão do processamento de informações humanas na negociação.

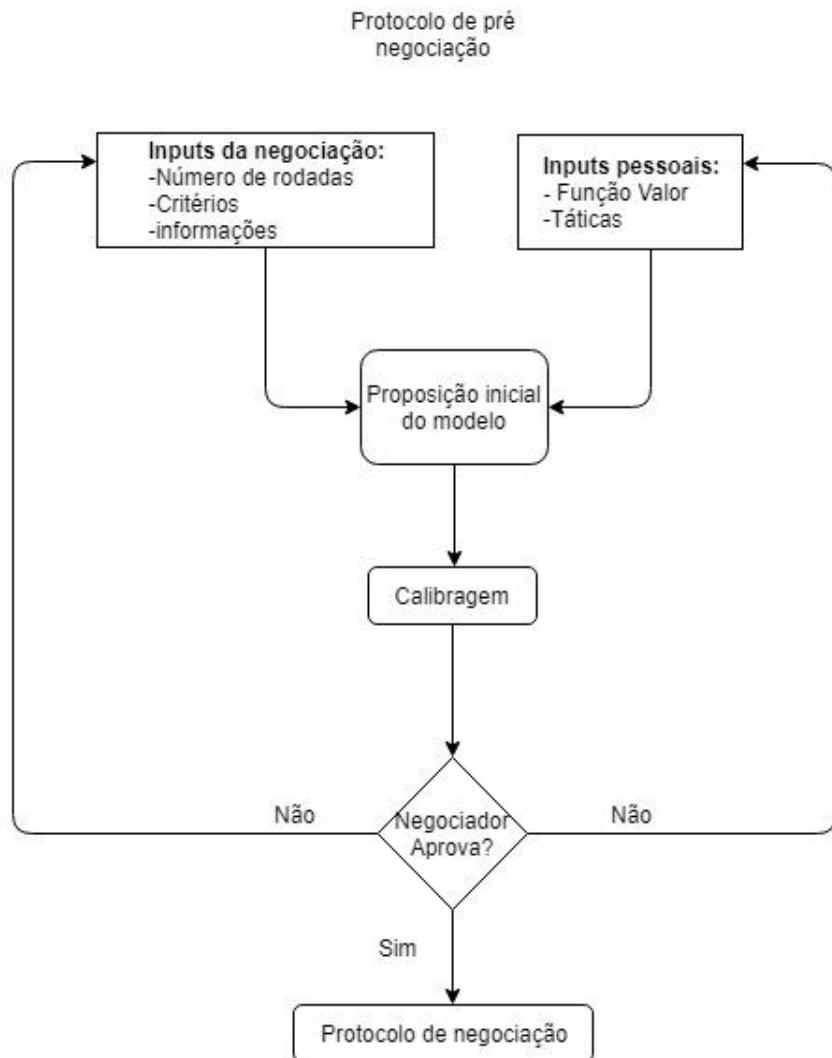
A negociação no cenário de NSS é apresentada pelo artigo como portadora das seguintes características [34]:

- Conflito de preferências
- Comunicação entre as partes
- Informações incompletas
- Descentralização
- Informação assíncrona
- Definição de estratégias de negociação

Estas características elencadas são compatíveis com o modelo proposto na tese. As semelhanças são refletidas no uso de função de interpretação e contraoferta, além da proposição do protocolo de negociação.

Na avaliação da aderência e utilidade do modelo aos conceitos da tese, uma das avaliações mais importantes é a da proposta para calibragem do modelo de negociação. Esta calibragem tem a intenção de aumentar a acurácia na reprodução da oferta do negociador. Esse modelo pode ser útil na utilização dos conceitos presentes sendo representado pela Figura.

*Figura 9 — Calibragem do modelo*



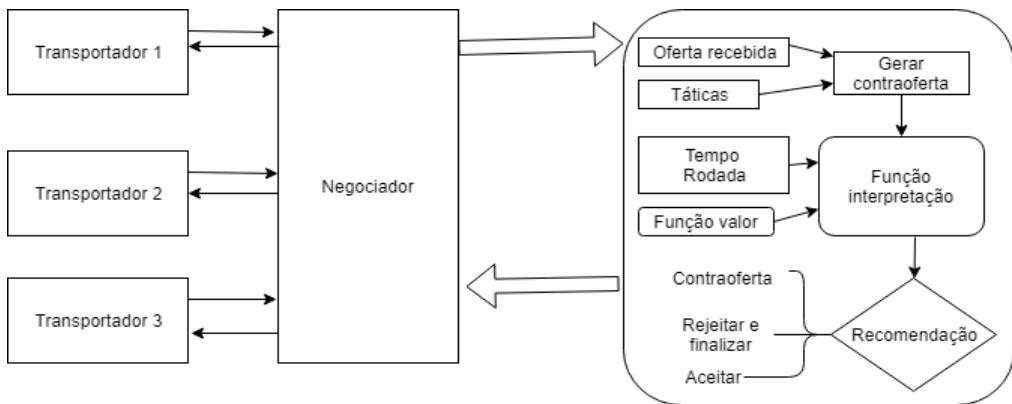
*Fonte: Adaptado de Silva Filho et al. (2017)*

Uma diferença crucial compatível com o modelo proposto na tese é a finalidade do modelo. Enquanto o modelo apresentado na tese serve para situações de negociação bilateral, [34] apresenta uma alternativa de modelo multibilateral, a qual a negociação ocorre simultaneamente com vários negociadores. Esse cenário é apresentado na

Figura 10.

É possível observar que o modelo apresentado por [34] é diferente da abordagem da tese. Porém, apesar da diferença, pode-se dizer que são compatíveis. O Quadro 7 expõe algumas dessas características comuns dos dois métodos.

*Figura 10 — Fluxograma da negociação multibilateral*



*Fonte: Adaptado de Silva Filho et al. (2017)*

*Quadro 7 – Comparação de características do modelo e o modelo da tese*

Características de [34]	Modelo da tese
Utiliza função interpretação e contraoferta tradicionais	Utiliza função interpretação e contraoferta utilizando agregação ordenada como informação extra
Estrutura a calibragem da proposta sugerida	Apresenta possíveis ferramentas para melhorar a acurácia da proposta sugerida
Cenário de negociação multibilaterais	Cenário de negociação bilateral, compatível com negociação multibilateral

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

O artigo desta etapa não apresenta originalmente o *framework* discutido na tese, mas o seu procedimento pode ser adaptado às etapas do modelo.

#### 5.2.1.1 Etapa 1

A abordagem a ser utilizada nesse artigo é a estrita e tem como objetivo funcionar como um apoio ao processo de negociação. Neste cenário, o processo de seleção de fornecedores desempenha um papel fundamental e tem um impacto significativo na gestão de compras na cadeia de suprimentos. Há dificuldades intrínsecas nesta atividade, como a balanceamento dos critérios e a conciliação de critérios de naturezas diferentes.

No contexto da operação de varejo, a atividade de transporte tem um impacto profundo no sucesso de uma organização. Costumeiramente as negociações com varejistas é feita no dia-a-dia e não há muita variabilidade nas questões mais comuns da negociação. No Brasil, um país de grande território, essa é uma atividade crítica e o seu desempenho é fundamental no processo de minimizar os custos.

A Figura 11 é oriunda dos estudos de [34] e apresenta uma visão geral do cenário:

*Figura 11 — Cenário varejista local*



*Fonte: Adaptado de Silva Filho et al. (2017)*

Os parâmetros foram definidos com um ex-gerente de logística. Ele trabalhou no grande setor varejista e a sua atividade está diretamente envolvida na negociação e seleção de transportadores. A empresa está em 410 cidades do país, possui quatro centros de distribuições, os quais distribuem em 1127 lojas uma variedade de mais de 60000 itens diferentes.

O centro de distribuição faz pedidos diários para que os veículos entreguem mercadorias para cada uma das lojas. O gerente define o planejamento da frota, incluindo as lojas que devem ser atendidas naquele dia. Ele também define quais transportadores devem ser enviados para cada pedido e envia os pedidos a cada transportador com 24 horas de antecedência.

Durante as atividades, há várias negociações envolvendo o centro de distribuição e os transportadores.

- Preços de frete
- Hora da chegada ao centro de distribuição
- Tipo de veículo

Os possíveis transportadores e suas características estão listados abaixo:

- **h1:** fornecedor contratado mais frequentemente na proposta de acordo.
- **h2:** tem uma boa disponibilidade de veículos. Está buscando ampliar o volume de distribuição.

- **h3:** Possui uma oferta disponível, mas por razões de marketing próprio, não parece demonstrar muito interesse.
- **h4:** tem interesse na carga, mas é esperado que haja um atraso na entrega de veículos ao centro de distribuição.

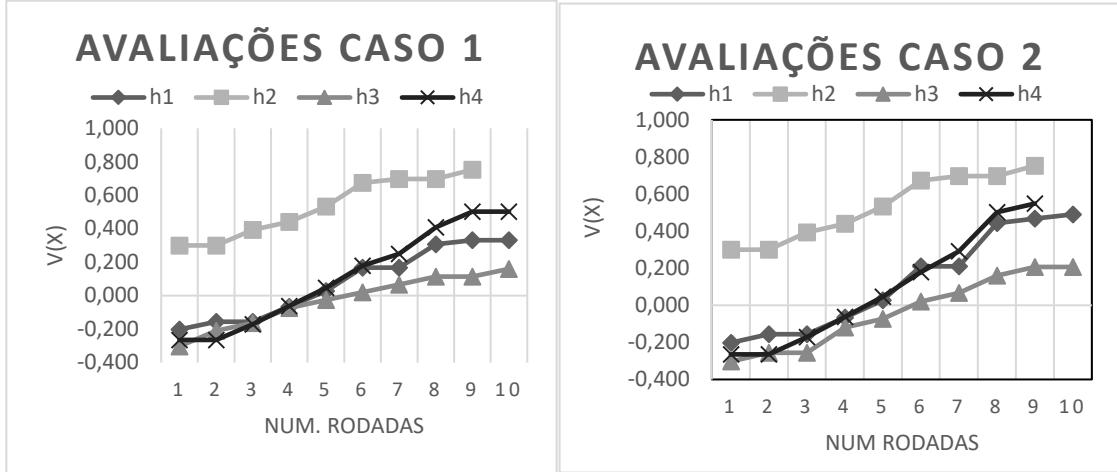
Ref [34] utiliza os parâmetros semelhantes aos apresentados em 4.5.2. Os valores da função valor do negociador, assim como valores de estratégia e táticas foram elicitados. Por questão de sigilo empresarial, esses valores não serão apresentados nesse texto. Dentre os parâmetros que puderam ser avaliados, o tempo máximo para a função interpretação é de 10 rodadas, os critérios postos em avaliação (custo e nível de serviço) e o uso em princípio do vetor OWA (0,5; 0,5) e a solução estrita definiu um patamar  $V(x)$  para aceitação/rejeição.

O caso de multibilateralidade deixou em aberto uma possibilidade da função interpretação. Qual deve ser a oferta de referência na construção da contraoferta, a melhor oferta dada pelo negociador ou a melhor oferta dada entre todos os negociadores? Os dois cenários foram considerados e chamados caso 1 e caso 2 respectivamente.

### 5.2.1.2 Etapa 2

O desempenho da função valor do negociador segundo as propostas dos perfis h estão apresentados na representação do Gráfico 3. Os parâmetros de parada, aceitação após o alcance a um patamar e estruturas de contraoferta foram definidos. O negociador usou as contraofertas geradas por julgar suficientemente boas para a sua avaliação, portanto a etapa de ajustes na negociação não é alimentada durante a negociação.

*Gráfico 3 — Desempenho da função valor em função do número de rodadas*



Fonte: Esta pesquisa (2018)

O  $h_2$  ofereceu melhores ofertas no caso 1 e no caso 2. Já  $h_4$  ofereceu uma oferta de bom nível no caso 2. Esses dois cenários foram cenários os quais o acordo foi alcançado. Os demais cenários, o acordo não foi alcançado.

### 5.2.1.3 Etapa 3

A consolidação do resultado agrega aos resultados obtidos alguns *feedbacks* dos negociadores. Entre eles: “As ferramentas matemáticas deram mais confiança na geração de oferta”, “devem ser feitos alguns ajustes pelos resultados em caso de uso diário” e “serviu como um argumento para rejeitar quando a outra parte era insistente nas suas avaliações”. Esse último resultado se deve ao tipo de cenário pouco cooperativo para negociação.

Ref. [34] apresentou duas simulações para negociação, uma que mantinha os negociadores com negociações independentes e a outra que considerava a melhor proposta de momento como a proposta de referência. O primeiro formato discutido pelo artigo é diretamente compatível com o modelo da tese, enquanto o segundo exige alguns ajustes na função contraoferta e na função interpretação.

## 5.3 O USO DO MODELO DE FARATIN PARA APOIAR DECISÕES EM UMA DECISÃO NÃO-ELETRÔNICA

O artigo apresentado por [9] utiliza um modelo tradicionalmente usado na negociação não-eletrônica. Esse artigo se trata de uma estruturação inicial da etapa de ajuste de contraoferta, vista pela ótica da gestão do conhecimento.

O artigo evidencia que há um importante conhecimento de base em modelos de agentes autônomos que serve como referência para agentes não autônomos. O modelo de base para esta avaliação é o modelo de Faratin [35] que é uma abordagem básica e bastante compatível com o formato de negociação desse modelo. A conexão desse artigo com a tese se dá essencialmente na estrutura de oferta e contraoferta na negociação.

Uma diferença crucial de [34] para a tese é a fonte principal das informações para apoio à decisão em negociação. Enquanto o artigo procura detectar perfis de oponentes e assim gerar ofertas para a negociação, a tese apresenta uma formulação a qual a proposta do modelo e a proposta gerada são combinadas. As semelhanças entre o artigo apresentado e o modelo proposto estão sintetizadas no Quadro 8.

*Quadro 8 – Similaridades entre os modelos*

Característica	Semelhanças
<b>Agregação</b>	Protocolo de negociação semelhante (função contraoferta, função intepretação)
<b>Suporte à negociação</b>	Gera informações a partir do protocolo de negociação
<b>Modelo</b>	Prescreve ofertas para o decisior, em um processo chamado de modelo de suporte à decisão em negociação

*Fonte: Esta pesquisa (2018)*

A tabela mostra características e semelhanças e exibe que a abordagem utilizada é compatível e pode ser combinada pelo modelo do trabalho em artigos futuros, utilizando as virtudes de cada modelo.

#### 5.4 USO DO AGREGADOR OWDG NO APOIO À DECISÃO ESTRATÉGICA NA INDÚSTRIA DE ALGODÃO.

O artigo proposto por [9] trata de decisões estratégicas em grupo e uso de agregadores ordenados. Decisões estratégicas são relevantes para uma empresa, sendo frequentemente tomadas por um grupo de gestores. Porém, a complexidade do problema e a agregação de opiniões diferentes sugerem o uso de um método estruturado para apoiar decisão. O artigo sugere o uso do modelo de agregação *Ordered Weighted Disagreement* (OWDg) no estudo da escolha de uma estratégia de negócio para uma empresa de processamento de algodão de uma maneira que a alternativa proposta represente uma decisão de menor desacordo entre os participantes.

### 5.4.1 Etapa 1

Esta etapa é estruturada com os pontos a seguir:

- Base inicial de dados e abordagem

A abordagem a ser utilizada em [9] nesse artigo é a ampla. Porém foi convencionado que seria realizada apenas uma rodada por restrições de tempo.

As decisões tomadas em um nível estratégico tendem a ter uma complexidade maior na sua construção, pois são alternativas que norteiam o funcionamento organizacional e traçam diretrizes para os níveis tácito e operacional. Portanto, é um assunto discutido prioritariamente com os mais altos níveis hierárquicos dentro da empresa. São decisões de longo prazo e de extrema importância. Os autores em [67] apresentaram algumas características das escolhas na estratégia do negócio, conforme o Quadro 9.

*Quadro 9 — Características das escolhas na decisão estratégica*

Natureza da decisão	Planejamento estratégico do negócio
Envolvimento da alta gerência	Intensiva
Frequência	Anual ou mais
Extensão	Ano a ano ou trimestral
Investimentos gerenciais	Muito grande
Técnicas úteis	Julgamento gerencial, modelos de crescimento econômico

*Fonte: Adaptado de Vollmann et al. (2006)*

Um fator que aumenta a complexidade das decisões é a consideração de um grupo de pessoas para realizar esta atividade. Ao passo que uma decisão tomada por um grupo tende a analisar o problema sobre um espectro maior de perspectivas e a obter um resultado melhor [68]. No entanto, por outro lado, aumenta a complexidade da agregação da opinião de pessoas distintas para que a escolha sinalize uma opinião interessante e representativa para o grupo.

Há um *trade-off* bem definido entre a complexidade de uma decisão tomada por mais pessoas e os benefícios de ter mais pontos de vista e opiniões avaliando uma mesma questão. Os autores [69] citam que a decisão em grupo, envolve áreas multidisciplinares como psicologia cognitiva, ciência organizacional, sociologia, ciência política, entre outros. Os grupos de uma organização possuem suas próprias

idiossincrasias que devem ser respeitadas e consideradas ao se pensar em um procedimento de decisão que agregue várias pessoas.

A decisão apresentada refere-se a uma indústria que pretende definir sua estratégia de negócio. A empresa proposta atua na área de processamento de algodão e, com a entrada de um novo sócio, está mudando a localização da planta e o mercado a ser atingido. Razões mercadológicas foram fundamentais para a mudança da localização da fábrica, que enxerga no novo lugar um ponto propício para prosperar. Os diretores da empresa são unâimes em afirmar que a meta inicial é alcançar meios de sobrevivência e posterior desenvolvimento no médio prazo.

No entanto, há uma discussão entre as partes interessadas da empresa sobre que estratégia deve ser tomada pela organização para alcançar os objetivos traçados. Não há um consenso sobre as diretrizes a serem seguidas graças à diversidade de pensamento dos decisores e vastas possibilidades de ações nesse meio. Esse problema se mostra propício a utilizar procedimentos mais sofisticados de decisão em grupo, dada importância do problema e a complexidade típica de um nível estratégico.

- Parametrização do modelo

A empresa desse estudo atua na área de processamento de algodão, recebendo a matéria prima crua e gerando produtos processados como algodão em bolinhas, em ziguezague, cotonetes, entre outros. Por questões mercadológicas e financeiras, a empresa teve que mudar a localização da sua produção e deseja traçar uma estratégia do negócio para esta nova realidade. Os decisores relacionados no problema são 4, sendo 3 relacionados à gestão antiga da empresa (O diretor geral, e os diretores de vendas/logística e produção) e o novo sócio. Decidiu-se previamente, por questões gerenciais, a mudança do local da empresa e a requalificação do negócio para outro mercado. A decisão será a definição de um norte para que as ações iniciais da empresa se alinhem aos objetivos futuros.

As alternativas apresentadas pelos próprios decisores estão dentro do conceito de excelência operacional relativa a abordagem de [70], buscando alinhar a relação qualidade/preço. É importante destacar que as estratégias estão expostas resumidamente e não são autoexcludentes, ou seja, elas podem ser tomadas em conjunto no dia-a-dia da empresa:

**Estratégia de preço:** Esta proposta sugere que o preço de mercado do produto final seja ajustado conforme o desempenho de outros indicadores relativos à reação

do mercado. Outras funções devem seguir o indicativo dado pelo preço. Esta estratégia utiliza bastante os estímulos externos e considera o preço a principal arma para alcançar os mercados desejados e pôr em prática os objetivos da empresa.

**Estratégia de qualidade:** A estratégia proposta é incentivar a produção de um item de qualidade superior e se tornar conhecido pela excelência do produto.

**Estratégia de distribuição:** Esta estratégia foca na distribuição do produto, fazendo com que ele esteja disponível em uma área maior no primeiro momento.

**Estratégia de produção:** O foco da empresa é otimizar o processo produtivo, reduzindo os custos o quanto possível e dando um maior fôlego financeiro e confiabilidade na entrega do produto.

**Estratégia de vendas:** Há um investimento direcionado à estratégia de vendas, desde veiculação de propagandas a investimentos para bom relacionamento nos canais de vendas.

- Parametrização

O agregador utilizado por [9] não é o OWD, mas uma variante chamada *Ordered Weighted Disagreement* OWDg. A ideia geral do *Ordered Weighted Disagreement* é o uso de entradas com uma ordenação discreta e apresenta como resultado uma ordenação grupal a fim de minimizar o desacordo.

O princípio de operação é bastante parecido com o OWD, com a diferença que os dados de entrada são apenas rankings ao invés de uma avaliação numérica da alternativa. Trata-se, portanto, de uma simplificação dos dados de entrada para uso no processo. Outra diferença fundamental é que o OWD estabelece uma opinião de referência e a partir desse ponto calculam-se as distâncias. O *Ordered Weighted Disagreement* pode ser utilizado desta maneira, mas a sua construção busca a solução de referência ao invés de defini-la.

Primeiramente, definem-se as terminologias conforme listadas abaixo:

$R_k = \{r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kN}\}$  : Vetor de prioridade

$r_{kj}$  : Ordenação dada a j-ésima alternativa pelo k-ésimo decisor ( $0 \leq r_{kj} \leq 1$ )

$\pi$  = Permutação do conjunto  $\{1, \dots, K\}$  tal que  $d(R_{\pi(k)}, R_G) \geq d(R_{\pi(k+1)}, R_G)$  ( $k=1, \dots, K-1$ )

$d$ : função de desacordo individual

$w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ : vetor peso ( $0 \leq w_k \leq 1$  e  $\sum w_1, \dots, w_k = 1$ )

Definido esses termos, é possível apresentar a função *Ordered Weighted Disagreement D*:

$$D(R_1, \dots, R_K) = \sum_{k=1}^K w_k \cdot d(R_{\pi(k)}, R_G)$$

O objetivo é obter o valor que minimiza a função D.

Duas questões são relativas ao tema. A primeira é o comportamento dos pesos e como ele pode refletir a regra de decisão desejada. O OWD e o OWA podem ajudar na escolha dos pesos e em algumas medidas que ajudam a perceber melhor a postura do sistema de ponderação desejado.

Os vetores de decisão a serem escolhidos são os vetores (1,0,0,0,0) e (0,0,0,0,1).

#### 5.4.2 Etapa 2

Os procedimentos da etapa 2 são apresentados a seguir

- Avaliação individual/grupo

Foi pedido aos decisores uma ordenação das estratégias apresentadas acima conforme a ordem de importância que eles julgavam para o negócio. Salientou-se quais eram os objetivos do procedimento a fim de deixá-los mais confortáveis na escolha. A intenção é aliar a ideia de uma boa ordenação com minimização das discrepâncias na opinião. Os valores estão dispostos na Tabela 1.

*Tabela 13 – Valores das ordenações dada pelos decisores*

Estratégia	Novo Sócio ( $R_1$ )	Diretor 1 ( $R_2$ )	Diretor 2 ( $R_3$ )	Diretor 3 ( $R_4$ )
$r_{k1}(\text{preço})$	3	1	3	1
$r_{k2}(\text{qualidade})$	1	2	5	3
$r_{k3}(\text{distribuição})$	4	5	4	5
$r_{k4}(\text{produção})$	2	4	1	2
$r_{k5}(\text{vendas})$	5	3	2	4

*Fonte: Adaptado de Vollmann et al. (2006)*

A Tabela 1 reflete a ordenação dada por cada decisor com relação às estratégias consideradas. Os dados obtidos serão utilizados como base. Os vetores têm por base a troca de variáveis realizada por [26] e os vetores foram propostos com base nas necessidades do processo. O método foi aplicado após a obtenção das informações dadas e os seguintes resultados foram obtidos.

- Agregação

Os resultados da agregação estão descritos a seguir utilizando dois vetores diferentes. A utilização da ponderação do tipo (0,0,0,0,1) no *Ordered Weighted Disagreement*. Nesta aplicação, é feita a comparação entre ordenações propostas pelas partes envolvidas ( $R_1, R_2, R_3$ , e  $R_4$ ) e todo o conjunto de ordenações possíveis (nesse caso  $P(5)=120$ ) assumindo a função de  $R_g$ . Dentre os resultados obtidos, as melhores ordenações foram chamadas de  $S_x$  e demonstradas na Tabela 14.

*Tabela 14 – Resultados obtidos com o vetor (0,0,0,0,1)*

Melhores ordenações ( $r_1, r_2, r_3, r_4, r_5$ )	$d(R_1, R_g)$	$d(R_2, R_g)$	$d(R_3, R_g)$	$d(R_4, R_g)$	Total
$S_1=(1,3,5,2,4)$	4	2	4	0	10
$S_2=(2,3,5,1,4)$	3	3	3	3	10
$S_3=(1,2,5,3,4)$	3	1	5	1	10

*Fonte: Adaptado de Vollmann et al. (2006)*

Três resultados foram considerados de menor desacordo pela regra da proposta, as ordenações obtidas estão descritas na coluna da esquerda. Observa-se que as três ordenações concordaram com o critério 3 na quinta posição e o critério 5 na quarta colocação. Entretanto, as três primeiras posições, a seleção não foi capaz de discriminar as três alternativas de destaque.

Estas soluções obtidas são equivalentes entre si pelo vetor (0,0,0,0,1). Porém, não podem ser classificadas como ótimas, apenas que são as melhores dentro do critério de decisão estabelecido.

É interessante destacar que a ordenação (1,3,5,2,4) coincidiu com a ordenação dada por  $R_4$ , o que leva a crer que as opiniões desse decisior são as mais próximas de um consenso.

A fim de extrair mais informações sobre os resultados, uma segunda etapa foi realizada com os três resultados anteriores. O vetor peso considerado será o (1,0,0,0,0), que é equivalente ao vetor-ou. A Tabela 15 representa o valor máximo do desacordo obtido na comparação de  $R_g$  (que são os vetores  $S_1, S_2$  e  $S_3$  nesta tabela) com os decisores  $R_1, R_2, R_3$  e  $R_4$  e também com quais decisores o desacordo foi maior.

*Tabela 15 — Resultados obtidos com vetor minimax*

Melhores ordenações (r <sub>1</sub> , r <sub>2</sub> , r <sub>3</sub> , r <sub>4</sub> , r <sub>5</sub> )	Decisores (maior desacordo)	Desacordo máximo
S <sub>1</sub> = (1,3,5,2,4)	R1,R3	4
S <sub>2</sub> = (2,3,5,1,4)	R1,R2,R3	3
S <sub>3</sub> = (1,2,5,3,4)	R3	5

*Fonte: Adaptado de Vollmann et al. (2006)*

Na comparação entre as três ordenações obtidas, a ordenação (2,3,5,1,4) obteve a menor medida de desacordo máximo, ou seja, ao comparar a ordenação dos decisores com a ordenação obtida, o valor máximo do desacordo teve índice 3, menor do que as demais.

Ainda foi calculado o índice Minimax para todas as outras soluções possíveis e a ordenação (2,3,5,1,4) se manteve como a de menor valor. Com uma ordenação consistente, os decisores aceitaram a solução de consenso.

#### 5.4.3 Etapa 3

Na comparação entre as três ordenações obtidas, a ordenação (2,3,5,1,4) obteve a menor medida de desacordo máximo, ou seja, ao comparar a ordenação dos decisores com a ordenação obtida, o valor máximo do desacordo teve índice 3, menor do que as demais.

Ainda foi calculado o índice Minimax para todas as outras soluções possíveis e a ordenação (2,3,5,1,4) se manteve como a de menor valor.

Com uma ordenação consistente, os decisores aceitaram a solução de consenso.

- Comparação com outros métodos e análise de desempenho

A fim de comparar os resultados e observar possíveis semelhanças, os métodos de Borda e o de Condorcet também foram utilizados e as ordenações obtidas estão representadas na Tabela 16.

*Tabela 16 — Resultado Condorcet e Borda*

Alternativa	Resultado Borda (pontos)	Resultado Condorcet
r <sub>1</sub>	1 (16)	2
r <sub>2</sub>	3 (15)	4
r <sub>3</sub>	5 (13)	5
r <sub>4</sub>	2 (10)	1
r <sub>5</sub>	4 (6)	3

*Fonte: Adaptado de Vollmann et al. (2006)*

O resultado de Borda coincidiu com uma das alternativas que foram apresentadas como resultado pelo vetor  $(0,0,0,0,1)$ , mas que não atingiu o melhor resultado no vetor  $(1,0,0,0,0)$ . Enquanto, a ordenação do método de Condorcet foi diferente do obtido pelo *Ordered Weighted Disagreement*. De fato, não é um resultado que surpreenda, visto que as perspectivas que norteiam os métodos são diferentes.

Dessa forma, algumas informações que o método trouxe na sua aplicação servem para a pauta da reunião final para decisão da estratégia:

- A solução ordenada na sequência Produção → Preço → Qualidade → Vendas → Distribuição possui os melhores resultados dentro do critério adotado para avaliação.
- O diretor 2 teve a maior discordância na maioria dos casos, principalmente graças as suas opiniões sobre os critérios preço e qualidade, chegando a representar metade do desacordo relativo à ordenação  $(1,2,5,3,4)$ . É importante entender as razões desta opinião, que representa o maior discordante.
- O diretor 3 obteve o menor desacordo nas três alternativas, variando entre 0 (coincidência com sua opinião) e 1. É interessante que o esse decisor justifique, perante os demais, as razões da sua escolha, a fim de trazer à luz novas informações que ajudem os demais na interpretação dos dados.
- A solução  $(1,3,5,2,4)$  também deve ser considerada em avaliações e discussões posteriores, pois ela obteve a maior pontuação pelo critério de Borda.

## 5.5 USO DO OWD<sub>G</sub> PARA APOIO A DECISÃO MULTICRITÉRIO EM GRUPO EM UM PROBLEMA DE LOGÍSTICA

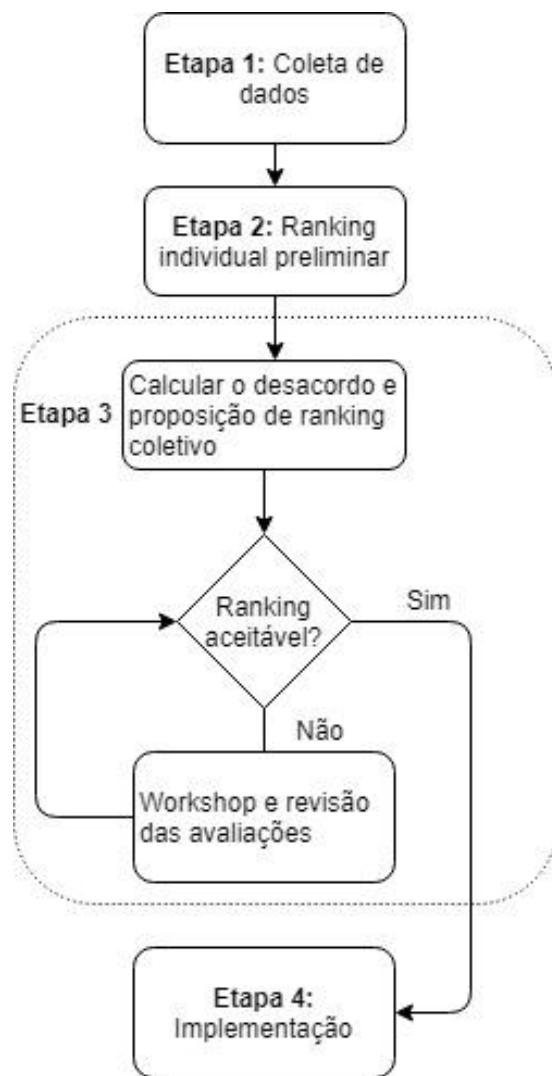
O artigo apresentado por [64] segue a abordagem utilizada no artigo [7], com uma perspectiva um pouco mais estruturada e mais informações no processo de tomada de decisão. Um dos avanços desse artigo que serviu como aproximação preliminar desse modelo foi a proposta do modelo para aquela decisão, conforme a Figura 12.

Há algumas semelhanças e diferenças claras na abordagem, porém é possível enxergar a compatibilidade entre os modelos. Conceitos que evoluíram a posteriori, como o tipo de abordagem, a formas de critério, algumas ferramentas de apoio e o uso da etapa final para consolidar a decisão são algumas das evoluções.

O modelo ainda segue a abordagem apresentada do agregador *Ordered Weighted Disagreement*, proposto por [26] e definido no artigo como OWD<sub>g</sub>.

Um avanço importante apresentado é uma abordagem própria para o vetor Orness. [64] apresentaram de maneira original a métrica Orness<sub>dg</sub>, uma medida do Orness para o agregador OWD<sub>g</sub>. A estrutura da proposta foi mantida e adaptada para o agregador OWD em artigos posteriores e utilizado nesta tese.

*Figura 12 — Fluxograma de decisão*



*Fonte: Adaptado de Silva Filho et al. (2015)*

O trabalho utiliza o modelo proposto para resolver problema de decisão na área de logística, especificamente uma decisão sobre terceirização em logística. Assim, quatro decisores (DM<sub>1</sub>, DM<sub>2</sub>, DM<sub>3</sub>, DM<sub>4</sub>) precisam decidir sobre a estratégia de

distribuição da empresa descrita no trabalho. Esse trabalho também trata de uma simulação de decisão a partir de dados reais sobre a amplitude da participação de uma operadora de logística terceirizada (3PL) na atividade da empresa. Seis alternativas possíveis foram pré-selecionadas ( $p_1, p_2, p_3, p_4, p_5$  e  $p_6$ ).

- **p<sub>1</sub>**: As atividades logísticas devem ser conduzidas pela empresa.
- **p<sub>2</sub>**: Apenas as atividades de armazenamento devem ser realizadas por um 3PL.
- **p<sub>3</sub>**: Apenas o transporte deve ser gerenciado por um 3PL.
- **p<sub>4</sub>**: Armazenamento e transporte para longas distâncias devem ser realizados por um 3PL.
- **p<sub>5</sub>**: Apenas o transporte para longas distâncias deve ser realizado por um 3PL.
- **p<sub>6</sub>**: Toda atividade logística deve ser conduzida por um 3PL.

Os decisores foram convocados para ordenar as seis alternativas da mais preferida a menos desejada a fim de fazer uma avaliação mais precisa. Comparado ao modelo proposto nesta tese, o desempenho seguiu uma estrutura análoga ao Quadro 10.

*Quadro 10 — Artigo pela perspectiva do modelo*

Característica	Caraterização
<b>Abordagem:</b>	Ampla: foram escolhidos quatro vetores a fim de gerar informações para o problema
<b>Critério de saída</b>	Aceitação da resposta comum
<b>Número de rodadas</b>	Não foi estipulado o máximo, mas o acordo foi alcançado após a primeira rodada de discussões dos resultados

*Fonte: Adaptado de Silva Filho et al. (2013)*

Esse trabalho apresenta uma característica própria interessante. O número de ordenações, que alcançaram o patamar de melhor resultado para alguns dos quatro vetores utilizados no apoio à decisão, foi considerado empatado. Por exemplo, foram encontrados quinze rankings os quais a distância total entre esse ranking e os demais foi considerada mínima. Esta baixa capacidade de discernimento é resultante do tipo de informação de entrada. Ordenações possuem um poder discriminatório menor do que avaliações tradicionais, o que faz métodos de votações via de regra sofrerem com risco de má representação da opinião do grupo.

A abordagem ampla nesse caso ajuda a atenuar os efeitos poucos discriminatórios que o uso de apenas um vetor poderia ter. O decisor que pôde obter mais informações sobre como uma possível ordenação de consenso se comportou considerando diferentes avaliações.

A abordagem ampla foi capaz de prover informações importantes, conforme apresentado abaixo:

- A estratégia  $p_3$  foi a melhor em todas as avaliações.
- As alternativas  $p_1$  e  $p_2$  foram classificadas em último ou segundo lugar em todas as opções.
- A classificação de  $p_6$  varia significativamente (do segundo ao quinto). Isso representa uma diferença entre as opiniões e essa alternativa pode ser mais discutida.
- Quando todos os seis vetores são analisados, o DM com maior discordância foi o  $DM_1$ . Deve ser interessante pedir que ele explique as razões de suas escolhas.
- Na maioria das pontuações, as avaliações de  $DM_2$  resultados tiveram o menor valor de discordância. Deve ser interessante pedir a ele que explique as razões de suas escolhas.

O método ainda foi comparado a resultados de Borda, e Copeland. Os vetores considerados como vencedores nestas metodologias foram avaliados no modelo proposto e obtiveram avaliações intermediárias.

## 6 CONCLUSÃO

Os estudos sobre decisão em grupo e negociação envolvem um campo do conhecimento em absoluto processo de desenvolvimento teórico-conceitual, abrangendo perspectivas e ideias distintas. Esta tese apresenta a construção de uma estrutura a partir da visão de agregadores ordenados, em especial os agregadores OWA e o OWD.

A perspectiva estruturada dos agregadores ordenados no processo de decisão em grupo e negociação é capaz de trazer benefícios pertinentes à decisão. Dentre eles, a possibilidade de se extrair mais informações do processo como um todo, flexibilização da ideia de compensação em decisão para níveis reguláveis pelo decisor, possibilidade de que a tomada de decisão seja satisfeita quando atingir um número pré-determinado de alternativas. Também é necessário considerar o uso de ferramentas que ajudam tanto na estruturação do processo decisório como os próprios decisores em suas avaliações.

A tese apresenta inicialmente as conceituações fundamentais que definem os agregadores ordenados OWA e OWD, além de conceitos já utilizados como Orness e Entropia. Em seguida, propõe conceitos e abordagens próprias para a construção que são úteis na obtenção de informação em tomada de decisão com os agregadores.

Por conta da fraca delimitação na visão acadêmica, as abordagens de decisão em grupo e negociação são minimamente delimitadas, não com a intenção de ser uma posição definitiva sobre o assunto, mas para tornar o problema tratável matematicamente. Essa delimitação utiliza base acadêmica e permite avaliar se o problema vai ser tratado pela perspectiva de decisão em grupo ou de negociação

Com base nas delimitações anteriores, a tese ainda apresenta um *framework* geral sobre decisão em grupo e negociação e provê um desenvolvimento posterior para o caso de decisão em grupo e negociação. Como aplicação, são utilizados cases presentes em artigos científicos. Por último, são apresentados estudos paralelos realizados que utilizam os conceitos e abordagens desta tese em escala diferente.

Os resultados apresentados nesta tese foram capazes de analisar situações de decisão em grupo e negociação nos cenários apresentados. Com as informações geradas pelos conceitos apresentados na tese e com a utilização do modelo, é possível gerar informações sobre a decisão e tomá-las levando-se em conta graus de

compensação tanto na forma mais integrativa de decisão em grupo quanto em uma perspectiva de oposição que possa ser gerada em uma avaliação de negociação.

## 6.1 LIMITAÇÕES

Esta tese possui algumas limitações: o modelo de ordenação pode não ser conveniente para determinados casos os quais a média ponderada é mais clara ou quando a abordagem da preferência não é obtida via preferência *fuzzy*. Em cenários onde os modelos multicritérios tradicionais obtêm preferências a partir de critérios pré-estabelecidos ou com função utilidade pré-determinada para critérios específicos exigem, ao menos, uma adaptação do modelo proposto na tese.

Algumas das ferramentas apresentadas na tese ainda não tiveram todo o seu potencial desenvolvido e podem ser mais informativas. Por último, as decisões foram consideradas sendo tomadas sob um nível de confiança razoável, o que delimita o espaço de atuação dentro do universo *fuzzy*.

## 6.2 TRABALHOS FUTUROS

Esta tese foi realizada com uma proposta ampla que abrange perspectivas amplas e estritas deixando um vasto espaço para possíveis melhorias, delimitando cenários específicos e testando suas características. A utilização de agregadores *fuzzy* intuicionista e hesitante também pode trazer resultados interessantes.

No que tange às ferramentas do capítulo 3, há de se destacar possíveis melhorias no modelo do caminho crítico e principalmente no modelo de comportamento dos decisores da etapa de negociação.

Por último, também surge como possibilidade a estruturação definitiva de conceitos que foram apresentados no capítulo 5 como o OWD<sub>g</sub> e conceitos de gestão de conhecimento como parte do modelo ou elaboração de novos modelos.

## REFERÊNCIAS

- [1] L. H. ALENCAR e A. T. DE ALMEIDA, “1. L. H. Alencar, and A. T. Almeida, de A model for selecting project team members using multicriteria group decision making,” *Pesquisa Operacional*, vol. 30, pp. 221-236, 2010.
- [2] J. LEYVA-LÓPEZ e E. FERNANDEZ-GONZALES, “A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology.,” *European Journal of Operational Research*, vol. 148, pp. 14-27, 2003.
- [3] A. T. de ALMEIDA, D. C. MORAIS, A. P. C. S. COSTA e L. H. ALENCAR, *Decisão em Grupo e Negociação: Métodos e Aplicações*, Atlas, 2012.
- [4] “GDN,” 24 5 2018. [Online]. Available: <https://www.springer.com/business+&+management/operations+research/journal/10726>.
- [5] A. CHOUDHURY, R. SHANKAR. e M. TIWARI, “Consensus-based intelligent group decision-making model for the selection of advanced technology,” *Decision Support Systems*, vol. 42, pp. 1776-1799, December 2006.
- [6] D. PENG, C. GAO e ., Z. GAO, “Generalized hesitant fuzzy synergetic weighted distance measures and their application to multiple criteria decision-making,” *Applied Mathematical Modelling*, vol. 37, p. 5837–5850, 2013.
- [7] J. L. SILVA FILHO e D. C. MORAIS, “Uso do agregador Ordered weighted disagreement no apoio à decisão estratégica na indústria de algodão,” In: RED-M Ubatuba, 2011.
- [8] J. SILVA FILHO e D. MORAIS, “Group decision model based on ordered weighted distance to aid decisions on logistics,” *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, 2018.
- [9] J. SILVA FILHO e D. MORAIS, “Usin Faratin model to aid decision in a non-electronic negotiation,” In Group decision and negotiation Recife, 2012.
- [10] E. KAUFMANN e W. W. WITTMANN , *PLoS ONE*, The Success of Linear Bootstrapping Models: Decision Domain-, Expertise-, and Criterion-Specific Meta-Analysis. 2016.
- [11] R. R. YAGGER, “On Ordered Weighted Averaging Aggregation Operators,” *Multicriteria Decision-making*, vol. 18, 1988.
- [12] Z. XU e Z. CHEN, “Ordered weighted distance measure,” *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, vol. 27, nº 4, 2008.

- [13] J. MERIGÓ e A. GIL-LAFUENTE, “New decision-making techniques and their application in the selection of financial products,” *Information Sciences*, vol. 110, p. 2085–2094, 2010.
- [14] R. SLOWIRISKI e J. TEGHEM, Stochastic versus Fuzzy Approaches in Multiobjective Mathematical Programming under Uncertainty., Kluwer, Dordrecht, pp. 331- 350.
- [15] M. FEDRIZZI , J. KACPRZYK e H. NURMI, “Consensus degrees under fuzzy majorities and fuzzy preferences using OWA (ordered weighted average) operators,” *Control and Cybernetics*, pp. 77-86, 1993.
- [16] “COMMERCE.GOV,” Departament of Commerce of United States, 11 05 2017. [Online]. Available: <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2017/05/joint-release-initial-results-100-day-action-plan-us-china-comprehensive>. [Acesso em 29 08 2018].
- [17] “CNBC,” CNBC, 19 06 2017. [Online]. Available: <https://www.cnbc.com/2017/07/19/us-china-comprehensive-economic-dialogue-disagreement-over-how-to-reduce-trade-deficit-official-says.html>. [Acesso em 28 08 2018].
- [18] “AFRICANEWS,” Africanews, 29 01 2018. [Online]. Available: <http://www.africanews.com/2018/01/29/nile-tensions-leaders-of-ethiopiaegypt-and-sudan-say-all-is-well/>. [Acesso em 29 08 2018].
- [19] D. ABDELHADY , K. AGGESTAM, A. D., O. BECKMAN, R. BERNDTSSON, K. PALMGREN , K. MADANI, U. OZKIRIMLI, K. PERSSON e P. PILESJÖ, “The Nile and the Grand Ethiopian Renaissance Dam: Is There a Meeting Point between Nationalism and Hydrosolidarity?,” *Journal of Contemporary Water Research*, 2015.
- [20] A. GIL, Como elaborar projeto de pesquisa, Atlas, 2002.
- [21] R. BERTO e N. D., “Metodologia de pesquisa e a engeharia de produçāo,” *ENEGET*, 1998.
- [22] M. MARCONI e E. M. LAKATOS, Fundamentos de Metodologia Científica, Atlas, 2009.
- [23] A. T. de ALMEIDA, Processo de Decisão Processo de Decisão: Construindo Modelos de Decisão, Atlas, 2013.
- [24] A. EMOUZNEJAD e M. MARRA, “Ordered weighted averaging operators 1988-2014: A citation based literature survey.,” *International Journal of Intelligent Systems*, vol. 29(11), pp. 994-1014, 2014.
- [25] L. A. ZADEH, “A computational approach to fuzzy quantifiers in natural languages,” *Comps. & Muths with appls*, vol. 9, pp. 149-184, 1983.

- [26] I. CONTRERAS, “Ordered Weighted Disagreement Functions,” *Group decision and negotiation*, p. 345–361, 2010.
- [27] G. COLSON e C. BRUYN , “Models and Methods in Multiple Criteria Decision-making,” *International Series in Modern Applied Mathematics and Computer Science*, 1989.
- [28] L. LIMA-JUNIOR, L. OSIRO e L. C. CARPINETTI, “ A fuzzy inference and categorization approach for supplier selection using compensatory and non-compensatory decision rules,” *Applied Soft Computing*, vol. 10, nº 13, p. 4133–4147, 2013.
- [29] W. ADAMOWICZ e P. BOXALL, “Modeling non-compensatory preferences in environmental valuation,” *Resource and Energy Economics*, vol. 39, pp. 89-107, 2015.
- [30] T. MARCHANT, “Maximal orness weights with a fixed variability for OWA operators,,” *International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems*, vol. 14, pp. 271-276., 2006.
- [31] G. CAMPANELLA e R. RIBEIRO, “A framework for dynamic multiple-criteria decision making,” *Decision Support Systems*,, vol. 52, pp. 52-60, December 2011.
- [32] B. S. AHN, “On the properties of OWA operator weights functions with constant level of orness Fuzzy Systems,” *IEEE Transactions on Issue*, pp. 511-515, 2006.
- [33] G. E. de Paula, , F. Ramos, e G. Ramalho, , “Bilateral Negotiation Model for Agent-Mediated Electronic Commerce,” *F. Dignum and U. Corte´s (eds.) Lecture Notes in Artificial Intelligence*, 2003.
- [34] J. SILVA FILHO, D. MORAIS e T. Gonçalo, “Negotiation Model To Aid A Brazilian Retail Company With Logistics Prolbems,” IN: Informs. Houston, 2017.
- [35] P. FARATIN, C. SIERRA e N. JENNINGS, “Negotiation Decision Function for autonomous agents,” *Journal of Robotics and autonomous systems*, pp. 159-182, 1998.
- [36] J. L. SILVA FILHO e D. C. MORAIS, “A decision negotiation model based on negotiation agent-assistance and Ordered Weighted Averaging (draft),” *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*, 2018.
- [37] T. M. HUYNH, H. H. HUYNH, V. T. TRAN e H. X. HUYNH, “Collaborative filtering recommender system base on the interaction multi-criteria decision with ordered weighted averaging operator,” IN: Proceedings of the 2nd International Conference on Machine Learning and Soft Computing. Phu Quoc, 2018.
- [38] C. LLOPIS-ALBERT,, J. MERIGÓ, H. LIAO, Y. XU, J. GRIMA-OLMEDO e C. GRIMA-OLMEDO, “Water Policies and Conflict Resolution of Public Participation

Decision-Making Processes Using Prioritized Ordered Weighted Averaging (OWA) Operators,” *Water Resources Management*, 2018.

- [39] F. E. BORAN, S. GENÇ, M. KURT e D. AKAY, “A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier,” *A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier*, p. 11363–11368, 2009.
- [40] J. SHINY e S. KURIAKOSE, “Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets,” *Note on multiattribute decision making in intuitionistic fuzzy context*, vol. 19, p. 48–53, 2013.
- [41] E. SZMIDT e J. KACPRZYK, “Concept of Distances and Entropy for Intuitionistic Fuzzy Sets and their Applications in Group Decision Making,” In Sixth Int. Conf. on IFSs. Varna, 2002.
- [42] M. CASANOVAS, A. TORRES-MARTÍNEZ e J. MERIGÓ, “Decision Making in Reinsurance with Induced OWA Operators and Minkowski Distances,” *Journal Cybernetics and Systems*, vol. 47, 2016.
- [43] J. LEÃO e D. MORAIS, “A bilateral negotiation model for supply chain,” IN. IEEE SMC. Anchorage, 2011.
- [44] M. KILGOUR e C. EDEN, Handbook of Group Decision and Negotiation, 2010.
- [45] A. CELINO e G. CONCILLO, “Explorative Nature of Negotiation in Participatory Decision Making for Sustainability,” *Group Decis Negot*, p. 255–270, 2011.
- [46] Z. S. CHEN, L. MARTÍNEZ, K. S. CHIN e K. TSUI, “Two-stage aggregation paradigm for HFLTS possibility distributions: A hierarchical clustering perspective,” *Expert Systems with Applications*,, 2018.
- [47] R. YAGGER, J. KACPRZNYK e G. BELIAKOV, “Recent developments on the ordered weighted averaging operators,” *Theory and practice*, 2011.
- [48] J. M. MERIGÓ, Y. XU e S. ZENG, “Group decision making with distance measures and probabilistic information,” *Knowledge-Based Systems*, 2013.
- [49] R. SAHIN e G. KUÇUK, “Group decision making with simplified neutrosophic ordered weighted distance operator”.*Mathematical Methods in Applied Science*.
- [50] J. MERIGÓ, D. PALACIOS-MARQUÉS e P. SOTO-ACOSTA, “Distance measures, weighted averages, OWA operators and Bonferroni means,” *Applied Soft Computing*, p. 356–366, 2017.
- [51] F. HILLIER e G. LIEBERMAN, “Introdução à pesquisa operacional,” 2010.

- [52] W. OGRYCZAK e T. SLIWINSKI, “On solving linear programs with the ordered On solving linear programs with the ordered,” *European Journal of Operational Research*, nº 148, pp. 80-91, 2003.
- [53] J. M. MERIGÓ, M. CASANOVAS e S. Z. ZENG, “Distance measures with heavy aggregation operators,” *Applied Mathematical Modelling*, vol. 38, p. 3142–3153, 2014.
- [54] L. LADSON, R. FOX e M. RATNER, “Nonlinear optimization using the generalized reduced gradient method,” *RAIRO - Operations Research - Recherche Opérationnelle*, vol. 3, pp. 73-103, 1974.
- [55] R. SHARMAA e B. GLEMMESTAD, “On Generalized Reduced Gradient method with multi-start and self-optimizing control structure for gas lift allocation optimization,” *Journal of Process Control*, vol. 23, pp. 1129-1140, 2013.
- [56] J. CLÍMACO e C. H. ANTUNES, Multicriteria Analysis, Coimbra: Springer, 1994.
- [57] G. KERSTEN, “Modeling distributive and integrative negotiations - review and revised characterization,” *Group decision and negotiation*, 2001.
- [58] R. WALTON e R. MACKERSIE, A behavioral theory of labor negotiations:an analysis of a social interaction system., McGraw-Hill, 1965.
- [59] R. VETSCHERA, “Group Decision and Negotiation Support - A Methodological Survey,” *OR Spektrum*, p. OR Spektrum, 1990.
- [60] A. MINTZ, N. GEVA e K. DEROUEN JR, “Mathematical models of foreign policy decision-making: Compensatory vs. noncompensatory.,” *Synthese*, pp. 441-460, 199.
- [61] Z. Cheng e L. Xing,, “A Negotiation Model of Supply Chain Based on Multi-agent.,” em *Second International Conference on Information and Computing Science*, 2009.
- [62] M. KILGOUR e E. EDEN, Handbook of Group Decision and Negotiation, Springer Science Business Media B.V., 2010.
- [63] L. S. PEREIRA, J. L. SILVA FILHO e D. C. MORAIS, “Agregação de conhecimento de especialistas não-homogêneos aplicada a gestão da manutenção de poços em sistemas de abastecimento de água,” IN: SBPO. Rio de Janeiro, 2018.
- [64] J. L. SILVA FILHO, D. C. MORAIS e S. DAHER, “Using OWDg to support a multicriteria group decision in a logistics problem,” In: IEEE - SMC. Manchester, 2013.
- [65] J. L. SILVA FILHO, A. RANGEL e D. MORAIS, “Modelo de agregação de conhecimento de especialistas não-homogêneos no contexto de recursos hídricos,” IN: SBPO . Porto de galinhas, 2015.

- [66] J. SILVA FILHO e D. MORAIS, “Avaliação de mapas cognitivos baseado na agregação de conhecimento de especialistas não-homogêneos,” IN: SBPO. Vitória, 2016.
- [67] T. VOLLMANN, T. BERRY e C. WHYBARK, Sistemas de Planejamento e Controle da Produção, São Paulo: Bookman., 2006.
- [68] D. O'LEARY, “The Emergence of Individual Knowledge in a Group Setting: Mitigating Cognitive Fallacies.,” *Group decision and negotiation.*, vol. 19, 2010.
- [69] L. DIAS e J. N. CLÍMACO, “Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: a methodology and GDSS architecture,” *European Journal of Operational Research.*, vol. 160, pp. 291–307., 2005.
- [70] A. FLEURY e M. FLEURY, “Competitive strategies and core competencies: perspectives for the internationalization on industry in Brazil.,” *Integrated Manufacturing Systems*, vol. 14, pp. 16-25, 2003.
- [71] A. de ALMEIDA, O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão, Recife: Universitária, 2011.
- [72] G. BELIAKOV, S. JAMES e WILKIN, T, “Aggregation and consensus for preference relationsbased on fuzzy partial orders,” *Fuzzy Optim Decis Making*, pp. 409-428, 2017.