

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MODELO DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES PARA
COMPRAS PÚBLICAS BASEADO EM NEGOCIAÇÃO
MULTIBILATERAL E MULTIASPECTO**

TESE SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE DOUTOR
POR

FERNANDO SCHRAMM

Orientadora: Profa. Danielle Costa Morais, D.Sc.

RECIFE, JULHO / 2013

Catálogo na fonte
Bibliotecário Marcos Aurélio Soares da Silva, CRB-4 / 1175

S377m Schramm, Fernando.
Modelo de seleção de fornecedores para compras públicas baseado em negociação multilateral e multiaspecto / Fernando Schramm - Recife: O Autor, 2013.
xi, 115 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profª Drª. Danielle Costa Morais.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2013.
Inclui Referências .

1. Engenharia de Produção. 2. Seleção de Fornecedores. 3. Compras Públicas – Licitação. 4. Apoio a Decisão Multicritério. 5. Negociação Multilateral. 6. Negociação Multiaspecto. I. Morais, Danielle Costa (Orientadora). II. Título.

658.5 CDD (22. ed.)

UFPE
BCTG/2013-197

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
PRODUÇÃO**

**PARECER DA COMISSÃO
DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DE**

FERNANDO SCHRAMM

**“MODELO DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES PARA
COMPRAS PÚBLICAS BASEADO EM NEGOCIAÇÃO
MULTIBILATERAL E MULTIASPECTO”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência da primeira, considera o candidato **FERNANDO SCHRAMM APROVADO**.

Recife, 21 de maio de 2013.

Profa. Danielle Costa Morais
Doutor, PPGEP/UFPE

Profa. Denise Dumke de Medeiros
Docteur, PPGEP/UFPE

Prof. Abraham Benzaquen Sicsú
Doutor, PPGEP/UFPE

Prof. Marcos André Mendes Primo
PhD, Depto. Ciências Administrativas da UFPE

Prof. Jeronymo José Libonati
Doutor, Depto. Ciências Contábeis da UFPE

*Aos meus pais Rui e Ana,
e a minha esposa Vanessa.*

AGRADECIMENTOS

A Deus;

À professora Danielle Costa Morais pela orientação e apoio em todos os momentos da construção deste trabalho.

Ao professor Abraham Benzaquen Sicsú e à professora Denise Dumke de Medeiros por terem feito parte do meu Comitê de Avaliação do doutorado e pelas contribuições feitas na pré-defesa e na defesa da tese.

Aos professores Marcos André Mendes Primo e Jeronymo José Libonati por terem aceitado o convite para compor a minha banca examinadora e pelas contribuições feitas na defesa da tese.

Aos professores do PPGEP.

À secretaria do PPGEP na pessoa de Bárbara, por sempre estar pronta e disposta a atender aqueles que fazem o programa.

*“Agir, eis a inteligência verdadeira.
Serei o que quiser.
Mas tenho que querer o que for.
O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito.
Condições de palácio tem qualquer terra larga,
mas onde estará o palácio se não o fizerem ali?”*

Fernando Pessoa

RESUMO

A complexidade de um processo licitatório, o princípio da isonomia e a tentativa de obter a proposta mais vantajosa têm induzido a administração pública a adotar uma abordagem de seleção de fornecedores, onde o preço é o único aspecto considerado. Com o objetivo de apoiar este processo, esta tese propõe um modelo de seleção de fornecedores, baseado na legislação brasileira de licitação, que contempla uma etapa de negociação sobre múltiplos aspectos. O modelo estrutura o processo de compras de bens na administração pública em um fluxo de atividades: (i) captação das propostas; (ii) etapa de negociação; e (iii) homologação e adjudicação das propostas. A etapa de negociação consiste de um modelo de apoio à negociação multilateral e multiaspecto, cuja estratégia adotada garanta ganhos mútuos máximos para as partes envolvidas. O modelo proposto é ilustrado por meio de um processo licitatório já finalizado. Através desta ilustração é possível verificar que o modelo agrega maior dinâmica a lei de licitações, pois as ofertas dos fornecedores são intervalos de valores em diferentes aspectos ao invés de uma oferta fixa e única apenas no aspecto preço. Verificou-se também que a proposta pode ser utilizada para apoiar processos de seleção de fornecedores de empresas do setor privado.

PALAVRAS CHAVE: Seleção de fornecedores; Compras públicas; Apoio a decisão multicritério; Negociação multilateral; Negociação multiaspecto; Sistema de apoio a negociação.

ABSTRACT

The complexity of bidding process, the equality principle and the attempt to obtain the most advantageous bid have led the government to adopt a selection supplier approach, in which the price is the only issue considered. In order to support this process, this thesis proposes a supplier selection model based on the Brazilian bidding law, which includes a negotiation stage on multiple issues. The model organizes the public bidding process in a flow of activities: (i) bids reception; (ii) negotiation stage; and (iii) approval and award of bids. The negotiation stage is developed as a model to support multi-bilateral and multi-issue negotiations, whose adopted strategy ensures joint maximum gains for the parties involved. The proposed model is illustrated through its application for a bidding process already concluded. This illustration showed that the model aggregates more dynamic to the bidding law since the suppliers bids are ranges of values in different issues instead of a single bid in the price issue only. It was verified that the proposal can be used to support suppliers selection processes in private sector companies.

KEYWORDS: Supplier selection; Public purchasing; Multi-criteria decision analysis; Multi-bilateral negotiation; Multi-issue negotiation; Negotiation support system.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	RELEVÂNCIA DO ESTUDO.....	3
1.2	OBJETIVOS	5
1.3	METODOLOGIA.....	6
1.4	ESTRUTURA DA TESE	7
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA.....	8
2.1	APOIO A DECISÃO MULTICRITÉRIO	8
2.1.1	<i>Abordagem critério único de síntese</i>	<i>9</i>
2.1.2	<i>O Modelo de Agregação Aditivo</i>	<i>11</i>
2.1.3	<i>O parâmetro constante de escala</i>	<i>11</i>
2.1.4	<i>O procedimento de normalização.....</i>	<i>12</i>
2.1.5	<i>A independência preferencial entre os critérios.....</i>	<i>13</i>
2.1.6	<i>Abordagem de sobreclassificação</i>	<i>14</i>
2.1.7	<i>O parâmetro peso nos métodos de sobreclassificação.....</i>	<i>14</i>
2.1.8	<i>Abordagem julgamento iterativo</i>	<i>15</i>
2.2	FAMÍLIA SMART DE MÉTODOS MULTICRITÉRIO.....	15
2.2.1	<i>Visão geral dos métodos SMART.....</i>	<i>16</i>
2.2.2	<i>Método SMARTS.....</i>	<i>17</i>
2.2.3	<i>Método SMARTER.....</i>	<i>21</i>
2.3	NEGOCIAÇÃO	23
2.3.1	<i>Negociação integrativa.....</i>	<i>26</i>
2.3.2	<i>Tipos de Negociações Integrativas.....</i>	<i>27</i>
2.3.3	<i>Teorias para a negociação</i>	<i>29</i>
2.3.4	<i>Interventores nas negociações.....</i>	<i>32</i>
2.3.5	<i>Sistemas de Apoio à Negociação.....</i>	<i>32</i>
2.3.6	<i>Definição das estratégias e dos movimentos para a negociação.....</i>	<i>34</i>
2.3.7	<i>Negociação Automatizada</i>	<i>35</i>
2.4	ABORDAGENS DE DECISÃO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES.....	36
2.5	ABORDAGENS DE NEGOCIAÇÃO.....	47
2.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	51
3	O MODELO DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES PROPOSTO.....	54
3.1	A LEI DE LICITAÇÕES.....	55
3.2	CAPTAÇÃO DE PROPOSTAS.....	56
3.3	ETAPA DE NEGOCIAÇÃO.....	60
3.3.1	<i>Pré-negociação.....</i>	<i>62</i>
3.3.2	<i>Negociação</i>	<i>70</i>
3.3.3	<i>Pós-Negociação</i>	<i>71</i>

3.4	HOMOLOGAÇÃO E ADJUDICAÇÃO	72
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	73
4	O MODELO DE APOIO À NEGOCIAÇÃO PROPOSTO.....	75
4.1	ESTRUTURAÇÃO DO PROBLEMA	75
4.2	SISTEMA ADITIVO DE PONTUAÇÃO	77
4.3	FUNÇÃO VALOR DOS ASPECTOS.....	78
4.4	FRONTEIRA EFICIENTE DE PARETO	80
4.5	CONSTANTES DE ESCALA DOS ASPECTOS	83
4.6	CONSOLIDAÇÃO DA DANÇA DOS PACOTES COMPLETOS	84
4.7	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	84
5	EXEMPLO	87
5.1	CAPTAÇÃO DE PROPOSTAS.....	88
5.2	ETAPA DE NEGOCIAÇÃO	90
5.2.1	<i>Pré-negociação</i>	90
5.2.2	<i>Negociação</i>	93
5.2.3	<i>Pós-Negociação</i>	99
5.3	HOMOLOGAÇÃO E ADJUDICAÇÃO	100
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO	100
6	CONCLUSÕES	102
6.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	104
6.2	PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS.....	105
	REFERÊNCIAS	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – As quatro classes das funções valor unidimensionais.....	20
Figura 2.2 – Framework dos tipos de negociações com múltiplos aspectos.....	28
Figura 3.1 – Fluxograma do modelo de seleção de fornecedores.....	54
Figura 3.2 – Fluxograma da captação de propostas.....	56
Figura 3.3 – Fluxograma das atividades referentes ao Sistema de Registro de Preços.....	57
Figura 3.4 – Fluxograma das atividades referentes a Elaboração do Edital ou Convite.....	58
Figura 3.5 – Fluxograma das atividades referentes a Habilitação dos Participantes.....	59
Figura 3.6 – Fluxograma das atividades referentes ao Recebimento e Validação de Propostas.....	60
Figura 3.7 – Fluxograma geral da etapa de negociação.....	61
Figura 3.8 – Fluxograma da pré-negociação.....	62
Figura 3.9 – Exemplo de uma região de acordo do comprador envolvendo dois aspectos.....	64
Figura 3.10 – Exemplo de uma região de acordo do fornecedor ($i = 1$) envolvendo dois aspectos.....	65
Figura 3.11 – Gráficos representando ACCEPT.....	66
Figura 3.12 – Fluxograma da pós-negociação.....	71
Figura 3.13 – Fluxograma das atividades referente a Homologação e Adjudicação da compra.....	72
Figura 4.1 – Fluxograma da negociação.....	75
Figura 5.1 – Funções valor no aspecto C1 (órgão público) e no aspecto C4 (fornecedor 4).....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Matriz de avaliações das alternativas por critérios	19
Tabela 2.2 – Pesos ROC calculados a partir da equação (2.3)	22
Tabela 2.3 – Continuação dos pesos ROC calculados a partir da equação (2.3).....	23
Tabela 2.4 – Algumas perguntas organizadoras	24
Tabela 2.5 – Resumo dos critérios estudados por Dickson (1966)	37
Tabela 2.6 – Avaliação dos critérios de Dickson (1966).....	38
Tabela 2.7 – Reordenação dos critérios com a aplicação de estratégias JIT de manufatura	39
Tabela 2.8 – Classificação dos artigos encontrados em Weber <i>et al.</i> (1991)	39
Tabela 2.9 – Classificação dos artigos de acordo com o método e características do ambiente modelado	41
Tabela 2.10 – Estrutura prescritiva para a seleção de fornecedores	43
Tabela 2.11 – Classificação dos trabalhos conforme a estrutura prescritiva proposta por De Boer <i>et al.</i> (2001)..	44
Tabela 2.12 – Métodos para apoiar a etapa de definição do problema	45
Tabela 2.13 – Métodos para apoiar a etapa de formulação dos critérios.....	45
Tabela 2.14 – Métodos para apoiar a etapa de qualificação dos fornecedores.....	45
Tabela 2.15 – Classificação dos artigos encontrados em Ho <i>et al.</i> (2010).....	46
Tabela 2.16 – Ordenação dos critérios elaborada por Ho <i>et al.</i> (2010).....	47
Tabela 2.17 – Categorização das abordagens de negociação	51
Tabela 3.1 – Exemplo de aspecto e suas respectivas descrição, escala de avaliação e objetivo para as partes	62
Tabela 3.2 – Exemplo de formulário para registrar os valores de referência do comprador em cada aspecto	63
Tabela 3.3 – Exemplo de formulário para registrar os valores de referência dos fornecedores em cada aspecto	64
Tabela 3.4 – Avaliação da viabilidade entre o par comprador-fornecedor	66
Tabela 5.1 – Aspectos, suas respectivas descrições e escalas de avaliação	88
Tabela 5.2 – Especificação do bem comprado	89
Tabela 5.3 – Valores de referência do comprador em cada aspecto.....	90
Tabela 5.4 – Valores de referência dos fornecedores em cada aspecto.....	90
Tabela 5.5 – Novos valores de referência dos fornecedores em cada aspecto	91
Tabela 5.6 – Avaliação da viabilidade entre o par comprador-fornecedor	92
Tabela 5.7 – Novo conjunto de valores de referência dos pares comprador-fornecedores em cada aspecto.....	93
Tabela 5.8 – Ordem de importância dos aspectos	94
Tabela 5.9 – Pesos ROC dos aspectos.....	95
Tabela 5.10 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 1	95
Tabela 5.11 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 2	96
Tabela 5.12 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 3	97
Tabela 5.13 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 4.....	98
Tabela 5.14 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 5.....	99
Tabela 5.15 – <i>Ranking</i> dos fornecedores.....	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – *Analytic Hierarchy Process*
ANP – *Analytic Network Process*
BATNA – *Best Alternative To a Negotiated Agreement*
CTP – Custo Total de Propriedade
DEA – *Data Envelopment Analysis*
DPC – Dança dos Pacotes Completos
EDI – *Electronic Data Interchange*
EEC – Elaboração do Edital ou Convite
ELECTRE – *Elimination and Choice Translating Algorithm*
EN – Etapa de Negociação
EUA – Estados Unidos da América
FAR – *Federal Acquisition Regulation*
HA – Homologação e Adjudicação
HP – Habilitação dos Participantes
JIT – *Just-In-Time*
MACBETH – *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*
MAUT – *Multi-Attribute Utility Theory*
MCDA – *Multi-Criteria Decision Analysis*
NN – Negociação
NP – Pós-Negociação
PN – Pré-Negociação
PROMETHEE – *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*
ROC – *Rank Order Centroid*
RVP – Recebimento e Validação de Propostas
SAD – Sistemas de Apoio à Decisão
SAP – Sistema Aditivo de Pontuação
SMA – Sistemas MultiAgentes
SMART – *Simple Multi-Attribute Rate Technique*
SMARTER – *SMART Exploiting Ranking*
SMARTS – *SMART Swing weights*
SRP – Sistema de Registro de Preços

1 INTRODUÇÃO

As compras públicas têm sido objeto de estudo de diversos pesquisadores ao longo dos anos (Erridge & Nondi, 1994; Lawther & Martin, 2005; Menezes *et al.*, 2007; Peres, 2007; Faria *et al.*, 2010a; Faria *et al.*, 2010b). Alguns estudos apontam a existência de duas abordagens distintas adotados pela administração pública de diferentes países, a saber: abordagem competitiva e abordagem de negociação.

Na abordagem competitiva a seleção de fornecedores é feita através de uma concorrência entre vários fornecedores que devem oferecer um lance competitivo fechado, com preço fixo, sendo quase sempre adjudicada com base no preço mais baixo. Já na abordagem de negociação, a empresa pública escolhe um único fornecedor e com ele realiza negociações para a aquisição de um produto. Estas negociações não ocorrem apenas sobre o aspecto preço do produto, isto é, nelas outros aspectos como qualidade, tempo de entrega e garantia são considerados também.

As duas abordagens carregam consigo vantagens e desvantagens. A primeira abordagem traz como vantagem a concorrência entre os fornecedores; no entanto, esta competição é baseada apenas em uma barganha sobre o aspecto preço do produto, deixando de levar em consideração outros aspectos, o que representa uma desvantagem. Já a segunda abordagem apresenta como vantagem a utilização de uma negociação para o processo de compras baseada em outros aspectos, além do preço. No entanto, esta negociação é conduzida com um único fornecedor o que traz como desvantagem a ausência de concorrência entre os fornecedores, ou seja, a empresa pública não terá a informação de quão bom está o desempenho do fornecedor em relação aos outros adversários que compõem o mercado.

No Brasil, as compras públicas em todas as esferas administrativas, Federal, Estadual e Municipal, são realizadas sob os termos de um processo licitatório baseado nas regras estabelecidas pela Lei nº 8.666 (Brasil, 1993). Além desta, existe a Lei nº 10.520 (Brasil, 2002) e o Decreto nº 5.450 (Brasil, 2005) que estabelecem as condições legais para a aplicação da Lei nº 8.666 na modalidade de pregão tanto na forma presencial como na eletrônica, respectivamente. A Lei nº 8.666 está em consonância com uma abordagem de licitação híbrida, ou seja, ela permite tanto a competição entre os fornecedores, quanto a consideração de vários aspectos durante o processo de compras. No entanto, outros princípios assumidos pela administração pública brasileira tem impedido que isso seja feito, implicando

na adoção de uma abordagem de seleção de fornecedores, conduzida com base apenas no aspecto preço do produto.

Condições favoráveis a adoção de uma abordagem de licitação híbrida também são verificadas nas regras que regem os processos de compras públicas de países da Comunidade Europeia e Estados Unidos. Neste, os governos Estaduais e Municipais têm liberdade para estabelecer legislação própria. No entanto, quando as compras são financiadas por recursos do orçamento Federal, estas devem obedecer algumas regras da *Federal Acquisition Regulation* (FAR). A FAR (Estados Unidos da América, 2005) é a legislação responsável pelas diretrizes federais nas compras de bens, serviços e obras públicas dos EUA. Nesta lei são previstas as seguintes modalidades de licitação: (i) licitação aberta, onde qualquer fornecedor pode apresentar proposta; (ii) aquisição negociada, com número limitado de fornecedores convidados a apresentar propostas, ou mesmo envolvendo aquisição de fornecedor único, denominada de aquisição negociada não competitiva; (iii) licitação simplificada, aplicada em contratos de valor inferior a US\$ 100 mil.

No bloco econômico da Europa, as normas legais (União Europeia, 2004) da Comunidade Europeia preveem três maneiras em que os contratos de compras podem ser celebrados: (i) Procedimento aberto, no qual qualquer fornecedor pode apresentar proposta; (ii) Procedimento restrito, no qual qualquer fornecedor pode solicitar participar e só os candidatos convidados pela entidade adjudicante podem apresentar propostas; (iii) Procedimento de negociação, no qual a entidade adjudicante consulta os fornecedores da sua escolha e negocia as condições do contrato com um ou mais deles.

É nesse contexto que argumenta-se a favor da estruturação de uma abordagem de compras públicas híbrida, a qual seja capaz de agregar as vantagens das duas abordagens: competição envolvendo vários fornecedores com uma negociação baseada em múltiplos aspectos. No entanto, mesmo esta terceira abordagem apresenta uma desvantagem que está relacionada com a dificuldade em se estabelecer um modelo de seleção de fornecedores que permita conjugar múltiplos fornecedores e uma negociação com múltiplos aspectos.

Portanto, nesta tese é proposto um modelo de seleção de fornecedores que contempla negociações bilaterais estruturadas com cada par comprador-fornecedor, levando em consideração múltiplos fornecedores e múltiplos aspectos, que pode ser utilizado para apoiar compras públicas por meio de processos licitatórios. Além de permitir a realização de negociações entre os pares comprador-fornecedores, o modelo proposto estrutura todo o fluxo

de atividades inerentes às compras públicas brasileira. Este fluxo foi elaborado levando-se em consideração a regulamentação legal do processo de compras públicas ocorrido no Brasil, nos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

1.1 Relevância do Estudo

Os bens e serviços demandados pelas autoridades públicas brasileiras são comprados sob os termos de um processo licitatório que devem seguir as regras estabelecidas na legislação brasileira (Brasil, 1993; Brasil, 2002; Brasil, 2005). A Lei nº 8.666 assume as características de um modelo de licitação híbrido, ou seja, um modelo que requer a competição entre fornecedores e a negociação de vários aspectos. Nesta lei, estão fixadas as normas gerais para as licitações e contratos públicos, as quais exigem que o processo seja conduzido com a participação do maior número possível de fornecedores e que leve em consideração múltiplos aspectos, a saber: preço, especificações técnicas, desempenho, condições de manutenção, assistência técnica e garantia oferecidas pelos fornecedores para os produtos comprados.

No entanto, a complexidade do processo licitatório, o princípio da isonomia e a tentativa de obter a proposta mais vantajosa têm induzido a administração pública brasileira a adotar uma abordagem de seleção de fornecedores, onde o aspecto preço é o único fator tratado. A consequência disso é o comprometimento do resultado da seleção, visto que aspectos importantes, que interferem diretamente na decisão da compra de um produto, não são levados em consideração. Além disso, a adoção de lance único e fechado, com preço fixo, pode induzir os fornecedores a criarem cartéis no processo licitatório.

A lei também estabelece o caráter público dos processos licitatórios, de modo que qualquer cidadão possa acompanhar o processo, endossado pela Lei nº 12.527 de 18 de novembro de 2011 (Brasil, 2011), que regula o acesso a informações públicas previsto na Constituição Federal do Brasil (Brasil, 1998). No entanto, o efetivo acompanhamento por parte da população requer a devida estruturação e padronização dos processos licitatórios, garantindo que qualquer cidadão comum possa compreender as etapas envolvidas no processo e as atividades realizadas em cada uma delas.

A existência de cartéis nas compras públicas bem como a falta de transparência na homologação e adjudicação dos contratos são aspectos apontados por Padhi & Mohapatra (2011) que comprometem os processos de compras realizados por órgãos públicos de uma

forma geral. Os autores também citam outras fragilidades dos processos de compras públicas, a saber, a existência de uma excessiva intervenção e favoritismo do Estado em direção a adjudicação de contratos com empresas locais; a associação dos processos de compras governamentais com a corrupção; o escândalo; e o abuso de recursos públicos.

Neste contexto, a análise multicritério é uma importante ferramenta para apoiar a decisão relacionada com a seleção de fornecedores no setor público. Este tipo de análise apoia os decisores na organização e sintetização das informações, permitindo que eles sintam-se confortáveis e confiantes no processo de tomada de decisão e garantindo que todos os aspectos envolvidos no processo decisório sejam levados em consideração apropriadamente (Belton & Stewart, 2002). A análise multicritério tem sido amplamente utilizada para melhorar a gestão de compras em diferentes cadeias de suprimentos, como pode ser visto em Weber *et al.* (1991), Degraeve *et al.* (2000), De Boer *et al.* (2001) e Ho *et al.* (2010), que conduziram uma vasta revisão da literatura sobre a aplicação de análise multicritério na seleção de fornecedores. Além disso, De Boer & Van der Wegen (2003) realizaram uma avaliação que permitiu demonstrar de maneira mais efetiva a importância percebida da utilização de ferramentas e abordagens de decisão formais para a seleção de fornecedores na prática. Csáki & Gelléri (2005) enfatizaram em sua pesquisa que o uso de ferramentas de apoio a decisão formais pode também diminuir o dano potencial da corrupção nas atividades que cercam as compras públicas.

Nos modelos multicritérios de seleção de fornecedores tradicionais, a avaliação dos fornecedores é realizada baseando-se apenas em um valor fixo definido para cada um dos aspectos, não oferecendo margens para as partes comprador-fornecedor negociarem sobre os valores, afim de obterem melhores desempenhos para ambos no processo de compras. Portanto, uma abordagem de negociação pode ser incorporada a estes modelos de seleção, permitindo que a avaliação dos fornecedores seja baseada em intervalos de valores definidos pelas partes. A incorporação destes intervalos permite que haja um processo de barganha sobre cada um dos aspectos envolvidos na seleção.

Uma abordagem de negociação é direcionada às situações em que duas ou mais partes reconhecem a existência de diferenças de interesses e de valores entre elas, bem como diferenças no que elas querem quando buscam um acordo de compromisso por meio do processo de negociação (Raiffa, 1982). Na abordagem de negociação, uma análise sistemática é realizada a fim de resolver um problema, cujo principal resultado é a obtenção de um acordo

em uma disputa ou em uma tomada de decisão conjunta (Wang & Zionts, 2008). Para atingir um acordo no processo de negociação as partes precisarão definir uma estratégia de negociação que, geralmente, está focada numa negociação (Erridge & Nondi, 1994; Lawther & Martin, 2005) entre as partes e em uma visão ganha-ganha, onde exista a cooperação baseada em um bom relacionamento entre as partes. Para atingir o bom relacionamento, as partes precisam ser capazes de avaliar os *trade-offs* existentes entre os diferentes aspectos envolvidos na negociação. Um sistema de apoio a negociação pode apoiar as partes na avaliação destes *trade-offs* e, conseqüentemente, na busca da melhor solução de compromisso para ambas. Na literatura são encontrados vários sistemas de apoio à negociação, alguns com finalidades teóricas, outros práticas: Lim & Benbasat (1993), Holsapple *et al.* (1998), Fisher *et al.* (1991), Fatima *et al.* (2002), Talluri (2002), Lai *et al.* (2006), Chen & Huang (2007), Talluri *et al.* (2008), Wang & Zionts (2008), Zhang *et al.* (2011).

1.2 Objetivos

Esta tese tem como objetivo a proposição de um modelo de seleção de fornecedores para as compras públicas que permita conjugar uma negociação sobre vários aspectos com a participação de vários fornecedores. Para isso, os seguintes objetivos específicos devem ser atendidos:

- Analisar os processos de seleção de fornecedores existentes para compras públicas, bem como outros modelos de seleção de fornecedores baseados em análise multicritério;
- Estruturar o processo de compras públicas baseado na Lei nº 8.666 através da criação de um fluxo de atividades.
- Propor um modelo de seleção de fornecedores para as compras públicas brasileiras que permita a participação de vários fornecedores e uma negociação sobre vários aspectos;
- Propor um modelo de apoio à negociação para o modelo de seleção proposto;
- Elaborar um exemplo utilizando o modelo de seleção de fornecedores proposto.

1.3 Metodologia

Primeiramente, um levantamento da literatura especializada foi conduzido com o objetivo de identificar e estudar os modelos de seleção de fornecedores multicritério que já haviam sido desenvolvidos para auxiliar as compras dos setores público e/ou privado. Durante esta pesquisa, verificou-se que os modelos de seleção de fornecedores propostos na literatura eram direcionados apenas para as compras no setor privado. Este aspecto motivou o aprofundamento dos estudos sobre a sistemática de compras no setor público, visando o desenvolvimento de um modelo de seleção de fornecedores que fosse capaz de apoiar o processo de compras públicas.

Nos estudos sobre as compras públicas, verificou-se que alguns autores descreviam, em linhas gerais, a existência de duas abordagens adotadas pela administração pública de diferentes países no que se refere às compras públicas – abordagem competitiva e abordagem de negociação. A partir da análise destas abordagens identificou-se a necessidade do desenvolvimento de um modelo de seleção para o setor público que fosse capaz de incorporar as vantagens inerentes a cada uma das abordagens – participação de vários fornecedores e uma negociação sobre vários aspectos. Com isso, foi definido o escopo da tese.

Em seguida, foi realizado um estudo sobre os fundamentos da análise multicritério e da negociação, enfatizando a modelagem de sistemas de apoio a decisão multicritério e de sistemas de apoio à negociação.

Com base nos estudos acima, partiu-se para o desenvolvimento do modelo de seleção de fornecedores. O desenvolvimento do modelo requereu também um estudo detalhado sobre a legislação brasileira de licitação (Brasil, 1993; Brasil, 2002; Brasil, 2005), que serviu de base para a estruturação do fluxo de atividades – Captação de propostas, Negociação e Homologação – necessário para a construção do modelo de seleção proposto. Além da proposição de um fluxo de atividades, no modelo de seleção proposto, também foi realizada a proposição de um modelo de apoio a negociação elaborado para permitir a realização de negociações sobre vários aspectos e com a participação de vários fornecedores.

Por último, foi desenvolvido um exemplo de aplicação do modelo de seleção de fornecedores no contexto de uma organização pública. O exemplo foi feito a partir de uma licitação que havia sido realizada no ano de 2012 por um órgão público do Estado da Paraíba e seguiu a sequência de atividades proposta para o modelo de seleção de fornecedores. Com

este exemplo foi possível ilustrar o funcionamento do modelo proposto no contexto de uma compra pública.

1.4 Estrutura da Tese

A tese está estruturada da seguinte forma:

O Capítulo II apresenta a fundamentação teórica para modelagem de sistemas de apoio a decisão multicritério e de sistemas de apoio à negociação. Em seguida, é apresentada uma revisão da literatura sobre as abordagens de decisão multicritério adotadas no contexto da seleção de fornecedores e, por fim, é apresentada uma revisão da literatura sobre abordagens de negociação. O Capítulo III apresenta o modelo proposto para seleção de fornecedores no âmbito das compras públicas. O Capítulo IV traz o modelo de apoio à negociação proposto para encontrar o melhor acordo de compromisso entre as partes. O Capítulo V traz um exemplo de aplicação do modelo de seleção de fornecedores proposto. O Capítulo VI traz as conclusões e limitações do estudo, bem como algumas propostas para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo, primeiramente, é apresentada a fundamentação teórica direcionada à modelagem de sistemas de apoio a decisão multicritério e de sistemas de apoio à negociação. Em seguida, é apresentada uma revisão da literatura sobre as abordagens de decisão multicritério adotadas no contexto da seleção de fornecedores e, por fim, é apresentada uma revisão da literatura sobre abordagens de negociação.

2.1 Apoio a Decisão Multicritério

Os métodos multicritério de apoio a decisão são utilizados para auxiliar processos decisórios complexos, caracterizados pela existência de múltiplos critérios de decisão, podendo alguns deles serem conflitantes entre si. Este tipo de decisão, denominada na literatura de problemas de decisão multicritério, aparece em diferentes contextos da vida prática, o que justifica o interesse e envolvimento de pesquisadores e profissionais de diferentes áreas, a saber: matemática, engenharia, economia, administração, ciência da computação, ciências cognitivas, etc. (Vincke, 1992).

Segundo Belton & Stewart (2002) e Roy (1996), um problema de decisão multicritério é uma situação na qual, definido um conjunto A de alternativas ou de ações e uma família C de critérios, o decisor pode querer:

- determinar um subconjunto de A consideradas as melhores em relação a C (problema de escolha);
- dividir A em subconjuntos de acordo com determinadas normas (problema de classificação);
- ordenar as alternativas de A da melhor para pior, ou seja, em ordem decrescente (problema de ordenação);
- descrever as informações relacionadas as alternativas ou ações potenciais para ajudar o decisor a descobrir, entender e avaliar as consequências do conjunto A dessas ações (problema de descrição);
- pesquisar, identificar ou criar novas alternativas de decisão afim de atingir os objetivos e aspirações reveladas através do processo de apoio a decisão multicritério (problema de design);

- escolher um subconjunto de alternativas a partir de um conjunto muito grande de possibilidades, não levando em consideração apenas as características individuais das alternativas, mas também as formas pelas quais elas interagem e as sinergias positivas e negativas geradas nessas interações (problema de portfólio).

Para resolver as problemáticas, foram desenvolvidos métodos de apoio a decisão multicritério os quais podem ser classificados em três famílias, a saber: (i) teoria da utilidade multiatributo; (ii) métodos de sobreclassificação; e (iii) métodos interativos. Roy (1996) classifica estes métodos da seguinte forma: (i) abordagem critério único de síntese, eliminando a possibilidade de incomparabilidade; (ii) abordagem de sobreclassificação, aceitando a incomparabilidade; e (iii) abordagem julgamento interativo, com interações do tipo “tentativa e erro”.

Segundo Almeida (2013), outros analistas classificam esses métodos de acordo com o conjunto de alternativas, a saber: (i) discretos, abrangendo métodos das três famílias descritas acima; e (ii) contínuos, abrangendo a MAUT-*Multi-Attribute Utility Theory*, método da família abordagem critério único de síntese que permite a solução de problemas com um conjunto de ações discreto ou contínuo, e os métodos da família abordagem julgamento interativo que se utilizam da programação matemática, mais especificamente, da programação matemática multi-objetivo linear e não-linear. Almeida (2013) ressalta ainda que outros métodos ou tipos de métodos são citados na literatura, a saber: (i) métodos de agregação ordinal; (ii) métodos de agregação baseados em informação parcial; (iii) métodos com lógica *Fuzzy*. Muitos destes métodos têm características que podem ser encontradas em algum dos métodos que compõem as três famílias descritas anteriormente.

Além disso, todos os métodos podem ser classificados de acordo com o significado atribuído aos pesos dos critérios. Quando os pesos significam *trade-offs* entre critérios, os métodos são compensatórios, permitindo que uma perda em algum critério seja compensada por um ganho em outro critério. Quando os pesos significam apenas coeficientes de importância relativa, os métodos são não compensatórios, evitando os *trade-offs* entre critérios.

2.1.1 Abordagem critério único de síntese

Consiste em uma abordagem que tem por finalidade a agregação de diferentes pontos de vista em uma única função que será conseqüentemente otimizada. Exemplos: MAUT (Keeney

& Raiffa, 1976); Família SMART-*Simple Multi-Attribute Rate Technique* (Edwards, 1977; Edwards & Barron, 1994; uma aplicação em Schramm & Morais, 2012); MACBETH (Bana e Costa & Vansnick, 1999); TODIM (Gomes & Lima, 1992); e AHP-*Analytic Hierarchy Process* (Saaty, 1988).

Segundo Vincke (1992), a abordagem critério único de síntese foi construída com a finalidade de atender duas premissas básicas, a saber: agregar critérios diferentes em uma única função; e estudar as formas particulares de funções de agregação. Para o autor, nesta abordagem, todas as alternativas ou ações podem ser comparadas, ou seja, não existe a possibilidade da incomparabilidade.

A maioria dos métodos desta abordagem tem, portanto, uma estrutura de preferências caracterizada por relações binárias simétricas (I-Indiferença) e assimétricas (P-Preferência estrita), o que permite a obtenção de uma pré-ordem completa entre os elementos de um conjunto. A indiferença (I) corresponde a existência de razões claras e objetivas que justifiquem a equivalência entre dois elementos, cuja representação é aIb que deve ser lida a é indiferente a b e cujas propriedades são Reflexiva (aIa) e Simétrica ($aIb \Rightarrow bIa$). A Preferência estrita (P) corresponde a existência de razões claras e objetivas que justifiquem uma preferência significativa em favor de um dos dois elementos, cuja representação é aPb que deve ser lida a é preferível a b e cuja propriedade é Assimétrica $aPb \Rightarrow \text{não}(bPa)$ (Almeida, 2013).

A função de agregação mais utilizada na abordagem critério único de síntese é a função média ponderada, implicando em um modelo de agregação aditivo. Este modelo atende a estrutura de preferências descrita acima, ou seja, nele uma função valor $v(\cdot)$ ou uma função utilidade $u(\cdot)$ pode assumir as seguintes estruturas: $aPb \Rightarrow v(a) > v(b)$ ou $u(a) > u(b)$; e $aIb \Rightarrow v(a) = v(b)$ ou $u(a) = u(b)$. Para os problemas que requerem uma modelagem probabilística, onde o tratamento das situações de incertezas é inserido, deve-se utilizar a estrutura axiomática proposta na MAUT e neste contexto a função será chamada de função utilidade $u(\cdot)$. Para os demais problemas que não requerem ou que não fazem uso do tratamento das situações de incertezas, a função será denominada simplesmente de função valor $v(\cdot)$. Segundo Almeida (2013) o conhecimento sobre a teoria da utilidade e a teoria da decisão é essencial para se trabalhar com problemas multicritério que requeiram o tratamento de incertezas.

2.1.2 O Modelo de Agregação Aditivo

Supondo que os valores unidimensionais $v(\cdot)$ de cada uma das dimensões relevantes são conhecidos e que o modelo voltado para a mensuração do valor multiatributo mais simples de usar e o mais familiar é o aditivo, pode-se dizer que, se $h (h = 1, 2, \dots, H)$ indica os objetos de avaliação (alternativas) e $k (k = 1, 2, \dots, K)$ indica os valores das dimensões (critérios), então o modelo pode ser escrito conforme a equação a seguir.

$$V_h = \sum_{k=1}^K w_k v_h(x_{hk}) \quad (2.1)$$

Na equação 2.1 os valores correspondentes a x_{hk} são os valores das avaliações (físicos ou julgados) da alternativa h no critério k e $v_h(x_{hk})$ são os valores unidimensionais das alternativas que foram atribuídos por meio de um procedimento de elicitación conforme estabelecido na MAUT ou por meio de um procedimento de normalização. As constantes possuem a notação w_k e seus valores estão em cada uma das dimensões, lembrando que por convenção a soma destas constantes deve ser igual a 1.

Para que o modelo aditivo apresente resultados bastante consistentes, deve-se utilizar o procedimento de elicitación proposto na MAUT ou, caso esta teoria não seja utilizada, deve-se observar três questões importantes, a saber: as constantes de escala, o procedimento de normalização e a independência aditiva entre os critérios. Segundo Almeida (2013) o uso inadequado do modelo de agregação aditivo pode trazer inconsistências sérias no processo de tomada de decisão.

2.1.3 O parâmetro constante de escala

De acordo com Almeida (2013), os métodos multicritério denominados de critério único de síntese, que adotam um modelo de agregação aditivo, são compensatórios. Nestes métodos, além da importância relativa, as constantes w_k da função de agregação representam *trade-offs* entre os critérios e, portanto, devem ser denominadas de constantes de escala.

A informação de *trade-off* contida nas constantes de escala representa a taxa de substituição existente entre os critérios. Esta taxa traduz a ideia de que, para uma dada alternativa, um baixo desempenho em um critério pode ser compensado por um alto desempenho em outro.

Na definição das constantes de escala, o analista e o decisor devem estar atentos também aos valores de referência x_k^0 (pior avaliação no critério k) e x_k^* (melhor avaliação no critério k), ou seja, devem estar atentos a faixa de valores considerada no espaço das

consequências de cada critério. Se as alternativas consideradas tiverem avaliações muito próximas em relação a um dado critério, então, será possível encontrar uma constante de escala pequena em um critério considerado muito importante.

Portanto, a observância dessas premissas evita que se cometa o erro de determinar os valores das constantes de escala baseando-se simplesmente no grau de importância dos critérios.

2.1.4 O procedimento de normalização

Em um problema de decisão multicritério cuja abordagem é a critério único de síntese, baseada em um modelo de agregação aditivo, o decisor irá sintetizar em uma única função diferentes avaliações (representadas pelos critérios) sobre um conjunto de alternativas. As diferentes avaliações são caracterizadas através da variável x_{hk} do modelo de agregação que, por estarem geralmente em unidades de medidas diferentes, necessitam que os valores atribuídos em cada uma das dimensões k sejam convertidos para uma mesma escala. O procedimento de conversão é chamado de normalização.

Para Almeida (2013), um procedimento de normalização efetua uma transformação na escala de avaliação, que em geral passa a utilizar um intervalo $(0,1)$, ou seja, x_k^0 é a avaliação que possui a menor preferência, logo ela assume no modelo aditivo o valor $v(x_k^0) = 0$ e x_k^* é a avaliação que possui a melhor preferência, logo ela assume no modelo aditivo o valor $v(x_k^*) = 1$. O autor chama a atenção para o fato de que no contexto de avaliação preferencial irão existir procedimentos que, embora chamados de normalização, passarão a utilizar escalas diferentes de $(0,1)$.

A seguir, são listados três procedimentos de normalização que consideraram o seguinte: (i) a variável x_{hk} fornece o valor da avaliação de cada alternativa h para cada critério k ; (ii) se no critério k um valor maior em X_k (onde X_k é o conjunto de todas as avaliações x_{hk} atribuídas as alternativas dentro do critério k) é preferível a um valor menor, então o objetivo deste critério será de maximização; ou se no critério k um valor menor em X_k é preferível a um valor maior, então o objetivo deste critério será de minimização; (iii) todos os valores de $x_{hk} > 0$.

- **Procedimento 1** – Divisão pelo valor máximo: se o objetivo do critério k for de maximização, então $v_h(x_{hk}) = x_{hk}/x_k^*$ ou se o objetivo do critério k for de minimização, primeiramente deve-se fazer a transformação das avaliações x_{hk} em $x'_{hk} = 1/x_{hk}$ e, então, $v_h(x'_{hk}) = x'_{hk}/x_k^*$. Os valores de $v_h(\cdot)$ são obtidos

no intervalo $0 < v_h(.) \leq 1$ e podem ser interpretados como um percentual do valor máximo, indicando a distância para a melhor alternativa;

- **Procedimento 2** – Divisão pela variação $x_k^* - x_k^0$: $v_h(x_{hk}) = (x_{hk} - x_k^0) / (x_k^* - x_k^0)$. Os valores de $v_h(x_{hk})$ são obtidos no intervalo $0 \leq v_h(.) \leq 1$ e podem ser interpretados como um percentual da faixa de variação $x_k^* - x_k^0$;
- **Procedimento 3** – Divisão pela soma: se o objetivo do critério k for de maximização, então $v_h(x_{hk}) = x_{hk} / \sum_h x_{hk}$ ou se o objetivo do critério k for de minimização, primeiramente deve-se fazer a transformação das avaliações x_{hk} em $x'_{hk} = 1/x_{hk}$ e, então, $v_h(x'_{hk}) = x'_{hk} / \sum_h x'_{hk}$. Os valores de $v_h(.)$ são obtidos no intervalo $0 < v_h(.) \leq 1$ e podem ser interpretados como um percentual do total $\sum_h x_{hk}$ ou $\sum_h x'_{hk}$;

A definição dos procedimentos descritos acima garante, portanto, maior consistência no uso do modelo de agregação aditivo. Para problemas de decisão que envolvam a construção de uma relação de preferências entre as alternativas, baseada em um julgamento de valor, é muito importante que esta consistência seja alcançada.

Além disso, segundo Almeida (2013), em situações de incerteza que requeiram o uso da MAUT, a conversão das avaliações em valores de utilidade $u_h(x_{hk})$ implica no uso de um procedimento de elicitação que deve levar em consideração a estrutura axiomática da teoria da utilidade, ou seja, o decisor deve concordar com as condições estabelecidas na estrutura axiomática da teoria para que, em seguida, seja possível obter o valor de utilidade $u_h(x_{hk})$ das consequências através de um processo de entrevista (elicitação) fundamentado na MAUT.

2.1.5 A independência preferencial entre os critérios

Dado um conjunto C de critérios, a definição atribuída a cada um dos elementos do conjunto deve implicar em uma independência preferencial, caso contrário inconsistências poderão surgir a partir do uso do modelo de agregação aditivo. Segundo Keeney & Raiffa (1976), dada uma família de critérios qualquer, deverá existir uma função de agregação aditiva, se, e somente se, estes critérios forem mutuamente independentes em preferência.

Para Vincke (1992), dado que C é o conjunto que contém a família de critérios, K um subconjunto de C e \bar{K} o subconjunto complementar em C ; K é preferencialmente independente em C se, para quatro alternativas a, b, c e d , as seguintes forem verificadas:

$$\begin{cases} g_k(a) = g_k(b), & \forall k \in \bar{K} \\ g_k(c) = g_k(d), & \forall k \in \bar{K} \\ g_k(a) = g_k(c), & \forall k \in K \\ g_k(b) = g_k(d), & \forall k \in K \end{cases}$$

Então, $aPb \Leftrightarrow cPd$, onde P é a relação de preferência global entre as alternativas levando-se em consideração todos os critérios.

Uma decorrência natural da mútua independência preferencial é a possibilidade de uso do modelo aditivo para efetuar a agregação dos critérios (Almeida, 2013).

2.1.6 Abordagem de sobreclassificação

A abordagem é direcionada, primeiramente, à construção de uma relação chamada de relação de sobreclassificação que representa as preferências dos decisores. O segundo passo consiste em explorar a relação de sobreclassificação com o objetivo de ajudar os decisores a resolverem seus problemas. Os principais métodos desta abordagem são a família de métodos ELECTRE-*Elimination and Choice Translating Algorithm* (Belton & Stewart, 2002; De Boer *et al.*, 1998; Roy, 1996; Vincke, 1992); e a família PROMETHEE-*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (Brans & Vincke, 1985; Brans & Mareschal, 2002; várias aplicações em Behzadian *et al.*, 2010).

2.1.7 O parâmetro peso nos métodos de sobreclassificação

Diferentemente dos métodos critério único de síntese, nos métodos de sobreclassificação não são considerados os *trade-offs* entre os critérios, portanto a informação intercritério representa apenas as medidas de importância relativa dos critérios. É por esse motivo que esses métodos são considerados não-compensatórios e a informação intercritério é denominada peso.

Fishburn (1976) fornece uma definição clássica para os métodos não-compensatórios: considerando uma relação binária assimétrica P sobre X (onde X é o conjunto de todas as avaliações x_{hk} atribuídas às alternativas nos critérios); e considerando que $P(x_1, x_2) = \{k: x_{1k} P_k x_{2k}\}$, então, a seguinte condição se aplica se a relação P for não-compensatória:

$$\begin{cases} P(x_1, x_2) = P(x_3, x_4) \\ P(x_2, x_1) = P(x_4, x_3) \end{cases} \Rightarrow [x_1 P x_2 \Leftrightarrow x_3 P x_4]$$

Para todo x_1, x_2, x_3, x_4 pertencente a X.

Fishburn (1976) complementa: $P(x_1, x_2) = \{k: x_{1k} P_k x_{2k}\}$ corresponde ao conjunto de todos os critérios para os quais a relação $x_{1k} P_k x_{2k}$ se aplica, então, na condição acima, se este conjunto de critérios é o mesmo na relação entre x_1 e x_2 e igualmente na relação entre x_3 e x_4 , então, é tida a correspondência de relações entre os dois pares, pois a relação de preferência depende apenas dos critérios. Como a relação depende apenas dos critérios, então, a informação intercritério é que definirá a sobreclassificação de uma alternativa em relação às outras.

2.1.8 Abordagem julgamento interativo

A abordagem julgamento interativo propõe métodos que alternam passos de cálculo, fornecendo sucessivas soluções de compromisso, e passos de diálogo, que são fonte extra de informação sobre as preferências dos decisores (Clímaco *et al.*, 2003 e Vincke, 1992). Durante cada fase de cálculo o decisor avalia a(s) solução(ões) eficiente(s) e fornece mais informações para a execução de novos cálculos. Este procedimento pode ser repetido até que o decisor se sinta confiante com a(s) solução(ões) encontrada(s) e resolva encerrar o processo.

Cinco métodos interativos são apresentados na literatura especializada: Método STEM – *Step Method* (Benayoun *et al.*, 1971); Método de Zionts & Wallenius (Zionts & Wallenius, 1976, Zionts & Wallenius, 1983); Método TRIMAP (Clímaco & Antunes, 1987; Clímaco & Antunes, 1989); Método *Interval Criterion Weights* (Steuer, 1977; Steuer, 1986); Método *Pareto Race* (Korhonen & Wallenius, 1988).

2.2 Família SMART de métodos multicritério

A família SMART (*Simple Multi-Attribute Rate Technique*) é composta por dois métodos de apoio a decisão multicritério – (i) método SMARTS, onde a letra S representa a “dança dos pesos” (*Swing weights*, termo em inglês); e (iii) método SMARTER, onde as letras ER representam a “exploração da ordenação dos critérios” (*Exploiting Ranking*, termo em inglês) – e foi desenvolvida por Edwards (1977) e Edwards & Barron (1994).

O método SMARTER será utilizado no modelo de apoio à negociação proposto nesta tese por permitir a realização de uma avaliação dos *trade-off* entre os critérios a qual é consolidada pelo uso do modelo de agregação aditivo; então, para dar maior consistência ao modelo de apoio à negociação proposto, a seguir, serão abordados os detalhes técnicos da família SMART de métodos multicritério.

Antes de prosseguir, é importante enfatizar que Edwards (1977) e Edwards & Barron (1994) chamam as constantes de escala w_k de “pesos”; no entanto, a definição assumida por eles para o termo “peso” é a mesma estabelecida na Seção 2.1.3.

2.2.1 Visão geral dos métodos SMART

Na família SMART, os métodos são considerados compensatórios e foram desenvolvidos baseando-se nos fundamentos da MAUT; no entanto, esta família incorporou algumas etapas que tornam o procedimento de elicitação dos parâmetros, inerentes ao modelo de agregação aditivo, mais fácil do que o da MAUT.

Nos métodos desta família, uma estratégia de aproximação heroica foi definida com o propósito de elicitar as preferências do decisor e o tipo de função valor para cada critério. No método SMARTS, uma abordagem chamada de *Swing weights* foi estabelecida com o objetivo de elicitar a ordem de importância dos critérios. Esta abordagem considera a faixa de desempenho no espaço das consequências de cada critério, x_k^0 (pior avaliação no critério k) e x_k^* (melhor avaliação no critério k), bem como os *trade-offs* (taxa de substituição) existentes entre os critérios. No método SMARTER, uma abordagem chamada de *Exploiting Ranking* foi desenvolvida para ser utilizada após a conclusão do procedimento *Swing weights*. Esta abordagem tem a finalidade de elicitar os valores dos pesos em cada critério e é baseado na abordagem *Rank Order Centroid* (ROC), proposta por Barron & Barrett (1996).

Em problemas de decisão multicritério, uma decisão é dependente das preferências dos decisores em todos os critérios considerados. Um caminho tradicional para tornar estes problemas tratáveis envolve, primeiramente, a caracterização das preferências com uma função utilidade, conforme estabelecido na MAUT. Neste sentido, os decisores tomam decisões baseadas nas suas respectivas funções utilidades para diferentes critérios. No entanto, Lai *et al.* (2004) e Lai *et al.* (2006) destacam que o processo de definição das funções utilidade para os critérios, conforme estabelecido na MAUT, pode não ser trivial, especialmente quando um indivíduo não sabe o quanto está disposto a perder em um critério para ganhar em outro, ou vice-versa. Esse *trade-off* irá afetar a utilidade multicritério que o decisor irá obter quando todos os critérios estão sendo considerados conjuntamente em um problema de decisão envolvendo múltiplos critérios. O processo de elicitação das preferências como recomendado na MAUT requer um tempo considerável e ele pode ser considerado intratável.

Na família SMART a análise de *trade-offs* é mais fácil do que na MAUT, principalmente, porque as funções para todos os critérios são consideradas lineares e os *trade-offs* entre os critérios são estabelecidos através de uma abordagem simples (sétima etapa do método SMARTS), na qual o decisor define um *ranking* dos critérios levando em consideração tanto os *trade-offs* como a faixa de desempenhos entre os critérios para, em seguida, ser possível definir os valores dos pesos conforme proposto na oitava etapa do método SMARTER, na qual é utilizada a abordagem ROC para a definição dos valores dos pesos.

2.2.2 Método SMARTS

Nesta seção e na próxima estão descritos os detalhes técnicos dos métodos multicritério SMARTS e SMARTER desenvolvidos por Edwards & Barron (1994) para resolver um erro intelectual existente no método SMART, proposto inicialmente por Edwards (1977).

No método SMART, para conseguir obter os pesos de cada um dos critérios, Edwards (1977) inicialmente explorou a noção intuitiva de importância relativa dos critérios baseada na ideia de que em um modelo aditivo os pesos representavam apenas a importância relativa de um critério em relação aos outros.

A abordagem desenvolvida por ele era simples – os próprios decisores julgavam e diziam o grau de importância de um critério em relação aos outros critérios e estes julgamentos eram colocados em um conjunto de pesos normalizados. No entanto, a abordagem estava tecnicamente errada, pois ignorava a necessidade de se relacionar a faixa de desempenho das alternativas em um determinado critério com os *trade-offs* entre os critérios, ou seja, os pesos não eram proporcionais a uma medida de dispersão referente aos desempenhos das alternativas multiplicada por uma medida de importância que refletisse também essa dispersão. Este aspecto da elicitación foi a razão que levou o método SMART a ser tecnicamente inaceitável.

Com o propósito de esclarecer ainda mais o que foi apresentado acima, Edwards & Barron (1994), apresentaram um exemplo dirigido à compra de um veículo automotor. Neste caso, o preço é geralmente o critério mais importante, mas continuará sendo se as alternativas de compra têm preços entre \$15.000 e \$15.100? Fica óbvio nesse exemplo, que o grau de importância e conseqüentemente o peso de um determinado critério dependem também da dispersão (desempenhos possíveis) existente entre as alternativas, quanto menor a variação existente entre os desempenhos expressos nas alternativas, maior deve ser a atenção

dispensada pelo decisor e pelo analista durante a etapa de definição da importância relativa do critério correspondente.

O problema foi sanado através da inovação desenvolvida no SMARTS, chamada dança dos pesos (*Swing Weights*, termo em inglês), que tem por finalidade elicitar as importâncias relativas dos critérios e os respectivos pesos, levando em consideração a faixa de desempenhos nas avaliações das alternativas em cada um dos critérios. Os autores também propuseram o método SMARTER que tem como objetivo definir os valores dos pesos de cada critério de acordo com as suas importâncias relativas, as quais foram definidas através do *Swing weights*; esta abordagem é conhecida como exploração das ordenações dos critérios (*Exploiting Ranks*, termo em inglês).

A seguir, são descritos todos as etapas propostas por Edwards & Barron (1994) para a mensuração do valor global multicritério das alternativas envolvidas em um determinado problema de tomada de decisão.

Etapa 1: Identificação do propósito do modelo de apoio a decisão e dos tomadores de decisão envolvidos. Para o desenvolvimento desta etapa o analista deve realizar as seguintes atividades:

- Especificar os procedimentos necessários para a identificação dos elementos que farão parte do modelo;
- Preparar as instruções que possibilitem o entendimento da natureza do problema e do caminho a ser seguido, com a finalidade de demonstrar como o modelo de apoio a decisão será utilizado para a resolução do problema em questão.

Etapa 2: Definição da árvore de critérios ou hierarquia de objetivos. Tornar explícita a lista de critérios potencialmente relevantes, tomando como base o propósito do modelo definido na etapa anterior e as informações fornecidas pelo decisor. Existindo doze ou mais critérios, Edwards & Barron (1994) prescrevem que o analista deve tentar reduzir esse número, o que pode ser feito das seguintes formas: combinando critérios relacionados, redefinindo aqueles muito específicos, e omitindo outros não muito importantes (que se mantidos receberiam pesos baixos).

Etapa 3: Definição dos objetos da avaliação. Identificar quais são os objetos ou alternativas a serem avaliados no modelo de apoio a decisão. O analista pode utilizar as informações levantadas tanto na primeira etapa quanto na segunda com o propósito de definir o maior número possível de alternativas reais ou hipotéticas para o processo de avaliação. Porém, quando utilizar alternativas hipotéticas, o analista deve buscar a maior quantidade

possível delas para poder abranger ao máximo a faixa de desempenhos proposta para cada um dos critérios. Dessa maneira, é possível obter ensaios e resultados mais eficazes tanto na fase de simulação quanto na fase de utilização efetiva do modelo.

Etapa 4: Construção da matriz de avaliações alternativas *versus* critérios. Elaboração de uma matriz dos objetos de avaliação por critérios, semelhante a Tabela 2.1. As entradas da matriz devem ser medidas de avaliações físicas ou julgadas das alternativas.

Tabela 2.1 – Matriz de avaliações das alternativas por critérios

Alternativas (a_h)	Critérios (k)			
	1	2	3	k
a_1	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{1k}
a_2	x_{21}	x_{22}	x_{23}	x_{2k}
a_3	x_{31}	x_{32}	x_{33}	x_{3k}
a_h	x_{h1}	x_{h2}	x_{h3}	x_{hk}

Etapa 5: Verificação da existência de opções dominadas. A identificação pode ser feita a partir de uma inspeção. Esta etapa permitem reduzir a quantidade de alternativas, mas é pouco provável que sua execução afete a faixa ou extensão de qualquer um dos critérios. Porém, deve-se ter certeza de que a eliminação das opções, que são dominadas em todos os critérios, não cause uma redução substancial nas faixas de valores dos critérios, caso contrário, deve-se analisar se um determinado critério ainda merece ser utilizado no modelo.

Etapa 6: Definição dos valores unidimensionais $v_h(x_{hk})$ das alternativas. Deve-se reformular as entradas da matriz de alternativas por critério através de um procedimento de normalização, conforme aqueles estabelecidos na Seção 2.1.4. Primeiro, é necessário testar a linearidade para cada critério; o que pode ser feito através dos desempenhos físicos x_{hk} disponíveis. Sendo possível a linearidade como aproximação, deve-se utilizar as faixas de desempenhos disponíveis. Se a faixa atual parecer muito estreita e a lista completa dos objetos de avaliação ainda não estiver disponível, utiliza-se a faixa mais larga possível para poder especificar os limites superior x_k^* e inferior x_k^0 das funções valor unidimensionais. Em seguida, as funções são calculadas a partir de equações lineares ou são transformadas em gráficos que possibilitem a leitura dos pontos que se encontram fora da reta.

Os desempenhos x_{hk} correspondentes são geralmente obtidos por meio de uma avaliação física do critério ou através do julgamento qualitativo feito pelos decisores. Se desempenhos físicos relevantes para o modelo não estiverem disponíveis, nesta etapa será requerida uma elicitación, que poderá ser feita em conjunto com as etapas 7 e 8, contando para

isso com a ajuda do decisor ou de um indivíduo nomeado por ele que tenha conhecimento e responsabilidades sobre o problema em questão, os quais devem ser capazes de realizar uma avaliação das alternativas em relação aos critérios.

Edwards & Barron (1994) incorporaram ao método SMARTS a estratégia de aproximação heróica, com a finalidade de justificar a aproximação linear de uma função valor unidimensional e utilizam também o modelo de agregação aditivo. Os autores enfatizam que o detalhamento do processo de elicitación de uma função valor conforme estabelecido na MAUT pode ser muito dispendioso, o que favorece o uso da estratégia proposta. Através desta estratégia passa-se a tratar a função valor como lineares em x .

Dessa maneira, os autores oferecem quatro maneiras para o analista e o decisor estabelecerem uma função valor, sendo que três delas são voltadas para as dimensões que possibilitam medidas físicas para as alternativas e a quarta é direcionada para os casos em que o valor unidimensional é obtido a partir de medidas não físicas (qualitativas). Os quatro tipos estão demonstrados na figura a seguir.

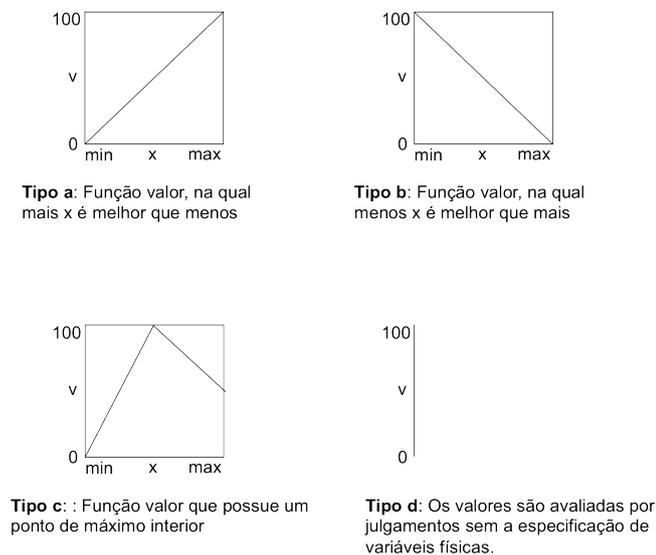


Figura 2.1 – As quatro classes das funções valor unidimensionais

Fonte: Edwards & Barron, 1994

Etapa 7: Troca de pesos. Esta etapa foi desenvolvida com o propósito de invalidar o erro intelectual contido no método SMART. Após a inclusão dessa fase, os autores passaram a chamar o método de SMARTS. A letra “S” (*Swing*, termo em inglês) se refere a operação de troca das pontuações de algumas alternativas levando-se em consideração os critérios disponíveis e tem por finalidade definir a ordem de importância destes, associando a essa

ordem a informação da faixa ou range de desempenhos existentes nos critérios e os *trade-offs* entre eles.

Para realizar a etapa sete o analista deve fazer as seguintes perguntas ao decisor: “Imagine que você ainda tem outra alternativa e que ela possui o pior desempenho em todos os critérios e que você pode melhorar o resultado em um único critério do pior para o melhor desempenho. Qual dos critérios você escolheria para melhorar o desempenho da alternativa? Agora suponha novamente, que a pior alternativa deve ser melhorada em outro critério, e este não pode ser mais o escolhido anteriormente. Qual seria o próximo critério a ser escolhido para melhorar ainda mais o desempenho da alternativa?” Isso deve ser repetido até que todos os critérios sejam escolhidos e junto com os questionamentos o analista deve chamar a atenção do decisor para a faixa de desempenho existente no critério. Com base na sequência das escolhas, informada pelo decisor, o analista passa a conhecer a ordenação de cada um dos critérios.

Etapa 8: Explorando a ordenação dos critérios. Tem como objetivo definir os valores dos pesos de cada critério de acordo com a ordenação definida na etapa anterior.

Segundo Edwards & Barron (1994) para elicitare os pesos por meio de uma estimacão direta de magnitude deve-se realizar as seguintes perguntas ao decisor: “Admita que o peso da primeira dimensão ou critério considerada como a mais importante na etapa 7 é igual a 100. Uma troca de 0 a 100 pontos é um ganho considerável nesta dimensão, não é verdade? Agora, na mesma escala, qual o peso de uma troca de 100 pontos na segunda dimensão mais importante? Este questionamento é repetido para todos os critérios e os resultados dos julgamentos realizados pelo decisor, depois de normalizados, representam os pesos.”

Etapa 9: Utilizar o modelo de agregacão aditivo e decidir ou selecionar a alternativa que apresentar o melhor valor global multicritério V_h . Nesta etapa são calculados os valores V_h de cada alternativa.

2.2.3 Método SMARTER

O método SMARTER possui as etapas de 1 a 7 e também a 9, iguais as contidas no método SMARTS; a diferença entre os dois métodos está apenas na etapa 8.

Na etapa oito, Barron & Barrett (1996) desenvolveram uma abordagem formalmente justificada voltada para a elicitacão dos valores relacionados aos pesos dos critérios, a qual é chamada de *Rank Order Centroid* (ROC) ou simplesmente de pesos ROC. Esta abordagem estabelece os pesos dos critérios de acordo com a ordenacão que foi estabelecida na etapa 7

do método SMARTS. Os resultados obtidos demonstraram a qualidade da metodologia proposta e permitiram o desenvolvimento do método multicritério SMARTER.

Os princípios envolvidos na abordagem ROC são simples e estão descritos a seguir:

- Se não existe nenhum conhecimento a priori sobre os pesos exceto que a soma de todos eles tem que ser, por convenção, igual a 1, então, o conjunto dos possíveis vetores dos pesos não negativos pode ser qualquer um, desde que a sua soma corresponda a 1;
- Se não existe uma razão a priori para que o decisor prefira um determinado vetor de pesos levando-se em consideração os demais, então, torna-se natural o uso de pesos iguais.

Na abordagem ROC proposta por Barron & Barrett (1996) os pesos são calculados de acordo com a seguinte expressão:

Se $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_k$ então,

$$w_1 = (1 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/K)/K$$

$$w_2 = (0 + 1/2 + 1/3 + \dots + 1/K)/K \quad (2.2)$$

$$w_3 = (0 + 0 + 1/3 + \dots + 1/K)/K$$

$$w_k = (0 + \dots + 0 + 1/K)/K$$

De maneira geral, se K é o número de critérios, então o peso do k -ésimo critério será:

$$w_k = (1/K) \sum_{i=k}^K (1/i) \quad (2.3)$$

Na Tabela 2.2 e na Tabela 2.3 estão contidos os pesos ROC calculados por meio da equação (2.3). Nelas estão os valores que variam de 2 a 16 critérios.

Tabela 2.2 – Pesos ROC calculados a partir da equação (2.3)

Rank dos Pesos ROC (w_k)	Número de Critérios (K)							
	9	8	7	6	5	4	3	2
1	0,3143	0,3397	0,3704	0,4083	0,4567	0,5208	0,6111	0,7500
2	0,2032	0,2147	0,2276	0,2417	0,2567	0,2708	0,2778	0,2500
3	0,1477	0,1522	0,1561	0,1583	0,1567	0,1458	0,1111	
4	0,1106	0,1106	0,1085	0,1028	0,0900	0,0625		
5	0,0828	0,0793	0,0728	0,0611	0,0400			
6	0,0606	0,0543	0,0442	0,0278				
7	0,0421	0,0335	0,0204					
8	0,0262	0,0156						
9	0,0123							

Fonte: Edwards & Barron (1994)

Tabela 2.3 – Continuação dos pesos ROC calculados a partir da equação (2.3)

Rank dos Pesos ROC (w_k)	Número de Critérios (K)						
	16	15	14	13	12	11	10
1	0,2113	0,2212	0,2323	0,2446	0,2586	0,2745	0,2929
2	0,1488	0,1545	0,1608	0,1677	0,1753	0,1836	0,1929
3	0,1175	0,1212	0,1251	0,1292	0,1336	0,1382	0,1429
4	0,0967	0,0990	0,1013	0,1036	0,1058	0,1079	0,1096
5	0,0811	0,0823	0,0834	0,0844	0,0850	0,0851	0,0846
6	0,0686	0,0690	0,0692	0,0690	0,0683	0,0670	0,0646
7	0,0582	0,0579	0,0573	0,0562	0,0544	0,0518	0,0479
8	0,0492	0,0484	0,0471	0,0452	0,0425	0,0388	0,0336
9	0,0414	0,0400	0,0381	0,0356	0,0321	0,0275	0,0211
10	0,0345	0,0326	0,0302	0,0270	0,0229	0,0174	0,0100
11	0,0282	0,0260	0,0230	0,0193	0,0145	0,0083	
12	0,0226	0,0199	0,0165	0,0123	0,0069		
13	0,0173	0,0143	0,0106	0,0059			
14	0,0125	0,0092	0,0051				
15	0,0081	0,0044					
16	0,0039						

Fonte: Edwards & Barron (1994)

Barron & Barrett (1996) checaram através de exaustivas simulações a suscetibilidade na geração de inconsistências existente na abordagem ROC. Os pesos ROC conduzem a identificação da melhor opção entre 75 e 87% das vezes, dependendo do detalhamento das simulações. Para todas as situações analisadas, os autores encontram uma taxa média de perda de utilidade abaixo de 2%; portanto, quando esta abordagem não encontra a melhor opção, sabe-se que a escolhida não é a pior delas.

Os mesmos autores desenvolveram uma pesquisa para comparar o SMARTS e o SMARTER com outros meios de elicitar valores multicritério e concluíram que, das abordagens para elicitação dos pesos, a abordagem ROC produzia valores multicritério que mais se aproximavam dos métodos holísticos.

2.3 Negociação

Existem muitas formas de resolução de conflitos: as tradições (usos e costumes), os regulamentos, os tribunais, os mercados (através das leis da oferta e da procura) e a negociação. A negociação deve ser direcionada às situações em que duas ou mais partes reconhecem que diferenças de interesses e de valores existem entre elas e que também existem diferenças no que elas querem quando buscam um acordo de compromisso por meio do processo de negociação. (Raiffa, 1982)

Para Lim & Benbasat (1993), uma negociação pode ser conceituada como um meio através do qual dois ou mais atores intencionais chegam a acordos ou resultados específicos sob condições de interação estratégica ou de tomada de decisão interdependentes. Wang & Zions (2008) define negociação como uma forma das partes envolvidas chegarem a um acordo em uma disputa ou em uma tomada de decisão conjunta. De acordo com Kersten (2003) a negociação é um processo de comunicação e interação social sobre a distribuição e redistribuição de poder, recursos e compromissos, envolvendo duas ou mais pessoas que tomam decisões e se envolvem no intercâmbio de informações com o objetivo de alcançar um compromisso. Cada participante é um decisor independente, mas todos eles são interdependentes porque nenhum pode alcançar objetivos unilateralmente.

Algumas perguntas para entender o contexto e os processos envolvidos em uma negociação estão descritas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Algumas perguntas organizadoras

Perguntas	Descrição das situações
Existem mais de duas partes?	Uma vez que três ou mais partes estão envolvidas em conflito, as coligações dos litigantes podem se formar e podem agir em conjunto contra os outros oponentes.
As partes são monolíticas?	Homogêneas, poderosas, rígidas e indivisíveis. As partes em litígio podem não ser internamente monolíticas: cada parte pode comprometer as pessoas que estão do mesmo lado, mas cujos valores diferem, talvez drasticamente.
A negociação é repetitiva?	Em caso afirmativo, cada litigante deve estar preocupado com sua reputação. Felizmente para a sociedade, uma negociação repetitiva é feita mais cooperativamente (e honesta) que a negociação única.
Há efeitos de ligação/encadeamento entre negociações?	Jogos repetitivos também envolvem ligações que surgem a partir de repetições, com os mesmos jogadores ao longo do tempo. É preciso estar ciente da complexidade causada por ligações e deve-se utilizar as possibilidades de ligação para romper impasses nas negociações.
Há mais de um aspecto envolvido?	Em vender ou comprar uma casa, um carro, ou até uma empresa, o problema crítico é o preço final da transação. No entanto, na maioria dos conflitos complicados não há uma questão única a ser decidida, mas vários problemas interagindo.
Um acordo é necessário?	Se um potencial vendedor e comprador de uma casa não podem concordar com um preço, eles podem romper a negociação. Contraste este caso com o de uma cidade que está a negociar um acordo salarial com o seu complexo de polícia ou bombeiros. Quando os contratos têm de ser feitos, as partes poderão ser obrigadas por lei a submeterem os seus casos para a mediação e arbitragem.
Uma ratificação é necessária?	Sempre que um Presidente de uma empresa assina um acordo com outra empresa, o Conselho de Administração deve ratificá-lo antes de se tornar obrigatório.
Ameaças são possíveis?	Deve-se considerar o caso em que uma parte diz: "Se você não concordar com a minha oferta, não só vou cortar relações, mas vou tomar algumas ações para machucá-lo". Certamente o poder das ameaças pode influenciar nos resultados.

Fonte: Adaptado de Raiffa (1982)

Tabela 2.4 – Algumas perguntas organizadoras (Continuação)

Perguntas	Descrição das situações
Há restrições de tempo ou custos relacionados ao tempo?	A parte que negocia com pressa está em desvantagem. As sanções decorrentes de atrasos podem ser completamente diferentes para as duas partes, e esta discrepância pode ser usada como uma vantagem de um lado.
Os contratos são obrigatórios?	Uma das partes exige a confecção de um contrato contemplando os valores definidos em um acordo. Isso é feito para reduzir o risco.
As negociações são públicas ou privadas?	As negociações são consideradas públicas quando uma das partes divulga informações da negociação com a população que está sendo diretamente afetada pelo processo e privadas quando ocorre o contrário.
Quais são as normas dos grupos negociadores?	Os antagonistas cooperativos reconhecem que eles têm diferenças de interesses, que eles gostariam de encontrar um compromisso, mas eles esperam que todas as partes estejam preocupadas com seus próprios interesses. Eles não têm intenções malévolas, mas também não são altruisticamente inclinado. Os antagonistas estridentes são mal intencionados, são personagens pouco confiáveis. Suas promessas são suspeitas, eles são frequentemente duplos atravessadores e exploram o seu poder ao máximo. Os parceiros totalmente cooperativos podem ter diferentes necessidades, valores e opiniões, mas eles estão completamente abertos uns com os outros, eles esperam honestidade total, a divulgação integral, sem uma postura estratégica individual.
É possível a intervenção de uma terceira parte?	As negociações são afetadas pela disponibilidade possível de interventores externos, em geral, mediadores ou árbitros.

Fonte: Adaptado de Raiffa (1982)

O estudo da negociação levantado por Raiffa (1982) propôs uma classificação para os problemas de negociação baseados no número de partes e aspectos envolvidos. As tipologias têm características próprias e elas requerem o desenvolvimento de um *framework* teórico específico que deverá ter como objetivo construir um acordo em uma disputa. Uma negociação entre duas partes ou mais pode ser classificada como distributiva ou integrativa.

Na negociação distributiva, um único aspecto, tal como dinheiro, está sob disputa e as partes têm quase interesses estritamente opostos sobre esse aspecto: quanto mais uma parte ganha, menos a outra parte ganha e – com algumas exceções e ressalvas – deseja-se o máximo que puder ganhar. É claro que se uma parte está muito gananciosa ou se o adversário está muito ganancioso, ou se ambos estão muito gananciosos, ambos poderão falhar no processo para chegar a um acordo que poderia significar lucros para ambos. (Raiffa, 1982)

Na negociação integrativa, existem muitos aspectos a serem negociados. A flexibilidade toma lugar neste tipo de negociação, isto é, ambas as partes estarão dispostas a explorar suas diferentes percepções sobre o futuro, suas diferentes atitudes em relação ao risco e seus diferentes caminhos para reconhecerem o que elas desejam hoje *versus* no futuro. Segundo Raiffa (1982), as partes não são estritamente competidoras e não é verdade que se uma parte ganha mais, a outra terá necessariamente que ganhar menos – ambas podem ser vencedoras

nesse processo. Para que isso ocorra elas precisam agir de maneira cooperativa e precisam estar dispostas a realizarem *trade-offs* entre os critérios envolvidos em uma negociação, pois ganhos menores em um critério podem trazer ganhos maiores em outro critério.

Segundo Zhang *et al.* (2011), a meta das pesquisas em negociação é a de estudar mecanismos ótimos e estratégias de equilíbrio para negociadores racionais. Neste sentido, negociações envolvendo diferentes aspectos são mais complexas do que aquelas envolvendo apenas um (Lai *et al.*, 2006). A seguir, é apresentada uma discussão sobre negociações integrativas.

2.3.1 Negociação integrativa

Na negociação integrativa, existem vários aspectos a serem negociados. Nesse tipo de negociação a flexibilidade toma forma, habilitando as duas partes a explorarem suas diferentes percepções sobre o futuro, suas diferentes atitudes em relação ao risco e seus diferentes caminhos em reconhecer o que querem hoje *versus* o que querem no futuro. Eles estão, na essência, convertendo um problema envolvendo um único aspecto em um problema com múltiplos aspectos. As partes não são estritamente competidoras, isso significa que não é totalmente verdade que se uma parte ganhar mais a outra, necessariamente, terá que ganhar menos; conseqüentemente, ambos podem sair ganhando nesse processo. Eles podem cooperar entre si com o propósito de aumentar o tamanho da pizza que eles estão eventualmente tendo que dividir. (Raiffa, 1982)

Segundo Zhang *et al.* (2011), na negociação com múltiplos aspectos uma decisão do negociador é dependente de sua preferência sobre todos os aspectos considerados. Um caminho tradicional para tornar este tipo de negociação tratável, envolve primeiramente a caracterização das preferências por meio de uma função utilidade. Nesse contexto, os negociadores tomam decisões baseando-se em suas respectivas funções utilidades para os diferentes aspectos.

No entanto, Lai *et al.* (2004) e Lai *et al.* (2006) enfatizam que não é trivial para um negociador definir cada função utilidade para os diversos aspectos em pauta em uma negociação qualquer, especialmente quando as preferências dos múltiplos aspectos são conflitantes entre si, isto é, o quanto um indivíduo está disposto a perder em um aspecto para ganhar em outro ou vice-versa. Isso irá depender da utilidade multiatributo que ele terá quando todos os aspectos forem considerados conjuntamente no processo de negociação. O processo de elicitação das preferências, conforme preconizado na MAUT (Keeney & Raiffa,

1976), demanda um tempo considerável e algumas vezes é considerado intratável, sob o ponto de vista técnico.

De acordo com Lai *et al.* (2004), Lai *et al.* (2006) e Zhang *et al.* (2011), negociações de sucesso envolvendo múltiplos aspectos requerem que os negociadores procurem por um ponto de acordo em um espaço multidimensional, ou seja, em um espaço n -dimensional ($n > 1$, onde n representa os aspectos). Essa busca pode ser demorada e cognitivamente demandante sobre os negociadores.

Lai *et al.* (2004) defendem que a negociação multiaspecto é um mecanismo útil devido a sua vantagem de gerar uma solução ganha-ganha para ambos os lados. Neste tipo de negociação, solução ganha-ganha é aquela em que ambas as partes podem alcançar um melhor acordo naqueles aspectos que são mais importantes para elas, trocando alguns ganhos não tão importantes por aqueles mais importantes.

No processo de geração de soluções ganha-ganha, Lai *et al.* (2004) consideram que negociadores racionais não devem "deixar dinheiro extra sobre a mesa de negociação", ou seja, o resultado ideal para o sistema é procurar uma solução ótima na fronteira eficiente de Pareto. Segundo os autores uma solução ótima de Pareto é aquela que não pode ser melhorada ainda mais sem sacrificar a utilidade de alguma das partes, ou seja, se há outra solução a partir da qual uma das partes pode obter mais do que a partir desta solução ótima de Pareto, então, a outra parte irá ganhar menos nesse outra solução.

A seguir são apresentados os tipos de negociações integrativas.

2.3.2 Tipos de Negociações Integrativas

Para Lai *et al.* (2004) diante de múltiplos aspectos, os negociadores precisam decidir duas coisas antes da negociação propriamente dita: (a) o tipo de procedimento de negociação que será adotado; e (b) o tipo de implementação do acordo. Juntas elas formalizam um *framework* para a negociação multiaspecto (Figura 2.2).

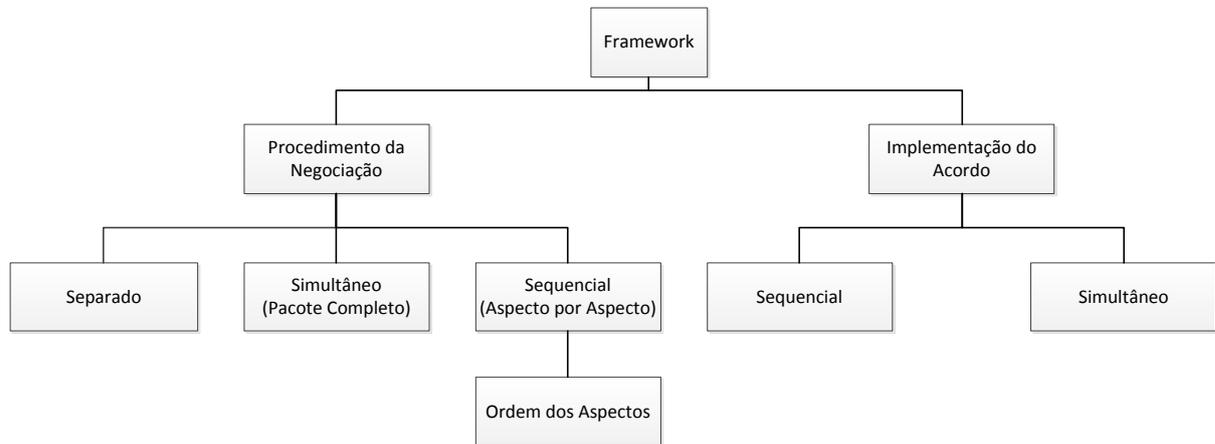


Figura 2.2 – Framework dos tipos de negociações com múltiplos aspectos

Fonte: Lai *et al.*, 2004

Para a definição do tipo de procedimento de negociação a ser adotado, é possível escolher um dos três procedimentos: negociação separada, negociação simultânea e negociação sequenciada. Na negociação separada, as partes negociam cada aspecto separadamente e independentemente, sem a necessidade de uma ordem para a negociação dos aspectos e sem uma avaliação de *trade-off* entre os aspectos. Na negociação simultânea, as duas partes negociam um pacote completo em relação a todos os aspectos, simultaneamente, baseando-se em uma avaliação de *trade-offs*. Na última, as duas partes negociam aspecto por aspecto sequencialmente, requerendo uma agenda para a negociação que estabeleça a ordem em que irão negociar cada aspecto.

Para a definição do tipo de implementação do acordo, pode haver dois tipos de mecanismos para a implementação do acordo: o sequencial e o simultâneo. Na implementação do acordo sequencial um acordo sobre cada aspecto é implementado uma vez que ele é estabelecido, enquanto que na simultânea os acordos são implementados em conjunto, quando um acordo sobre todos os aspectos é estabelecido.

Os tipos de procedimento da negociação e de mecanismo para a implementação adotados nesta tese são o simultâneo e o simultâneo, respectivamente.

Segundo Lai *et al.* (2004) e Lai *et al.* (2006) as pesquisas sobre negociação integrativa têm sido conduzidas nos campos teóricos da teoria dos jogos e da inteligência artificial. Com base nas teorias que abordam os problemas de negociação, Lim & Benbasat (1993) propuseram uma outra classificação para negociação, conforme apresentado na seção a seguir.

2.3.3 Teorias para a negociação

Além da classificação proposta por Raiffa (1982), Lim & Benbasat (1993) verificaram que as negociações também podem ser classificadas de acordo com a área de aplicação. A existência de diferentes áreas de aplicação gera, conseqüentemente, diversos tratamentos teóricos para as negociações. Para os autores, de um modo geral, existem quatro classes de teorias para a negociação, a saber, teoria dos jogos (von Neumann & Morgenstem, 1953), modelos econômicos, modelos políticos e modelos sócio-psicológicos.

A classificação proposta por Lim & Benbasat (1993) não classifica, exclusivamente, um problema de negociação em apenas uma das teorias propostas; ela permite que um mesmo problema de negociação seja analisado sob o ponto de vista de mais de uma das quatro teorias levantadas por eles. Além disso, dentro das quatro classes propostas por Lim & Benbasat (1993) é possível que sejam desenvolvidos modelos para a realização de uma negociação distributiva ou integrativa.

Na teoria dos jogos os modelos são considerados, fundamentalmente, estáticos, tendo em vista que eles se concentram nos resultados e não nos processos relativos a um problema de decisão. Conseqüentemente, estes modelos são relevantes para efeitos de prescrição, mas são insuficientes para fins descritivos. Eles destacam ainda que a teoria dos jogos, agindo como um modelo isolado, nem estabelece como as pessoas se comportam nem como elas deveriam se comportar em um sentido absoluto; o modelo estabelece apenas como elas deveriam se comportar caso quisessem atingir certos resultados.

A teoria dos modelos econômicos aplica a teoria dos jogos dentro de um contexto econômico. A negociação em compras realizadas por empresas públicas ou privadas de diferentes cadeias de suprimentos é um exemplo de modelo econômico. A maioria dos modelos econômicos tem crescido em virtude de interesses específicos em problemas de negociações tais como os de determinação dos salários de empregados e os de fixação de preços de produtos em várias situações que se assemelham as “trocas isoladas” (*isolated exchange*).

Para Raiffa (1982) o termo “troca isolada” significa uma troca entre um comprador e um vendedor na qual o preço do produto será determinado em algum ponto entre a valoração subjetiva da mercadoria atribuída pelo comprador (preço reserva do comprador), definida como o limite superior da troca, e a valoração subjetiva da mercadoria atribuída pelo vendedor (preço reserva do vendedor), definida como limite inferior da troca.

Lim & Benbasat (1993) ressaltam que os modelos políticos de negociação na verdade estão preocupados em testar a capacidade dos conflitos de interesses para ajudar a prever um comportamento político diante destes conflitos.

Os modelos sócio-psicológicos são em grande parte descritivos ao invés de prescritivos. Os modelos interpretam o processo de negociação a partir de várias perspectivas, incluindo a sociológica, a de aprendizagem, a psicológica ou mesmo a de tomada de decisão conjunta. A base dos modelos sócio-psicológicos é a noção de que os indivíduos se esforçam para criar e manter uma condição de justiça na negociação. Neste sentido, Lim & Benbasat (1993) argumentam que a solução de Nash (1950) para os jogos de negociação é consistente com a noção de justiça proposta por Homans (1961). Portanto, a teoria assume a hipótese de que os negociadores veem o ponto médio entre as suas demandas e as ofertas passadas como uma alternativa e lutam para atingir isso.

No que concerne à negociação integrativa, que é a classe de negociação abordada nesta tese, as pesquisas são conduzidas nos campos teóricos da teoria dos jogos e da inteligência artificial.

No campo da teoria dos jogos, Lai *et al.* (2004) e Lai *et al.* (2006) relatam que o contexto estudado pode ser aquele com informações completas e com negociadores cooperativos, onde as partes conhecem os parâmetros das funções utilidades um do outro não sendo difícil calcular a fronteira eficiente de Pareto para a negociação. Assim, para os autores, os negociadores racionais podem chegar a um acordo sobre essa fronteira pelos axiomas de Nash (1950). No entanto, para eles, essas abordagens não são aplicáveis quando as partes são não-cooperativas ou auto-interessadas, bem como quando não se tem informações completas sobre os parâmetros das funções utilidades.

Os autores complementam que os modelos da teoria dos jogos que consideram os negociadores como não-cooperativos, são intratáveis ou se concentram principalmente na negociação aspecto por aspecto, baseada em um jogo de alternar ofertas. Para eles esses jogos de alternar ofertas surgem em função da racionalidade limitada das partes e o pressuposto subjacente desses trabalhos é o de que cada parte sabe explicitamente suas próprias funções utilidades, que são assumidas como aditivas lineares (o ganho marginal em um atributo é independente dos valores de outros atributos). Portanto, os autores informam que uma fronteira eficiente de Pareto não pode ser mantida nesses modelos se as funções utilidades não obedecerem aos pressupostos do modelo de agregação aditivo.

Já no campo da inteligência artificial, os autores destacam que os trabalhos existentes se concentram principalmente nos métodos heurísticos e de aprendizagem com o foco na construção de modelos de negociação multiaspectos automatizados e em estratégias de negociação tratáveis. Para os autores, os trabalhos nesse campo fazem as mesmas suposições de que as funções utilidades das partes são explicitamente informadas ou os trabalhos nesse campo não consideram explicitamente todos os parâmetros das funções utilidades necessários para a construção da fronteira eficiente de Pareto no sistema.

De acordo com Zhang *et al.* (2011), recentemente, as pesquisas na área de inteligência artificial têm abordado o problema das negociações com múltiplos aspectos. Para eles, o crescimento rápido da internet e do comércio eletrônico é uma importante oportunidade para o campo da inteligência artificial. Nesse campo, os softwares agentes podem assumir uma variedade enorme de papéis como mediadores no comércio eletrônico.

Nesse contexto, Lai *et al.* (2004) fizeram uma revisão da literatura na área de negociação multiaspecto e determinaram a existência de três tipos de pesquisas relacionadas com a teoria dos jogos e a inteligência artificial: (i) negociação aspecto por aspecto; (ii) negociação multiaspecto cooperativa; e (iii) negociação multiaspecto com métodos heurísticos.

Na negociação aspecto por aspecto um acordo é construído através de uma estratégia de negociação multiaspecto que analisa cada aspecto individual e interativamente. Além disso, os modelos da negociação aspecto por aspecto consideram as partes como não-cooperativas e são construídos para ambientes com informações incompletas e assimétricas, onde uma agenda contendo a ordem com que os aspectos serão tratados pode ser proposta. Já na negociação multiaspecto cooperativa, é utilizada uma estratégia de concessão multiaspecto, baseada no modelo de agregação aditivo e na fronteira eficiente de Pareto (Keeney & Raiffa, 1976; Raiffa, 1982), cujas partes são consideradas completamente cooperativas e os ambientes possuem informações completas e simétricas. Na negociação multiaspecto com métodos heurísticos, um acordo é construído por meio de uma estratégia de negociação híbrida, a qual se utiliza do framework teórico dos dois primeiros tipos de pesquisas com o foco na construção de modelos automatizados baseados em agentes autônomos para a negociação multiaspecto e em estratégias tratáveis de negociação. O último tipo faz parte da inteligência artificial e é tratado em detalhes na Seção 2.3.7.

2.3.4 Interventores nas negociações

Segundo Raiffa (1982), existem quatro tipos de interventores nas negociações, denominados de: mediadores, facilitadores, árbitros e manipuladores externos.

Um mediador é um observador imparcial que tenta ajudar os negociadores em suas investigações para encontrar um acordo. Ele ajuda com o processo de negociação, mas não tem autoridade para ditar uma solução. Várias abordagens de negociação baseadas nesse conceito de mediação estão propostas na literatura. Segundo Zhang *et al.* (2011), a primeira delas foi proposta por Fisher (1978), que foi melhorada por Ehtamo & Hämäläinen (2001). Lin & Chou (2004) também propuseram um modelo de mediação que se baseia no método sugerido por Fisher (1978). Todos os métodos de intervenção descritos e prescritos por esses autores são baseados em negociadores cooperativos que não podem ser considerados como auto-interessados em um processo de negociação.

O facilitador pode inicialmente, não se envolver no processo de negociação, mas simplesmente facilitar no papel de implementar o acordo – ajudando com detalhes legais de última hora, ajudando com financiamentos, ajudando com a supervisão dos acordos, etc. Um exemplo de facilitador é um corretor imobiliário, que reúne compradores e vendedores potenciais; outro exemplo de facilitador é um banqueiro de investimento que identifica as empresas que poderiam dividir o controle acionário proveitosamente.

Outra forma de intervenção em uma negociação pode ser feita por meio de um árbitro. Depois de ouvir os argumentos e propostas de todos os lados e depois de descobrir “os fatos” ele pode também tentar conduzir os negociadores a planejarem suas próprias soluções particulares ou pode sugerir soluções razoáveis, mas se estas ações preliminares fracassarem ele tem a autoridade para impor uma solução.

O manipulador de regras tem autoridade para alterar as regras ou para reprimir o processo de negociação. Ele é um “ajustador de regras”.

2.3.5 Sistemas de Apoio à Negociação

Lim & Benbasat (1993) consideram os sistemas de apoio à negociação como uma classe de Sistemas de Apoio à Decisão (SAD). Para eles, SAD é um sistema baseado em computador usado por gestores e profissionais para ajudar na tomada de decisão em tarefas de decisão semi-estruturadas através da interação direta com dados e modelos, cujos componentes são: (i) banco de dados, usado para apoiar o armazenamento, recuperação e organização de dados,

informações e conhecimentos necessários para uma tomada de decisão; (ii) modelagem, realizada para apoiar o planejamento de processos complexos, para apoiar problemas de decisão multicritérios, para apoiar problemas de raciocínio específicos baseados em uma determinada representação de um problema de decisão e para apoiar os processos baseados em julgamentos heurísticos que podem ser propensos a parcialidade; e (iii) interface de comunicação, para apoiar as manifestações e os manuseios de informações dos decisores em uma representação específica de um problema de decisão.

Segundo Guo & Lim (2007) os sistemas de apoio à negociação são definidos como uma classe especial de sistemas de apoio em grupo desenvolvidos para negociações direcionadas a busca de um consenso e a resolução de conflitos. São projetados para apoiar as partes a obterem decisões mutuamente satisfatórias, apoiando as análises das informações e os protocolos de comunicação. Os trabalhos nessa área estão focados no *framework* teórico para o projeto e a implementação dos sistemas de apoio à negociação (Fisher *et al.*, 1991; Lim & Benbasat, 1993; Holsapple *et al.*, 1998), assim como na modelagem e representação de problemas de negociação (Fatima *et al.*, 2002, Talluri, 2002, Lai *et al.*, 2006, Chen & Huang, 2007, Talluri *et al.*, 2008, Wang & Zionts, 2008, Zhang *et al.*, 2011).

De acordo com Braun *et al.* (2006), os sistemas de apoio à negociação são projetados para ajudar e apoiar os negociadores durante as várias fases do processo de negociação, sendo usados para: (i) estruturar e analisar um determinado problema de negociação; (ii) elicitare preferências e usá-las na definição de uma função utilidade; (iii) determinar as alternativas viáveis e eficientes; (iv) definir um conjunto de táticas para a negociação; (v) visualizar diferentes aspectos do problema e do processo; e (vi) facilitar a comunicação.

Segundo Holsapple *et al.* (1998), existem quinze postulados para a atividade de projetar um sistema de apoio à negociação que estão distribuídos entre as definições dos oito parâmetros básicos do processo de negociação. Estes parâmetros estão no modelo teórico, $N = I, E, ACCEPT, LOC, S, M, R, A$, de Holsapple *et al.* (1998), onde: N representa a negociação; I representa o conjunto dos aspectos; E denota o conjunto das partes envolvidas; $ACCEPT$ representa o conjunto das ofertas; LOC é uma função responsável por armazenar o pacote que está sendo discutido ou tratado no instante de tempo t da negociação; S e M são as estratégias e os movimentos das partes, respectivamente; R indica as características da negociação; A denota a assistência e suporte através de interventores. Guo & Lim (2007) enfatizam que nenhuma negociação pode ser entendida sem que estes oito parâmetros sejam consolidados.

No modelo teórico proposto por Lim & Benbasat (1993), os efeitos de um sistemas de apoio à negociação são essencialmente provocados por dois componentes: (i) o SAD específico, cujos efeitos podem ser entendidos sob a perspectiva do processamento de informações; e (ii) o canal de comunicação eletrônico, cujos efeitos podem ser percebidos através do mecanismo de comprometimento dos adversários.

Para os autores o o SAD específico do sistemas de apoio à negociação é utilizado para expandir a capacidade de processamento de informações de uma empresa. Assumindo que um individuo possui uma capacidade de processamento limitada, então, um modelo de SAD eficaz estará fazendo o processamento das informações no lugar deste indivíduo. O aumento na capacidade é susceptível de conduzir a três resultados específicos para o SAD, os quais estão relacionados com as seguintes variáveis: (a) Distância da fronteira eficiente; (b) Distância da solução de Nash (1950); (c) confiança com o acordo. As duas primeiras variáveis são derivadas da teoria dos jogos e dos modelos econômicos enquanto que a variável (c) é essencialmente um indicador sócio-psicológico.

Para os autores o canal de comunicação eletrônico do sistemas de apoio à negociação é utilizado para melhorar o comprometimento percebido dos negociadores e seus efeitos podem ser melhor entendidos no contexto das teorias sócio-psicológicas de negociação. Assumindo que um canal de comunicação apenas verbal tem uma capacidade limitada de gerar um acordo, no qual seja percebido um maior comprometimento dos negociadores na manutenção do acordo assinado, então, um mecanismo de comunicação eletrônico eficaz estará melhorando o nível de confiança e segurança dos negociadores no acordo firmado. Os efeitos desta melhora podem ser avaliados através de duas variáveis, a saber, (d) Satisfação com a solução; e (e) Tempo para o acordo.

2.3.6 Definição das estratégias e dos movimentos para a negociação

Em uma negociação, as estratégias e os movimentos são desenvolvidos com o propósito de maximizar os ganhos das partes. Cada parte poderá desenvolver movimentos e estratégias específicas que serão formalizadas através da construção de funções utilidades para os diferentes aspectos. Essas estratégias e movimentos correspondem aos parâmetros S e M , respectivamente, do modelo teórico de Holsapple *et al.* (1998) para negociações.

Durante a definição destes parâmetros, as partes podem considerar as seguintes perguntas (Holsapple *et al.*, 1998): Devo mudar minha região de aceitação? Devo atacar todas as dimensões de um problema como um pacote completo ou resolvê-las uma por uma? Se

tratadas uma a uma, qual deve ser a sequência? Devo resolver primeiro uma dimensão fácil ou em primeiro lugar uma das difíceis? Em quais dimensões devo permanecer firme e em quais deveria ser mais flexível? Eu poderia usar alguma estratégia de ligação entre as dimensões de um problema? Que tipo de ritmo eu deveria ter para fazer concessões? Quão aberto eu deveria ser? Deve ser a minha posição inicial razoável ou deve ser extrema, permitindo-me maior liberdade para ajustes? Para os autores, as respostas para as perguntas moldarão a estratégia de uma parte e isso desempenha um papel crucial, fazendo com que uma parte se mova no espaço de soluções dos aspectos.

2.3.7 Negociação Automatizada

O problema com múltiplos aspectos é tão complexo que análises e modelagens com a teoria dos jogos cooperativos ou não cooperativos, por exemplo, tornam-se intratáveis. Negociações baseadas em agente (*Agent-based negotiations*) podem ser úteis nessas situações. Portanto, negociações automatizadas através de agentes autônomos inteligentes têm ganhado importância desde o surgimento do mercado eletrônico. (Zhang *et al.*, 2011)

Um agente autônomo é um sistema de computador situado em um determinado tipo de ambiente, que é capaz de realizar ação autônoma, a fim de atingir seus objetivos projetados. A tecnologia baseada em agentes tem emergido como um novo paradigma para conceituar, projetar e implementar sistemas de software. (Jiao *et al.*, 2006)

Sistemas MultiAgentes (SMA) são caracterizados como uma rede flexível de agentes de software que interagem para resolver problemas que estão além da capacidade individual ou do conhecimento de cada um para resolver um problema. Os SMA elevam o desempenho geral do sistema, em particular junto a diversas dimensões, tais como: eficiência computacional, confiabilidade, capacidade de resposta, manutenção e flexibilidade. Eles também são capazes de resolver o problema de adequação da oferta à demanda e de alocar recursos de forma dinâmica em tempo real, através do reconhecimento de oportunidades, tendências e potencialidades, bem como da realização de negociações e de coordenações. (Jiao *et al.*, 2006)

Sandholm (2000) definiu as negociações automatizadas como sendo negociações eletrônicas nas quais os sistemas agentes inteligentes (*software*), com interesses próprios, negociam com outros agentes em benefício dos usuários para comprar ou vender bens e serviços. Mais detalhadamente, os agentes preparam propostas/lances para ofertar e avaliam

ofertas em benefício dos usuários buscando maximizar as utilidades dos negociadores, seguindo estratégias específicas de negociação. (Louta *et al.*, 2008)

Segundo Zhang *et al.* (2011), nos últimos anos, a negociação mediada por um agente autônomo inteligente tem recebido atenção considerável no campo do comércio eletrônico (Lomuscio *et al.*, 2003; Luo *et al.*, 2003; Sandholm, 2000; Sandholm *et al.*, 1999). Existem várias abordagens específicas para negociação automatizada baseada em agentes. Os métodos mais conhecidos utilizados para modelar as negociações baseadas em agentes são os modelos da teoria dos jogos, as abordagens heurísticas e abordagens baseadas na argumentação. Para uma visão geral destas e de outras abordagens, ver Faratin *et al.* (2000) e Klaue *et al.* (2001). Os modelos mais interessantes são aquelas que lidam com a questão da multinegociação a partir das perspectivas teóricas e práticas. Uma grande quantidade de estudos na área foram desenvolvidos, a saber: Faratin *et al.* (2002), Fatima *et al.* (2004), Lau (2005) e Soh & Li (2004).

2.4 Abordagens de decisão multicritério para seleção de fornecedores

A partir de uma revisão da literatura sobre as abordagens de decisão multicritério para a seleção de fornecedores, verificou-se que milhares de artigos científicos com esta temática haviam sido publicados em periódicos nacionais e internacionais especializados nos últimos 50 anos. Dentro deste universo, destacam-se cinco artigos de revisão bibliográfica, considerados referências básicas para a construção de uma compreensão a respeito da evolução das abordagens de decisão multicritério nos contextos de compras e de seleção de fornecedores: Dickson (1966), Weber *et al.* (1991), Degraeve *et al.* (2000), De Boer *et al.* (2001) e Ho *et al.* (2010).

Dickson (1966) fez um levantamento na literatura de compras da época e destacou a existência de pelo menos cinquenta aspectos capazes de interferir nas decisões relativas a seleção de fornecedores em diferentes cadeias de suprimentos e, além disso, ele fez também uma avaliação com gestores e representantes de compras destas cadeias de suprimentos para verificar a importância atribuída aos aspectos considerados. O estudo foi baseado em um questionário respondido por 170 gestores e representantes de compras que foram selecionados a partir da lista de membros da Associação Nacional de Gestores de Compras dos Estados Unidos da América (EUA) e do Canadá. O trabalho de Dickson (1966) foi o ponto de partida para os estudos direcionados ao processo de seleção de fornecedor envolvendo múltiplos critérios. Na Tabela 2.5 estão resumidas as conclusões do estudo de Dickson a respeito dos 23

critérios mais importantes que poderiam ser utilizados nas decisões relativas a seleção de fornecedores.

Tabela 2.5 – Resumo dos critérios estudados por Dickson (1966)

Ordem	Critério	Média da Classificação	Classificação ^a
1	Qualidade	3,508	1A
2	Prazo de entrega	3,417	1
3	Histórico de desempenho	2,998	1
4	Garantias e política de reclamações	2,849	1
5	Instalações e capacidade de produção	2,775	1
6	Preço	2,758	1
7	Capacidade técnica	2,545	1
8	Posição financeira	2,514	1
9	Conformidade dos procedimentos	2,488	2
10	Sistema de comunicação	2,426	2
11	Reputação e posição na indústria	2,412	2
12	Aspiração pelos negócios	2,256	2
13	Gerenciamento e organização	2,216	2
14	Controles operacionais	2,211	2
15	Serviço de reparo	2,187	2
16	Atitude	2,120	2
17	Marca	2,054	2
18	Capacidade de armazenamento	2,009	2
19	Registros das relações de trabalho	2,003	2
20	Localização geográfica	1,872	2
21	Volume de negócios passados	1,597	2
22	Apoio à formação dos empregados	1,537	2
23	Acordos de reciprocidade	0,610	3

^aClassificação: 1A= Importância extrema; 1=Importância considerável; 2=Importância média; 3=Pouca importância.

Fonte: Adaptado de Weber *et al.* (1991)

Weber *et al.* (1991) realizaram uma revisão da literatura na área de compras, publicada desde Dickson (1966), a fim de fornecer uma visão abrangente dos critérios que os acadêmicos e profissionais haviam definido como sendo importantes na seleção de fornecedores no período (Tabela 2.6).

Tabela 2.6 – Avaliação dos critérios de Dickson (1966)

Estudo de Dickson		Critério	Número de artigos	(%)
Ordem	Classificação			
6	1	Preço	61	80
2	1	Prazo de entrega	44	58
1	1A	Qualidade	40	53
5	1	Instalações e capacidade de produção	23	30
20	2	Localização geográfica	16	21
7	1	Capacidade técnica	15	20
13	2	Gerenciamento e organização	10	13
11	2	Reputação e posição na indústria	8	11
3	1	Histórico de desempenho	7	9
8	1	Posição financeira	7	9
15	2	Serviço de reparo	7	9
16	2	Atitude	6	8
14	2	Controles operacionais	3	4
18	2	Capacidade de armazenamento	3	4
9	2	Conformidade dos procedimentos	2	3
10	2	Sistema de comunicação	2	3
17	2	Marca	2	3
19	2	Registros das relações de trabalho	2	3
22	2	Apoio à formação dos empregados	2	3
23	3	Acordos de reciprocidade	2	3
12	2	Aspiração pelos negócios	1	1
21	2	Volume de negócios passados	1	1
4	1	Garantias e política de reclamações	0	0

Fonte: Weber *et al.* (1991)

Na revisão, Weber *et al.* (1991) analisaram 74 artigos e constataram que, desde a publicação de Dickson, o mundo das compras havia sofrido algumas alterações significativas. Segundo os autores, um impulso significativo para estas mudanças foi dado pelo crescente interesse e aplicação das estratégias *Just-In-Time* (JIT) de manufatura. A aplicação do JIT foi verificada em 13 dos 74 artigos analisados e essa nova estratégia de manufatura impôs uma reordenação dos critérios sob os quais os fornecedores eram selecionados (Tabela 2.7).

Tabela 2.7 – Reordenação dos critérios com a aplicação de estratégias JIT de manufatura

Estudo de Dickson		Critério	Número de artigos	(%)
Ordem	Classificação			
1	1A	Qualidade	13	100
2	1	Prazo de entrega	13	100
6	1	Preço	8	62
5	1	Instalações e capacidade de produção	7	54
20	2	Localização geográfica	7	54
7	1	Capacidade técnica	4	31
16	2	Atitude	4	31
13	2	Gerenciamento e organização	2	15
18	2	Capacidade de armazenamento	2	15
15	2	Serviço de reparo	1	7
14	2	Controles operacionais	1	7

Fonte: Weber *et al.* (1991)

Weber *et al.* (1991) ainda destacaram que, tendo em vista a importância econômica e a complexidade inerentes às decisões de compra, tais decisões são uma área adequada para a aplicação de métodos analíticos de apoio à decisão. Então, além de estudar os critérios, os autores também analisaram se nos artigos revisados havia sido proposto algum método analítico quantitativo ou não quantitativo para apoiar o processo de seleção de fornecedores. A Tabela 2.8 relaciona o número de artigos com todos os métodos analíticos que foram utilizados para medir ou analisar os critérios. Para os autores, os trabalhos que contemplam o uso de métodos quantitativos específicos foram categorizados como “modelos de ponderação linear”, “abordagens probabilísticas/estatísticas”, “modelos de programação matemática” ou “abordagens para lote econômico de compra”. Os demais trabalhos foram categorizados como “conceitual” ou “empírico”.

Tabela 2.8 – Classificação dos artigos encontrados em Weber *et al.* (1991)

Categorias de métodos analíticos	Número de artigos	(%)
Modelo de ponderação linear	11	15
Modelo de programação matemática	10	13
Abordagem probabilística/estatística	3	4
Abordagem para lote econômico de compra	17	23
Conceitual ou empírico	33	45

Fonte: Esta pesquisa (2013)

O método denominado de “modelo de ponderação linear” faz parte da abordagem critério único de síntese. Já o método denominado “modelo de programação matemática”, dependendo do artigo analisado por Weber *et al.* (1991), pode estar se referindo a um dos

métodos pertencentes as seguintes abordagens: (i) abordagem clássica da pesquisa operacional; ou (ii) abordagem de julgamento interativo. Da mesma forma, dependendo do artigo analisado, a “abordagem probabilística ou estatística” pode estar se referindo a um dos seguintes métodos: (i) regressão múltipla; (ii) análise de cluster; e (iii) abordagem estocástica. Já a “abordagem para lote econômico de compra” refere-se simplesmente a uma avaliação econômica do pedido a ser feito a um determinado fornecedor; através desta abordagem é possível definir a quantidade a ser comprada de um produto que minimize o custo total envolvido em um processo de compra com um determinado fornecedor.

Segundo Degraeve *et al.* (2000), muitos modelos para a seleção de fornecedores foram publicados na literatura de compras até 2000; no entanto, nenhuma abordagem sistemática para comparar a eficiência relativa destes sistemas havia sido proposta até então. Então, eles propuseram utilizar o conceito de Custo Total de Propriedade (CTP) como base para comparação da eficiência de diferentes modelos de seleção de fornecedores. A abordagem CTP quantifica todos os custos associados com o processo de compra da cadeia de valor inteira de uma determinada empresa. Nestes casos, o custo de aquisição e subsequente uso de um produto ou serviço que está sendo comprado é determinado. A abordagem vai além do preço; ela considera todos os custos relacionados a vida inteira dos produtos, como os custos relacionados ao serviço, entrega, qualidade, administração, comunicação, falha, manutenção, etc.

Os principais resultados obtidos por eles foram os seguintes: (i) uma revisão e classificação da literatura dos modelos de apoio à seleção de fornecedores publicados até 2000 (Tabela 2.9) – 24 artigos foram revisados e classificados; no entanto, por razões de aplicabilidade e disponibilidade dos dados apenas 17 puderam ser avaliados através da perspectiva CTP; (ii) avaliação comparativa destes modelos a partir da perspectiva CTP; (iii) realização da avaliação baseando-se em dados reais de uma situação de compra; (iv) descrição objetiva das eficiências oferecidas pelos diferentes tipos de modelos propostos para apoiar a seleção de fornecedores. Para verificar isso foi feita uma simulação com diferentes condições adotadas na gestão de estoques ou na entrega dos pedidos, a qual pode ser encontrada em Degraeve *et al.* (2000).

Tabela 2.9 – Classificação dos artigos de acordo com o método e características do ambiente modelado

Métodos para avaliação dos fornecedores	Características do ambiente modelado				Total de artigos
	Sem gestão de estoque ao longo do tempo		Com gestão de estoque ao longo do tempo		
	Produto único	Múltiplos produtos	Produto único	Múltiplos produtos	
Modelo de ponderação linear	8 artigos	1 artigo	-	-	9 artigos
Abordagem de custo total	3 artigos	-	-	-	3 artigos
Programação matemática	3 artigos	6 artigos	-	2 artigos	11 artigos
Estatística	-	-	-	1 artigo	1 artigo
Total	14 artigos	7 artigos	-	3 artigos	24 artigos

Fonte: Adaptado de Degraeve *et al.* (2000)

Para Degraeve *et al.* (2000) a diferença entre os modelos que adotam uma gestão de estoque ao longo do tempo para os que não adotam é a seguinte: no ambiente modelado é considerada a questão de se integrar a decisão de agendamento dos pedidos ao longo do tempo com a decisão de seleção de fornecedores. O impacto da incorporação dessa característica à um modelo de seleção de fornecedores pode ser visto através do seguinte exemplo: um fornecedor que permita a “troca eletrônica de dados” (cuja sigla em inglês é EDI – *Electronic Data Interchange*) com o comprador, oferece um custo de gestão de estoques menor do que outro que não ofereça esse serviço. Na Tabela 2.9 é possível identificar a incorporação da gestão de estoque no ambiente modelado.

A “abordagem de custo total” é conduzida da seguinte maneira: na primeira etapa, os custos associados com o tempo de entrega, qualidade e serviço são determinados para cada produto; na segunda etapa, os custos associados com cada aspecto é convertido em uma relação de custo, na qual o custo é expresso como uma porcentagem do valor total da compra; na terceira etapa, estas relações são combinadas em um percentual ajustado dos custos totais, que é aplicado ao preço cotado por unidade do produto, o que resulta no custo líquido ajustado por unidade; na quinta e última etapa, o fornecedor com o menor custo líquido ajustado por unidade é selecionado.

O artigo desenvolvido por De Boer *et al.* (2001) além de abranger todos os modelos de decisão elaborados até 2001, estende também as análises dos modelos revisados anteriormente por Weber *et al.* (1991) e Degraeve *et al.* (2000) em três caminhos. Primeiramente, eles não consideraram apenas a fase da escolha final no processo de seleção de fornecedores, como Weber *et al.* (1991) e Degraeve *et al.* (2000) fizeram, mas reconheceram a existência de várias etapas na tomada de decisão antes da fase da escolha, tais

como a definição do problema inicial, a formulação dos critérios e a pré-qualificação de (potenciais) fornecedores. Depois, na estrutura prescritiva proposta por De Boer *et al.* (2001) foi possível acomodar as várias etapas do processo de seleção de fornecedores com as diferenças entre compras realizadas pela primeira vez, recompras modificadas e recompras repetidas envolvendo itens de rotina ou estratégicos (também chamados de itens gargalo) (Tabela 2.10).

Para as compras realizadas pela primeira vez, foram assumidas as seguintes características (De Boer *et al.*, 2001): (i) produto ou serviço inteiramente novo; (ii) nenhuma experiência anterior; (iii) ausência de fornecedores ou fornecedores desconhecidos; (iv) elevado nível de incerteza com relação às especificações do produto ou serviço; (v) extensiva resolução de problemas; e (vi) tomada de decisão em grupo. Para as recompras modificadas foram assumidas as seguintes características: (i) novo produto ou serviço a ser comprado de fornecedores conhecidos; (ii) produto existente (modificado) a ser comprado de um novo fornecedor; (iii) nível moderado de incerteza com relação às especificações do produto ou serviço; e (iv) solução de problemas menos extensivo. Já para as recompras repetidas foram assumidas as seguintes características: (i) informação perfeita sobre os fornecedores e especificações de produtos e serviços; e (ii) colocação de um pedido dentro do prazo de contratos e acordos existentes.

Tabela 2.10 – Estrutura prescritiva para a seleção de fornecedores

Etapas	Diferentes tipos de compras			
	Primeira compra	Recompras modificadas	Recompras repetidas (itens de rotina)	Recompras repetidas (itens estratégicos)
Definição do problema	Usar um fornecedor ou não?	Usar mais, menos ou outros fornecedores?	Substituir o fornecedor atual?	Como negociar com o fornecedor?
	Importância variável Decisão extraordinária	Importância Alta/moderada Decisões repetidas	Importância moderada/baixa Decisões repetidas	Importância alta Repetir avaliação
Formulação dos critérios	Não há dados históricos sobre os fornecedores disponíveis	Há dados históricos sobre os fornecedores disponíveis	Há dados históricos sobre os fornecedores disponíveis	Dados históricos sobre os fornecedores disponíveis, contudo com poucas seleções atuais
	Não há critérios previamente usados disponíveis Importância variável	Há critérios previamente usados disponíveis	Há critérios previamente usados disponíveis	Há critérios previamente usados disponíveis
Qualificação dos fornecedores	Conjunto inicial de fornecedores pequeno	Conjunto inicial de fornecedores grande	Conjunto inicial de fornecedores grande	Conjunto de fornecedores muito pequeno
	Classificação ao invés de ordenação	Classificação bem como ordenação	Classificação ao invés de ordenação	Classificação ao invés de ordenação
	Não há dados históricos disponíveis	Há dados históricos disponíveis	Há dados históricos disponíveis	Há dados históricos disponíveis
Escolha final	Conjunto inicial de fornecedores pequeno	Conjunto inicial de fornecedores de pequeno a moderado	Conjunto inicial de fornecedores de pequeno a moderado	Conjunto de fornecedores muito pequeno
	Ordenação ao invés de classificação	Ordenação ao invés de classificação	Ordenação ao invés de classificação	Avaliação ao invés de seleção
	Muitos critérios	Poucos critérios e também: Como alocar a quantidade a ser pedida?	Poucos critérios	
	Muitas iterações Não há dados históricos disponíveis Importância variável	Menos iterações Há dados históricos disponíveis	Menos iterações Há dados históricos disponíveis	Há dados históricos disponíveis
	Modelo usado uma vez	Modelo usado novamente	Modelo usado novamente Única fonte ao invés de múltiplas fontes	Fonte exclusiva

Fonte: De Boer *et al.* (2001)

Depois de elaborada a estrutura prescritiva, os autores realizaram um levantamento dos trabalhos (publicação de artigos em revistas técnicas científicas indexadas, livros textos, teses de doutorado, anais de congressos indexados) disponíveis na literatura especializada que tratavam da temática “apoio a decisão na seleção de fornecedores” para, em seguida, classificarem os trabalhos encontrados de acordo com a estrutura proposta por eles (Tabela 2.11).

Tabela 2.11 – Classificação dos trabalhos conforme a estrutura prescritiva proposta por De Boer *et al.* (2001)

Etapas	Diferentes tipos de compras				Total
	Primeira compra	Recompras modificadas	Recompras repetidas (itens de rotina)	Recompras repetidas (itens estratégicos)	
Definição do problema		Nenhum trabalho encontrado			0 trabalho
Formulação dos critérios	-	-	1 trabalho	2 trabalhos	3 trabalhos
Qualificação dos fornecedores	2 trabalhos	19 trabalhos	5 trabalhos	1 trabalhos	27 trabalhos
Escolha final	19 trabalhos	50 trabalhos	18 trabalhos	18 trabalhos	105 trabalhos
Total	21 trabalhos	69 trabalhos	24 trabalhos	21 trabalhos	135 trabalhos

Fonte: Adaptado de De Boer *et al.* (2001)

Por último, De Boer *et al.* (2001) também exploraram métodos e técnicas de pesquisa operacional que anteriormente não haviam sido consideradas para apoiar o processo de seleção de fornecedores, considerando todas as etapas envolvidas no processo. Então, para concluir esse terceiro caminho, os autores se concentraram nas situações de compras para as quais pouco ou nenhum modelo de decisão havia sido publicado até 2001, demonstrando as possíveis aplicações de diferentes métodos de apoio a decisão (Tabela 2.12 e Tabela 2.13).

Tabela 2.12 – Métodos para apoiar a etapa de definição do problema

Método	Possível uso na seleção de fornecedores
Análise de WWS- <i>Why-What's Stopping</i> (Basadur <i>et al.</i> , 1994)	Investigar criticamente se a mudança na base de fornecedores é apenas uma das várias soluções para um problema percebido. Talvez uma mudança na base de fornecedores não seja sequer necessário.
Mapeamento cognitivo (Warren, 1995)	Melhorar o conhecimento sobre os fatores que desencadeiam a necessidade de mudanças na base de fornecedores.
AIDA- <i>Analysis of Interconnected Decision Areas</i> (Rosenhead, 1989)	Investigar se uma alteração na base de fornecedores é viável, compatível e/ou de acordo com outras áreas de decisão, como por exemplo marketing, Pesquisa & Desenvolvimento, etc.
Tabela para a geração de estratégia (Howard, 1988)	Destacar possibilidades razoáveis e exequíveis de mudar a base de fornecedores dado os vários outros desenvolvimentos e restrições.
Diagramas de influências (Howard, 1988)	Melhorar o conhecimento dos fatores que provocam a necessidade de mudanças na base de fornecedores.
Estrutura para formulação de alternativas (Arbel & Tong, 1982)	Geração de alternativas, de forma sistemática, para mudar a base de fornecedores.

Fonte: De Boer *et al.* (2001)

Tabela 2.13 – Métodos para apoiar a etapa de formulação dos critérios

Método	Possível uso na seleção de fornecedores
Teoria dos <i>Rough Sets</i> (Slowinski, 1992)	Avaliação da utilidade dos critérios existentes para a avaliação e seleção de fornecedores. Por exemplo, rastreando os critérios redundantes por meio de um extenso programa de auditoria no fornecedor.
Metodologia <i>Value-Focused Thinking</i> (Keeney, 1994)	Produção de um conjunto controlável e essencial de critérios para as fases de qualificação, de escolha e de avaliação na seleção de fornecedores.

Fonte: De Boer *et al.* (2001)

De Boer *et al.* (2001) também identificaram três métodos adicionais que na visão deles pareciam ser particularmente adequados para a fase de qualificação dos fornecedores. Estes três modelos estão descritos na Tabela 2.14.

Tabela 2.14 – Métodos para apoiar a etapa de qualificação dos fornecedores

Método	Característica típica
Triagem conjuntiva (Hwang and Yoon, 1981)	Um fornecedor é aceitável se o desempenho dele for igual ou superior a pontuação mínima exigida em cada critério.
Triagem disjuntiva (Hwang and Yoon, 1981)	Um fornecedor é aceitável se o desempenho dele for, pelo menos, igual ou superior a uma pontuação mínima exigida em um critério.
Triagem lexicográfica (Hwang and Yoon, 1981)	Os critérios são classificados em ordem de importância. Primeiro os fornecedores são avaliados no critério mais importante. Aqueles que passam neste critério são então avaliados no segundo critério e assim sucessivamente.

Fonte: De Boer *et al.* (2001)

Por meio de uma análise de 78 (setenta e oito) artigos publicados em periódicos internacionais especializados entre os anos de 2000 e 2008, Ho *et al.* (2010) estenderam a revisão da literatura na área de seleção de fornecedores. A análise dos artigos levou em consideração três questões, a saber: (i) Quais abordagens foram predominantemente utilizadas? (Tabela 2.15); (ii) Quais critérios de avaliação tiveram mais atenção nas abordagens? (Tabela 2.16) (iii) Existe alguma inadequação nas abordagens utilizadas? Os artigos foram encontrados através de uma pesquisa nas seguintes bases: *Emerald*, *Ingenta*, *Meta-Press*, *ProQuest* e *ScienceDirect*.

Tabela 2.15 – Classificação dos artigos encontrados em Ho *et al.* (2010)

Abordagens	Número de artigos	(%)
<i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA)	14	17,95
<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP) integrada com negociação, DEA, redes neurais, programação matemática e <i>grey relational analysis</i>	14	17,95
Programação matemática	09	11,54
<i>Fuzzy</i> integrada com AHP, análise de cluster, algoritmo genético, programação matemática, <i>Simple Multi-Attribute Rating Technique</i> (SMART ¹) e desdobramento da função qualidade	09	11,54
AHP	07	8,97
Raciocínio baseado em casos	07	8,97
<i>Analytic Network Process</i> (ANP)	03	3,85
Teoria dos conjuntos <i>Fuzzy</i>	03	3,85
SMART ¹	02	2,56
Algoritmo genético	01	1,28
Outras abordagens integradas	09	11,54

¹ Classificação adotada pelos autores que não corresponde a família SMART de métodos multicritérios proposta por Edwards (1977) e Edwards & Barron (1994)

Fonte: Esta pesquisa (2013)

De acordo com Ho *et al.* (2010), a abordagem individual mais popular é a DEA (*Data Envelopment Analysis*), seguida pela programação matemática, AHP (*Analytic Hierarchy Process*), raciocínio baseado em casos, *Analytic Network Process* (ANP), teoria dos conjuntos *fuzzy*, SMART e algoritmo genético. Já a abordagem integrada mais popular é a AHP. Caso fosse somado o número de artigos que utilizaram a abordagem AHP, tanto individual como integradamente, então essa abordagem seria considerada a mais popular.

Eles destacaram também que centenas de critérios foram propostos nos artigos analisados e que, dentre todos os critérios, o critério qualidade foi o mais popular, seguido por

entrega, preço/custo, capacidade de produção, serviço, gerenciamento, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento, finanças, flexibilidade, reputação, parceria, risco, segurança e meio ambiente. Com o objetivo de comparar o *ranking* fornecido por Ho *et al.* (2010) com os definidos por Dickson (1966) e Weber *et al.* (1991) foi construída a Tabela 2.16. O único critério que obteve a mesma posição nos três *rankings* foi prazo de entrega/entrega. Os critérios serviço de reparo/serviço, marca/P&D e acordos de reciprocidade/parceria foram os que apresentaram maiores mudanças nas posições avaliando-se os três *rankings*. E destaca-se o surgimento do critério segurança e meio ambiente nos processos de avaliação e seleção de fornecedores.

Tabela 2.16 – Ordenação dos critérios elaborada por Ho *et al.* (2010)

Ordem Dickson	Ordem Weber	Ordem Ho	Crítérios Dickson / Crítérios Ho	Número de artigos	%
1	3	1	Qualidade / Qualidade	68	87,18
2	2	2	Prazo de entrega / Entrega	64	82,05
6	1	3	Preço / Preço ou Custo	63	80,77
5	4	4	Instalações e Capacidade / Capacidade de produção	39	50,00
15	11	5	Serviço de reparo / Serviço	35	44,87
13	7	6	Gerenciamento e organização / Gerenciamento	25	32,05
7	6	6	Capacidade técnica / Tecnologia	25	32,05
17	17	7	Marca / Pesquisa e Desenvolvimento	24	30,77
8	10	8	Posição financeira / Finanças	23	29,49
16	12	9	Atitude / Flexibilidade	18	23,08
11	8	10	Reputação e posição na indústria / Reputação	15	19,23
23	20	11	Acordos de reciprocidade / Parceria	3	3,85
3	9	11	Histórico de desempenho / Risco	3	3,85
NA	NA	11	NA / Segurança e meio ambiente	3	3,85

NA = Não se aplica

Fonte: Esta pesquisa (2013)

Por último, Ho *et al.* (2010) analisaram criticamente as abordagens e tentaram encontrar algumas desvantagens. Ao invés de analisar cada abordagem individualmente, eles se restringiram as duas mais populares, DEA e AHP.

2.5 Abordagens de negociação

A classificação das abordagens de negociação estabelecida na Seção 2.3 e as tipologias de negociações integrativas definidas na Seção 2.3.2. permitiu categorizar os estudos sobre negociação publicados em periódicos científicos especializados nos últimos anos.

Além da categorização, a revisão de alguns destes estudos foi essencial para a construção de uma compreensão conceitual e empírica do uso de abordagens de negociação em problemas de decisão. Neste sentido, destaca-se o trabalho de Fisher *et al.* (1991), que propuseram um método de negociação baseado em princípios, que pode ser aplicado em qualquer contexto de decisão.

O método mostra como obter o que o negociador deseja, agindo honestamente. Ele habilita o negociador a ser justo, enquanto o protege contra aqueles que querem tirar proveito de sua equidade. Os princípios do método de negociação proposto pelos autores são os seguintes: (i) separar as pessoas do problema; (ii) concentrar-se em interesses e não em posições; (iii) criar alternativas para ganhos mútuos; e (iv) insistir em critérios objetivos.

No primeiro princípio é importante lembrar que os negociadores são pessoas com emoções, sentimentos, valores profundamente arraigados, diferentes formações e pontos de vista e que eles são imprevisíveis. No segundo princípio, os esforços devem ser concentrados na compreensão dos interesses dos negociadores e não nas posições individuais de cada um. Geralmente, os negociadores não conseguem executar o terceiro princípio pelas seguintes razões: fazem julgamentos prematuros; procuram por uma resposta única; assumem a hipótese de que o tamanho da pizza é fixo; e pensam que resolver o problema dos outros é apenas problema dos outros. No quarto princípio deve-se insistir em critérios objetivos que permitam fazer com que as partes entendam os interesses umas das outras.

Outra importante contribuição empírica é o trabalho de Lim & Benbasat (1993), que apresenta uma revisão da literatura sobre negociação, abordando as seguintes temáticas: teoria dos jogos, modelos econômicos, modelos políticos e modelos sócio-psicológicos. Eles inferiram a partir da revisão que havia a necessidade de suporte da área de informática para as questões envolvidas em uma negociação. Desta forma, foi proposta uma teoria para auxiliar na compreensão dos efeitos relacionados a um sistema de apoio a negociação com as seguintes características: duas partes negociando; partes monolíticas; e negociação com múltiplos aspectos.

Fatima *et al.* (2002) e Fatima *et al.* (2004) propuseram um modelo de negociação entre dois negociadores envolvendo múltiplos aspectos, restrições de tempo e um ambiente com informações incompletas. Os autores consideraram o caso em que a negociação tem de ser completada dentro de um tempo especificado (que pode ser diferente para as diferentes partes). Além dos respectivos prazos dos agentes, o instante de tempo no qual será alcançado

um acordo pode afetar os agentes de diferentes maneiras. Um agente pode ganhar utilidade com o tempo, tendo um incentivo para atrasar o acordo final (dentro dos limites do seu prazo); neste caso, diz-se que o agente é um jogador (paciente) forte. A outra possibilidade é que o agente pode perder utilidade com o passar do tempo, tendo um incentivo para antecipar o acordo final; neste caso, é dito que o agente é um jogador (impaciente) fraco. Além da restrição de tempo, os autores informam que outros parâmetros afetam o resultado da negociação, destacando-se as estratégias dos agentes, suas utilidades e as reservas máximas em cada aspecto. Na maioria dos casos práticos os agentes não têm informações completas sobre todos estes parâmetros.

Talluri (2002) destaca a importância de se construir modelos que possam ser aplicados na avaliação das propostas submetidas pelos fornecedores quando se está trabalhando na presença de vários aspectos. Ele propôs um modelo que avalia as propostas submetidas pelos fornecedores baseando-se em metas ideais para os atributos envolvidos na compra, as quais são estabelecidas pelo comprador. Segundo Talluri (2002), se há um conjunto de n propostas dos fornecedores com t atributos, o comprador estabelece as metas ideais, selecionando os melhores valores para cada um dos t atributos em todas as n propostas. Os índices de desempenho dos fornecedores são determinadas pela avaliação das ofertas deles em relação as metas ideais definidas pelo comprador. Estes índices são utilizados em um modelo de programação inteira 0-1 para selecionar um conjunto ótimo de propostas através da harmonização da demanda com as restrições de capacidade. As decisões relativas a seleção e negociação de propostas dos fornecedores são então realizadas.

Lai *et al.* (2006) desenvolveram um modelo de negociação multiaspecto para situações onde as partes são auto-interessadas, a informação é incompleta e as funções utilidades são não-lineares e não explicitamente conhecidas. É adotado no modelo um mediador não tendencioso, que aplica uma investigação de busca inteligente para manter os acordos próximos da fronteira eficiente de pareto, sem computação pesada. Além disso, o mecanismo de mediação proposto supera a dificuldade da elicitação de preferências que geralmente surge na etapa preliminar de uma negociação multiaspecto.

Chen & Huang (2007) desenvolveram uma abordagem que integrou AHP com negociação, cuja finalidade foi a de ajudar na solução de problemas de seleção de fornecedores. Os autores primeiramente propuseram um modelo de seleção de fornecedores baseado no método AHP e, em seguida, propuseram um mecanismo de negociação com o

único fornecedor selecionado a partir do modelo de seleção. Eles combinaram AHP, teoria dos conjuntos *fuzzy* e software agente em um mecanismo bilateral de negociação e de tomada de decisão multicritério.

Talluri *et al.* (2008) desenvolveram um conjunto de modelos de otimização multiobjetivos para auxiliar compradores na simulação de negociações com fornecedores. Os modelos propostos por eles estão baseados no artigo de Wei *et al.* (2000). Eles consideraram a entrada orientada do modelo DEA proposta por Wei *et al.* (2000), e realizaram extensões e desenvolvimentos similares, cujo objetivo foi tornar o modelo mais aplicável às negociações envolvendo comprador-fornecedor. Por exemplo, um comprador pode querer entender e gerar cenários que possam ligar os diferentes níveis dos preços de compra (entrada) com determinados níveis de eficiência desejados, em termos de desempenho em qualidade e entrega que o fornecedor pode oferecer (resultados).

O modelo proposto por Wang & Zionts (2008) foi elaborado para um problema de negociação denominado “um para muitos”, tal como o de compra de uma casa, no qual há um comprador e muitos vendedores. As alternativas são avaliadas por meio de vários critérios, no entanto apenas um critério, tal como preço, deve ter seu valor determinando pelo modelo de negociação proposto pelos autores. Eles usaram a “melhor alternativa para um acordo negociado” (cuja sigla em inglês é BATNA – *Best Alternative To a Negotiated Agreement*) como uma medida dinâmica do poder da negociação, e desenvolveram uma abordagem sistemática quantitativa iterativa para auxiliar no processo de negociação distributiva. Segundo Fisher *et al.* (1991), a BATNA é o padrão contra o qual qualquer proposta de acordo deve ser medida. Esse é o único padrão que pode proteger um negociador tanto de aceitar desempenhos nos aspectos que são muito desfavoráveis e de rejeitar desempenhos nos aspectos que seriam de seu interesse aceitar.

Zhang *et al.* (2011) propuseram a concepção de lances fechados baseados em sistemas agentes, em que ambos negociadores, simultaneamente, submetem suas respectivas ofertas para um mediador. A abordagem permitiu construir uma estratégia de negociação eficiente que pôde alcançar um importante acordo para maximizar a utilidade das duas partes. Eles construíram um modelo de negociação envolvendo múltiplos aspectos e baseado na fronteira eficiente de pareto, para as situações nas quais os negociadores são auto-interessados, as informações são incompletas e as funções utilidades são não-lineares e não explicitamente

conhecidas. No modelo deles, o tipo da função utilidade é conhecida, mas os parâmetros da função são desconhecidos.

A Tabela 2.17 apresenta a categorização dos trabalhos de Fatima *et al.* (2002), Fatima *et al.* (2004), Talluri (2002), Lai *et al.* (2006), Chen & Huang (2007), Talluri *et al.* (2008), Wang & Zionts (2008) e Zhang *et al.* (2011), de acordo com a classificação das abordagens de negociação estabelecida na Seção 2.3 e as tipologias de negociações integrativas definidas na Seção 2.3.2.

Tabela 2.17 – Categorização das abordagens de negociação

Artigo	Classificação da abordagem de negociação	Tipo de procedimento integrativo	Tipo de implementação do acordo	Quantidade negociadores	Critério(s)
Fatima <i>et al.</i> (2002) e Fatima <i>et al.</i> (2004)	Integrativa	Sequencial	Sequencial ou Simultâneo	2 (dois)	NA
Talluri (2002)	Integrativa	Simultâneo	Simultâneo	2 (dois)	Preço, qualidade, entrega, quantidade pedida e capacidade
Fatima <i>et al.</i> (2004)	Integrativa				
Lai <i>et al.</i> (2006)	Integrativa	Simultâneo	Simultâneo	2 (dois)	NA
Chen & Huang (2007)	Integrativa	Separado	Simultâneo	2 (dois)	Quantidade, preço, qualidade e entrega
Talluri <i>et al.</i> (2008)	Integrativa	Simultâneo	Simultâneo	2 (dois)	Preço, qualidade e entrega
Wang & Zionts (2008)	Distributiva	NA	NA	2 (dois) ou mais	Preço
Zhang <i>et al.</i> (2011)	Integrativa	Simultâneo	Simultâneo	2 (dois)	Preço do produto; quantidade demanda; tempo de entrega; qualidade do serviço

NA = Não se aplica

Fonte: Esta pesquisa (2013)

2.6 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo foram apresentados estudos sobre os elementos envolvidos na análise de decisão multicritério e nas abordagens de negociação.

No que concerne a análise de decisão multicritério foram, primeiramente, tratadas as diferenças entre os métodos clássicos da pesquisa operacional e os métodos multicritério de apoio à decisão. Em seguida, foram definidos os elementos que compõem um problema de decisão multicritério, bem como as problemáticas de referências que podem ser tratadas por meio da MCDA. Diferentes classificações para os métodos de apoio a decisão multicritério também foram apresentadas. Por último, a família SMART de métodos de apoio a decisão multicritério foi discutida. Esta família de métodos serviu de base para a estruturação dos parâmetros inerentes ao modelo de agregação aditivo utilizado no modelo de apoio à negociação proposto na tese.

No que concerne às abordagens de negociação, primeiramente, foram discutidas as características gerais deste tipo de problema. Em seguida, foram apresentadas algumas classificações para os problemas de negociação. Também foram apresentados os tipos de procedimentos de negociação que podem ser adotados em uma abordagem de negociação, bem como os tipos de implementação dos acordos inerentes a esta abordagem. Depois, foram definidos os tipos de interventores que podem estar envolvidos em uma negociação. Finalmente, as definições e parâmetros inerentes a construção de um sistema de apoio a negociação foram abordadas. A partir das definições feitas para o sistema de apoio a negociação e para as estratégias e movimentos específicos de uma negociação, foi identificada a necessidade de se tratar a negociação sob o ponto de vista da automatização, ou seja, através da construção de mediadores inteligentes, baseados em computador.

O capítulo também apresentou uma revisão da literatura sobre aplicação de MCDA no contexto da seleção de fornecedores e sobre abordagens de negociação. No que concerne às abordagens de MCDA, a ênfase foi dada a cinco artigos de revisão bibliográfica sobre a temática estudada: Dickson (1966), Weber *et al.* (1991), Degraeve *et al.* (2000), De Boer *et al.* (2001) e Ho *et al.* (2010). Através da análise destes artigos foi possível identificar diversas aplicações de MCDA no contexto de compras, mais especificamente, no contexto da seleção de fornecedores. No que concerne às abordagens de negociação, os artigos estudados permitiram compreender melhor o uso de abordagens de negociação em problemas de decisão, bem como fazer uma categorização das aplicações encontradas na literatura.

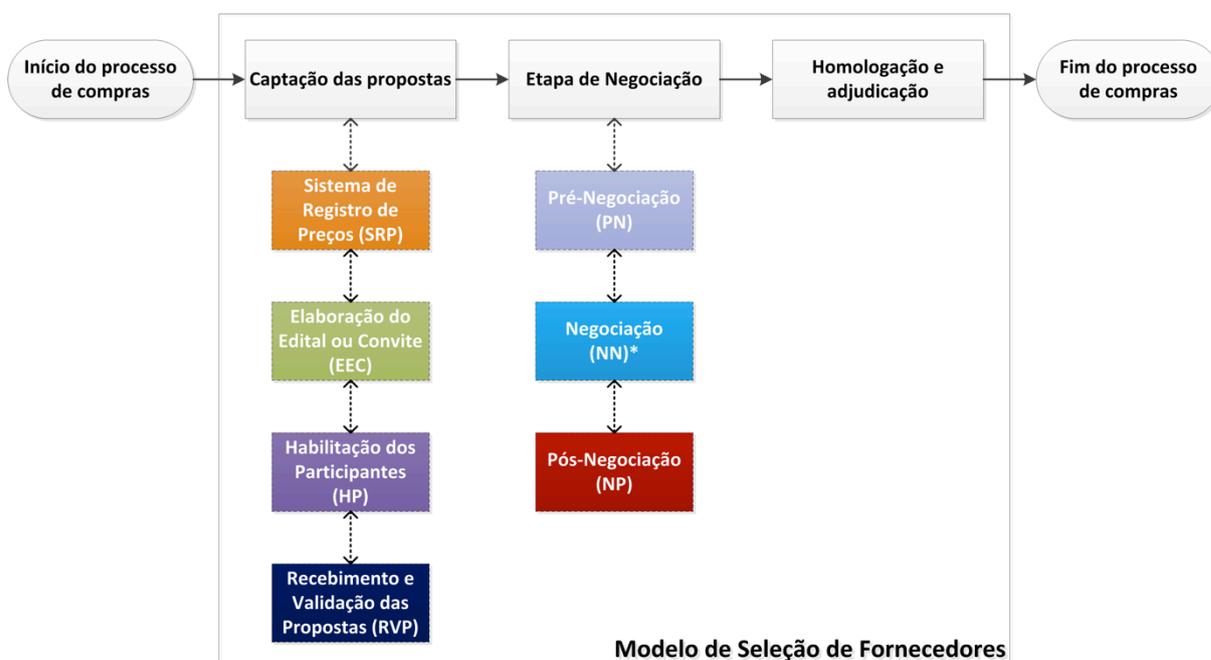
Portanto, através dos estudos realizados no capítulo foi possível construir um embasamento científico para o desenvolvimento de um modelo para seleção de fornecedores

que fosse capaz de apoiar a seleção de fornecedores nas compras públicas, cujo contexto exigisse a participação de múltiplos fornecedores e uma negociação sobre múltiplos aspectos.

3 O MODELO DE SELEÇÃO DE FORNECEDORES PROPOSTO

O modelo de seleção de fornecedores proposto visa estruturar o processo de compras de bens para administração pública envolvendo processos licitatórios ou não. A estruturação contempla a organização do processo de compras em fluxos de atividades, com base na Lei nº 8.666, a qual é considerada como a regra geral para se licitar. Além disso, o modelo de seleção de fornecedores estabelece uma etapa dedicada ao processo de negociação propriamente dito, onde é proposto um modelo de apoio à negociação multilateral e multiaspecto que garanta ganhos mútuos máximos. O modelo de apoio à negociação é apresentado no Capítulo 4.

A etapa de negociação do modelo de seleção de fornecedores permite que a decisão de compra leve em consideração, além do critério preço, diferentes aspectos, tais como aqueles já previstos na legislação, a saber, especificações técnicas, desempenho, condições de manutenção, assistência técnica e garantia. Esta característica aliada a estratégia de ganhos mútuos máximos adotada pelo modelo resulta em um melhor desempenho para a compra, tanto sob o ponto de vista do preço quanto sob os demais aspectos envolvidos. A Figura 3.1 apresenta o fluxograma do modelo de seleção de fornecedores proposto para a compra de bens realizada pela administração pública.



* Modelo de apoio à negociação apresentado detalhadamente no Capítulo 4.

Figura 3.1 – Fluxograma do modelo de seleção de fornecedores

O fluxo de atividades apresentado na Figura 3.1 instrui o processo de compra de bens, através de uma modalidade de licitação (concorrência, tomada de preço ou convite) ou não. Inicialmente, as atividades visam a captação de proposta(s) do(s) fornecedor(es) que atenda(m) aos requisitos previstos em lei. Em seguida, o fluxo de atividades visa apoiar a negociação entre comprador e fornecedor(es) para que as partes atinjam resultados ganha-ganha no processo de compra de bens. Por fim, o fluxo tem a finalidade de homologar e adjudicar a seleção daquele fornecedor que ofereceu o melhor desempenho no processo de negociação.

3.1 A lei de licitações

A Lei nº 8.666 (Brasil, 1993) estabelece normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras, serviços, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Uma obra diz respeito a toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta; um serviço é qualquer atividade destinada a obter determinada utilidade de interesse para a Administração; a compra corresponde à aquisição remunerada de bens para fornecimento de uma só vez ou parceladamente; e alienação é toda transferência de domínio de bens a terceiros.

As modalidades de licitação existentes para a compra de bens são (i) concorrência; (ii) tomadas de preço; e (iii) convite. O tipo de licitação é determinado em função do valor estimado da contratação: atualmente, a modalidade convite é realizada para compras de até R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais); a modalidade tomada de preços é realizada para compras de até R\$ 650.000,00 (seiscentos e cinquenta mil reais); acima disso, realiza-se a modalidade concorrência. A licitação não é exigida nas compras, cujo valor estimado do contrato seja inferior a um valor de referência adotado e nos casos previstos na lei, onde a licitação é dispensável ou inexigível. Atualmente, o valor de referência é R\$ 16.000,00 (dezesesseis mil reais) quando o contratante é consórcios públicos, sociedade de economia mista, empresa pública, autarquia ou fundação qualificadas; para os demais contratantes da administração pública, o valor de referência atual é de R\$ 8.000,00 (oito mil reais).

A principal diferença entre essas modalidades é a amplitude da participação dos interessados, que aumenta a medida que os valores envolvidos na contratação aumentam, impactando diretamente a fase de habilitação, onde são verificadas as condições mínimas exigidas para os participantes. A concorrência é realizada com ampla publicidade para

assegurar a participação de quaisquer interessados que preencham os requisitos previstos em edital. A tomada de preço é realizada entre interessados previamente cadastrados ou que preencham os requisitos para cadastramento até o terceiro dia anterior à data do recebimento das propostas, observada a necessária qualificação. O convite de licitação entre, no mínimo, três interessados do ramo pertinente a seu objeto, cadastrados ou não, escolhidos e convidados pela unidade administrativa, e da qual podem participar também aqueles que, não sendo convidados, estiverem cadastrados na correspondente especialidade e manifestarem seu interesse com antecedência de vinte e quatro horas da apresentação das propostas; é a única modalidade de licitação em que a lei não exige publicação de edital.

A Lei nº 8.666 (Brasil, 1993) determina que licitações e contratos realizados levem em consideração especificações técnicas, desempenho, condições de manutenção, assistência técnica e garantia oferecidas para o bem adquirido. No entanto, a observância do princípio da isonomia e a tentativa de obter a proposta mais vantajosa para administração induz o processo de aquisição a adotar uma abordagem de negociação com fornecedores, onde o critério preço é o único fator tratado. A consequência disso é o comprometimento do resultado da negociação, visto que aspectos importantes, que interferem diretamente a decisão da compra de um bem, não são levados em consideração.

A lei também estabelece o caráter público dos processos licitatórios, de modo que qualquer cidadão possa acompanhar o processo, endossado pela Lei nº 12.527 de 18 de novembro de 2011 (Brasil, 2011), que regula o acesso a informações públicas previsto na Constituição Federal do Brasil (Brasil, 1998). No entanto, o efetivo acompanhamento por parte da população requer a devida estruturação e padronização dos processos licitatórios, de modo que qualquer cidadão comum possa compreender as etapas envolvidas no processo e as atividades realizadas em cada uma delas, de acordo com a lei de licitações.

3.2 Captação de Propostas

As atividades que compõem a captação de propostas podem ser divididas conforme o fluxograma apresentado na Figura 3.2.

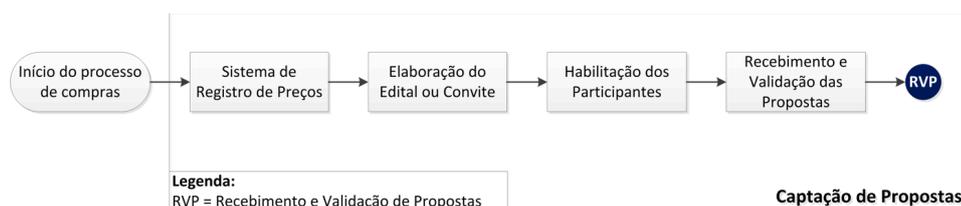


Figura 3.2 – Fluxograma da captação de propostas

A Figura 3.3 apresenta o fluxograma das atividades para caracterizar o objeto da compra e para estimar o valor do contrato, cujo conjunto de atividades é chamado de Sistema de Registro de Preços (SRP).

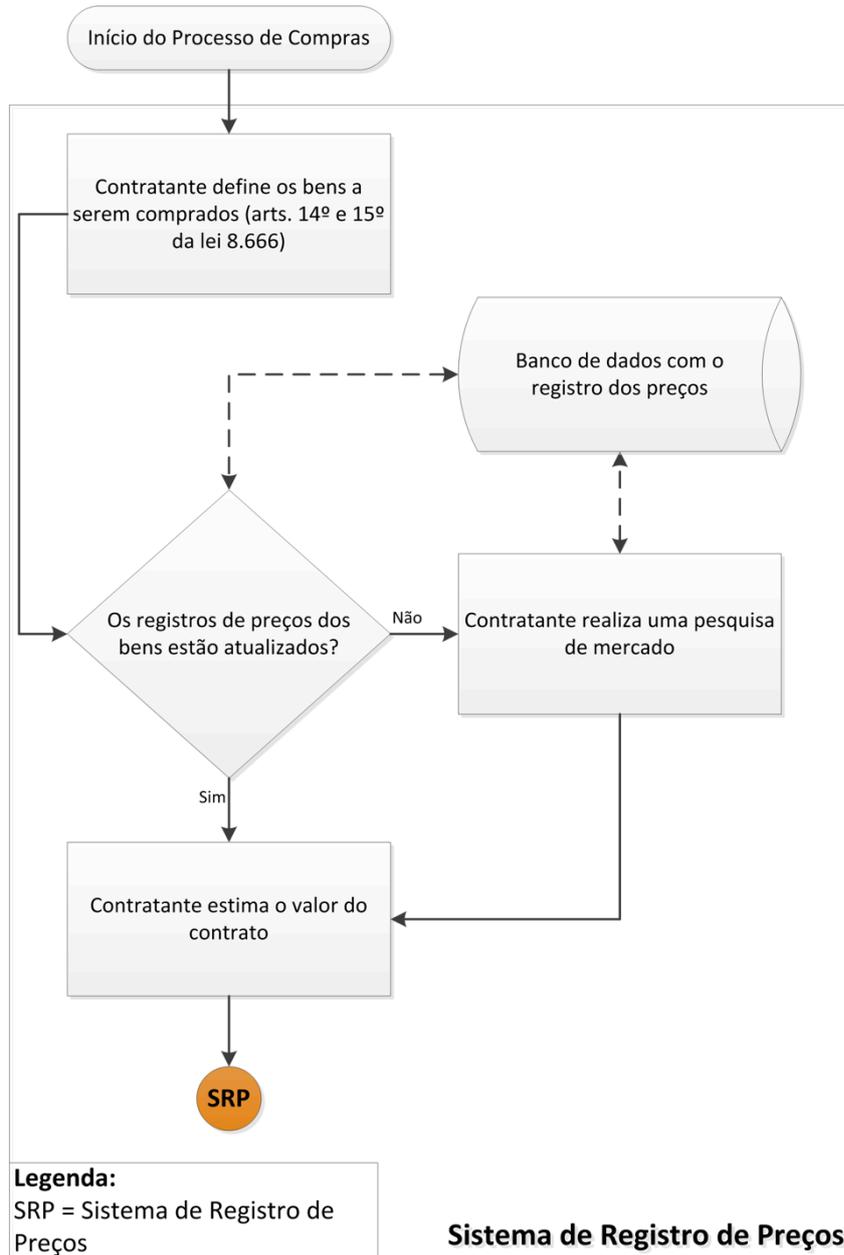


Figura 3.3 – Fluxograma das atividades referentes ao Sistema de Registro de Preços

A Figura 3.4 apresenta o fluxograma das atividades para definir a modalidade de licitação, a dispensa ou a inexigibilidade dela e das atividades para estabelecer o edital ou o convite que irão regular o processo, bem como os critérios de avaliação dos participantes, cujo conjunto de atividades é chamado de Elaboração do Edital ou Convite (EEC).

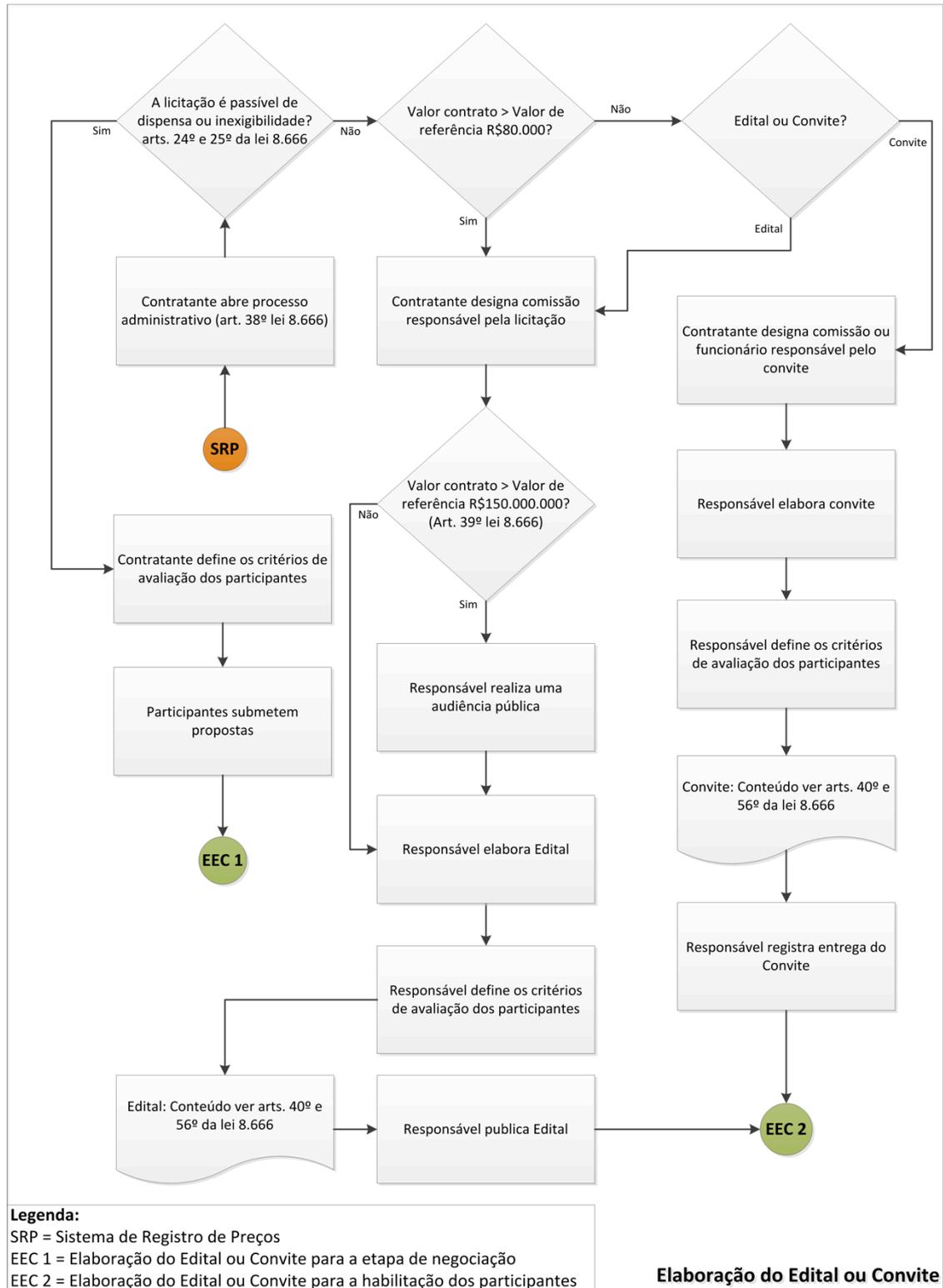


Figura 3.4 – Fluxograma das atividades referentes a Elaboração do Edital ou Convite

A Figura 3.5 apresenta o fluxograma das atividades para habilitar os participantes no processo licitatório, cujo conjunto de atividades é chamado de Habilitação dos Participantes (HP).

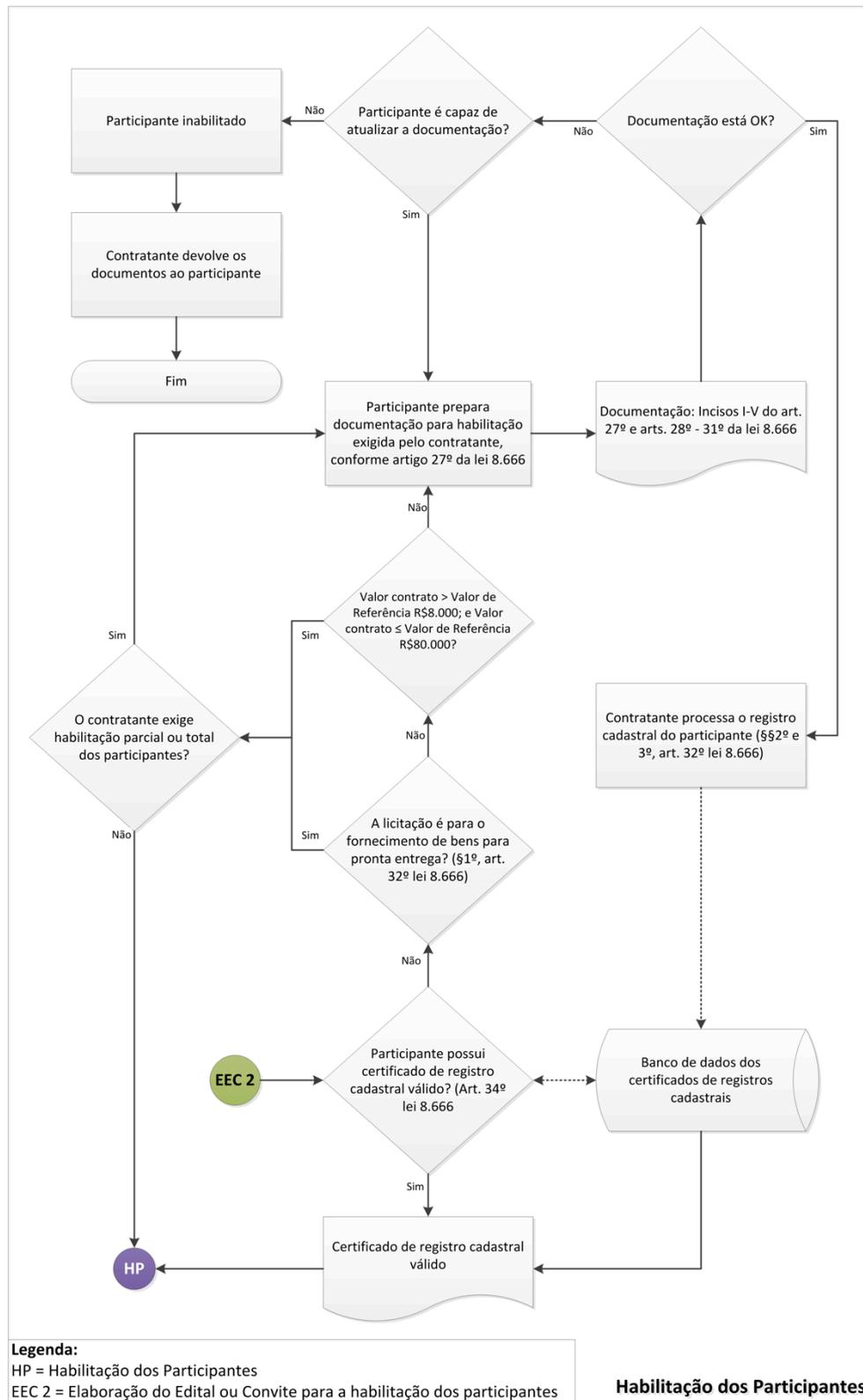


Figura 3.5 – Fluxograma das atividades referentes a Habilitação dos Participantes

A Figura 3.6 apresenta o fluxograma das atividades para: elaboração da proposta por parte dos participantes, levando-se em consideração todos os critérios envolvidos no processo; submissão do envelope contendo a proposta; e validação das propostas submetidas pelos

fornecedores. Este conjunto de atividades é chamado de Recebimento e Validação de Propostas (RVP).

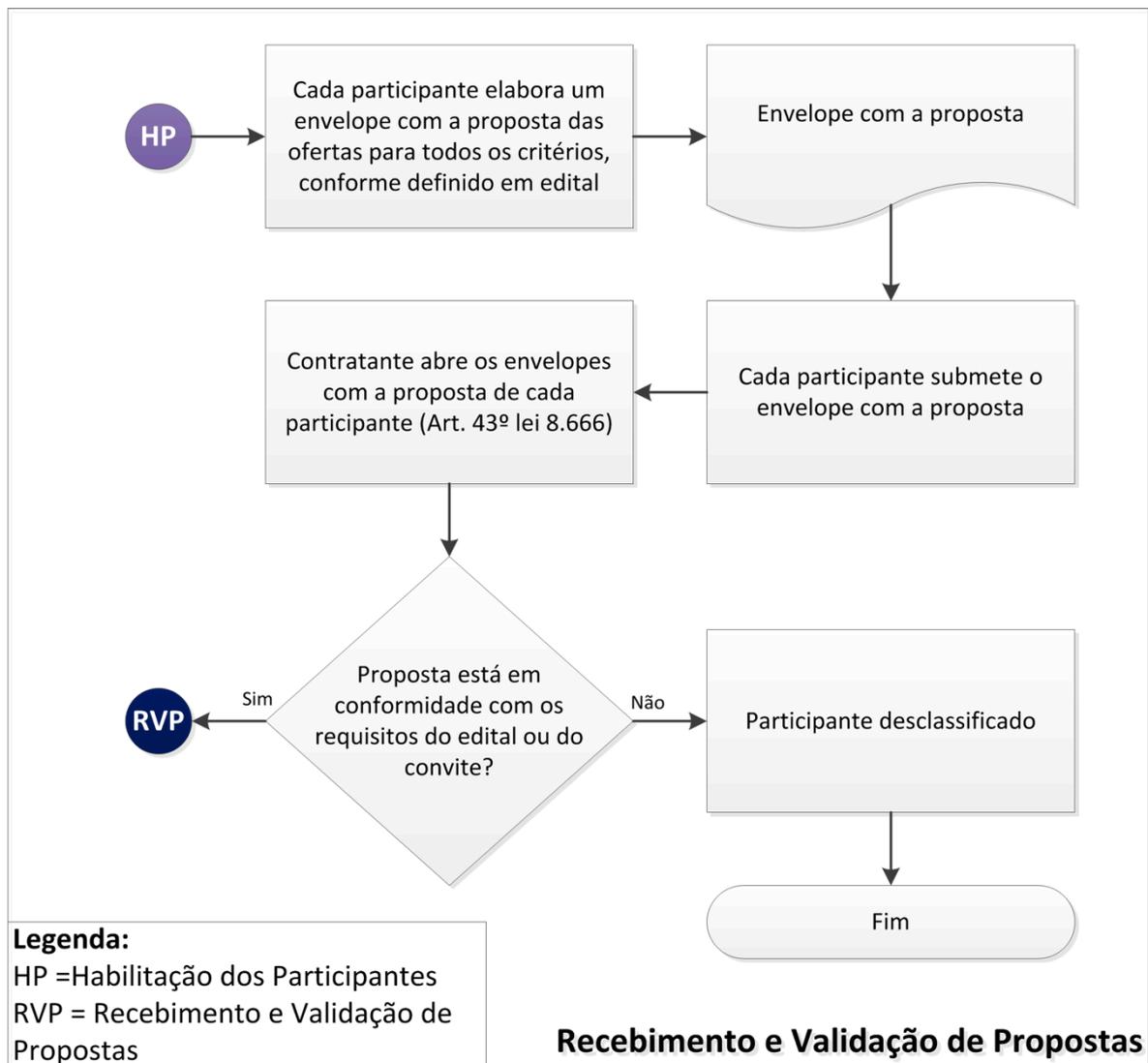


Figura 3.6 – Fluxograma das atividades referentes ao Recebimento e Validação de Propostas

3.3 Etapa de Negociação

Após a validação das propostas, parte-se para o processo de negociação com os fornecedores individualmente. Nesse momento, aparece a figura de um mediador inteligente. O mediador inteligente pode ser um indivíduo ou um programa de computador denominado agente de *software*. A figura do mediador irá intervir no processo, de forma imparcial, no intuito de apoiar a busca por uma solução de acordo com a estratégia de negociação definida para o modelo. O mediador será o único a ter as informações tanto do contratante quanto do(s) fornecedor(es). Segundo Zhang *et al.* (2011), nas negociações multiaspecto, os negociadores

são frequentemente confrontados com decisões difíceis, que não podem ser feitas usando uma estratégia racional. Para eles, um obstáculo pode surgir quando os negociadores se recusarem a fazer uma oferta: o vendedor pode não estar disposto a ser o primeiro a fazer uma oferta com receio de perder alguma vantagem para o comprador e vice-versa. Sob estas circunstâncias, a mediação é necessária.

A Etapa de Negociação (EN) envolve um processo de negociação multilateral e multiaspecto, que é dividido em três atividades principais: (i) Pré-Negociação (PN); (ii) Negociação (NN); e (iii) Pós-Negociação (NP) (Figura 3.7).

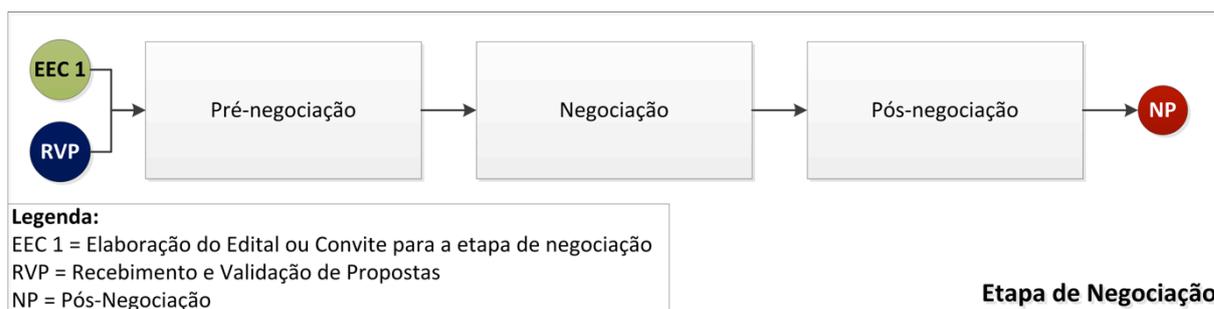


Figura 3.7 – Fluxograma geral da etapa de negociação

Na atividade de pré-negociação, o contratante irá informar ao mediador os aspectos (critérios) que foram considerados para a aquisição do bem negociado; em seguida, serão estabelecidos os intervalos, nos quais o contratante é passível de negociar em cada um dos aspectos considerados, de acordo com os interesses do órgão, entidade ou unidade a qual ele está representando; por fim, as propostas, submetidas pelos fornecedores, são avaliadas pelo mediador, a fim de determinar quais delas viabilizam uma negociação com o contratante, com base nas informações fornecidas por ele. Na atividade de negociação, cada par viável comprador-fornecedor i ($i = 1, 2, \dots, m$), onde m é o número de fornecedores, realiza uma negociação apoiada por um modelo de apoio à negociação estruturado, que leva em consideração diferentes aspectos e cuja estratégia de negociação é a obtenção de ganhos mútuos máximos. A atividade de pós-negociação é destinada à construção do *ranking* de fornecedores, à resolução de possíveis conflitos e à assinatura do contrato entre comprador e o fornecedor classificado na etapa de negociação; nesta etapa, o resultado da negociação, juntamente com um cronograma de fornecimento, é formalmente divulgado.

3.3.1 Pré-negociação

Na atividade de pré-negociação ocorre a preparação para a etapa de negociação propriamente dita. Primeiramente, ocorre a interação do mediador com o comprador (contratante); em seguida, a interação é realizada com cada fornecedor i , individualmente; por fim, ocorre a avaliação de viabilidade da negociação com cada par comprador-fornecedor i (Figura 3.8).

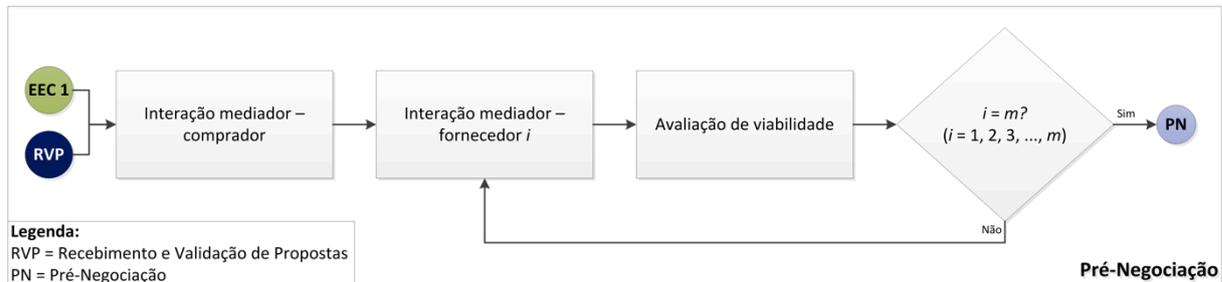


Figura 3.8 – Fluxograma da pré-negociação

Interação mediador-comprador

Na interação com o comprador, este irá informar ao mediador quais são os aspectos que estão sendo levados em consideração para a compra do bem, que está sendo apoiada pelo modelo de seleção de fornecedores. Para cada um dos n aspectos informados, o comprador deve fornecer uma descrição de modo que todos os envolvidos na negociação entendam o significado de cada aspecto. Além disso, ele deve classificar o aspecto, de acordo com o objetivo dele naquele aspecto: maximização (max) ou minimização (min); um aspecto é dito de maximização quando um valor maior for preferível a um valor menor e é dito de minimização quando um valor menor for preferível a um valor maior; por exemplo, o aspecto preço, do ponto de vista do comprador, é de minimização, pois um valor menor é sempre preferível a um valor maior, porém, do ponto de vista do vendedor, este aspecto é de maximização. Os aspectos e suas respectivas descrições e objetivos ficam registrados no modelo de seleção de fornecedores para consulta por interessados na negociação. Um exemplo de formulário para registrar essa descrição é dado na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Exemplo de aspecto e suas respectivas descrição, escala de avaliação e objetivo para as partes

Aspecto	Descrição	Escala de Avaliação	Objetivo
Preço Unitário	Corresponde ao valor monetário do produto.	R\$ por unidade de medida do material	Comprador: min Fornecedor: max

Em seguida, o comprador será auxiliado pelo mediador na definição dos intervalos, nos quais o comprador é passível de negociar.

O melhor e o pior acordo para um dado aspecto são valores de referência usados para definir o intervalo de negociação aceitável pelo negociador em cada aspecto considerado. O valor b_j^+ é a melhor oferta para o comprador no aspecto j ($j = 1, 2, \dots, n$) e b_j^- é a pior oferta para o comprador no aspecto j ; os valores s_{ij}^+ e s_{ij}^- correspondem a melhor e pior ofertas para o vendedor (fornecedor) i ($i = 1, 2, \dots, m$) no aspecto j .

Quando um aspecto é de maximização para uma das partes (comprador ou fornecedor), o pior acordo é um valor abaixo do qual ela não aceita negociar e o melhor acordo é um valor acima do qual qualquer oferta é considerada muito boa de acordo com a preferência da parte. Quando um aspecto é de minimização, o pior acordo é um valor acima do qual a parte não aceita negociar e o melhor acordo é um valor abaixo do qual qualquer oferta é considerada muito boa.

As informações fornecidas pelo comprador ficam registradas no modelo de seleção de fornecedores, porém não são acessíveis aos fornecedores, pois o ato de revelar informações do comprador a pelo menos um dos fornecedores poderá afetar o princípio cooperativo da negociação, preceito básico que deve ser atendido para se ter um resultado ganha-ganha na negociação. Um exemplo desse registro é dado na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Exemplo de formulário para registrar os valores de referência do comprador em cada aspecto

Parte	Aspecto 1	Aspecto 2	...	Aspecto n
Comprador	b_1^+	b_2^+	...	b_n^+
	b_1^-	b_2^-	...	b_n^-

Com estes valores, o mediador irá determinar a região, na qual o comprador admite uma negociação. Esta região é chamada de região de acordo para o comprador (D_b). A Figura 3.9 mostra um exemplo de uma região de acordo para uma negociação de compra de um bem, envolvendo dois aspectos, preço (minimização) e tempo da garantia (maximização).

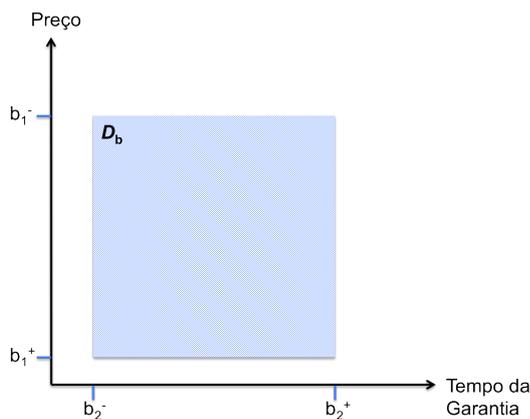


Figura 3.9 – Exemplo de uma região de acordo do comprador envolvendo dois aspectos

Finalizado a interação com o comprador, iniciam-se os estágios de interação com cada fornecedor habilitado.

Interação mediador-fornecedor

A interação mediador-fornecedor ocorrerá com cada participante, que tenha entregue uma proposta válida para o processo de compra a ser realizada pela administração pública, cumprindo o que está estabelecido nos fluxogramas de atividades apresentados nas Figura 3.3, Figura 3.4, Figura 3.5 e Figura 3.6. O objetivo é identificar dentre os fornecedores com ofertas válidas quais deles podem viabilizar o processo de negociação, com base nos intervalos de negociação admissíveis pelo comprador, os quais foram definidos na interação mediador-comprador.

As propostas, submetidas pelos fornecedores, são avaliadas pelo mediador, a fim de determinar quais delas viabilizam uma negociação com o contratante, com base nas informações fornecidas por ele. As informações fornecidas pelo fornecedor são registradas no modelo de seleção de fornecedores. Um exemplo deste registro é dado na Tabela 3.3.

Tabela 3.3 – Exemplo de formulário para registrar os valores de referência dos fornecedores em cada aspecto

Parte	Aspecto 1	Aspecto 2	...	Aspecto n
Fornecedor 1	s_{11}^+	s_{12}^+	...	s_{1n}^+
	s_{11}^-	s_{12}^-	...	s_{1n}^-
Fornecedor 2	s_{21}^+	s_{22}^+	...	s_{2n}^+
	s_{21}^-	s_{22}^-	...	s_{2n}^-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Fornecedor m	s_{m1}^+	s_{m2}^+	...	s_{mn}^+
	s_{m1}^-	s_{m2}^-	...	s_{mn}^-

Com estes valores, o mediador irá determinar a região, na qual o fornecedor admite uma negociação. Esta região é chamada de região de acordo para o fornecedor s_i (D_{s_i}). A Figura 3.10 mostra a região de acordo para o fornecedor para uma negociação de compra de um bem, envolvendo dois aspectos, preço e tempo da garantia; do ponto de visto do fornecedor, preço é critério de maximização e tempo da garantia é critério de minimização.

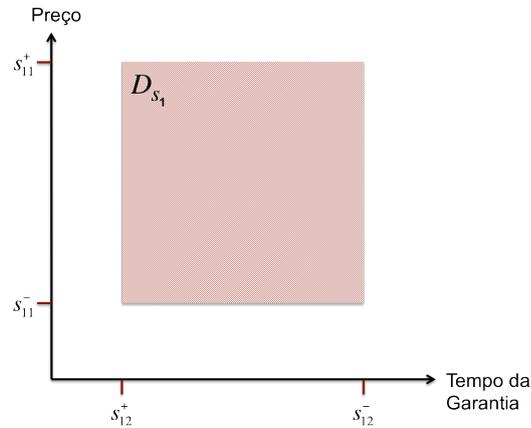


Figura 3.10 – Exemplo de uma região de acordo do fornecedor ($i = 1$) envolvendo dois aspectos

Avaliação de viabilidade

Na avaliação de viabilidade, o mediador irá avaliar os pares comprador-fornecedor i que podem negociar, com base nas informações sobre as regiões de negociação admissíveis informadas pelo comprador e pelo fornecedor i , através dos parâmetros melhores e piores acordos, $(b_j^+, b_j^-, s_{ij}^+ e s_{ij}^-$ com $i = 1, 2, \dots, m$ e $j = 1, 2, \dots, n$).

O objetivo é identificar uma região de ofertas, denominada de *ACCEPT*, onde é possível realizar a negociação entre o comprador e fornecedor, com base nas informações fornecidas por ambos. *ACCEPT* é uma região n dimensional (n é o número de aspectos), na qual o mediador pode formular os pacotes completos de ofertas de acordo com os valores das ofertas permitidas pelas duas partes, as quais são representadas pelas regiões D_b e D_{s_i} . Matematicamente, $ACCEPT = D_b \cap D_{s_i}$, representado na Figura 3.11.

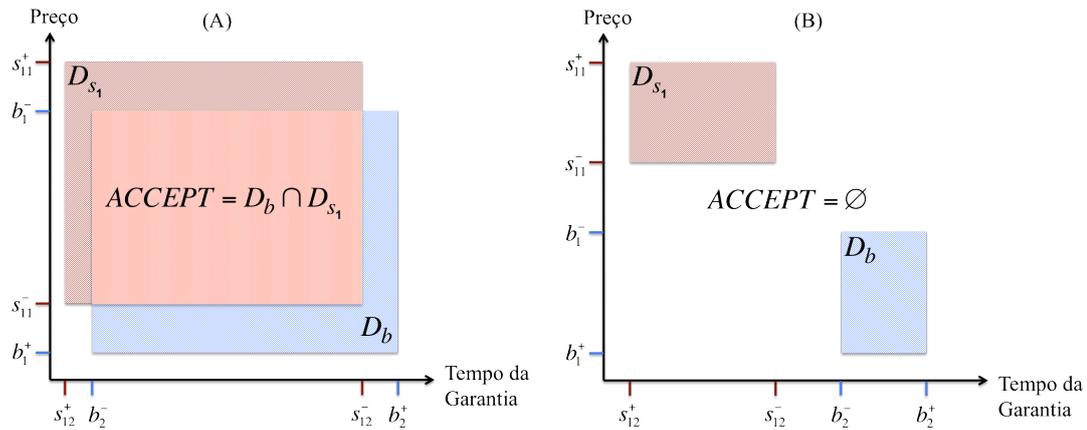


Figura 3.11 – Gráficos representando ACCEPT

Para cada aspecto, a viabilidade da negociação entre o par comprador-fornecedor i é avaliada conforme descrito na Tabela 3.4. A avaliação é realizada com cada fornecedor i individualmente, porém o índice i será suprimido para tornar a notação mais simples.

Tabela 3.4 – Avaliação da viabilidade entre o par comprador-fornecedor

Casos	Objetivo		Teste	Avaliação
	b	s		
I	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- < s_j^- < b_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ $ACCEPT \neq \emptyset$	Viável
II	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- < s_j^- < b_j^+ (j = 1, \dots, n)$ $ACCEPT \neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
III	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- = s_j^- < b_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ $ACCEPT \neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 1
IV	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- = s_j^- < b_j^+ (j = 1, \dots, n)$ $ACCEPT \neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 1
V	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- < b_j^+ < s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ $ACCEPT \neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
VI	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- < b_j^+ < s_j^- (j = 1, \dots, n)$ $ACCEPT \neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
VII	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- < b_j^+ = s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ $ACCEPT \neq \emptyset$	Viável
VIII	Max	Min	$s_j^+ < b_j^- < b_j^+ = s_j^- (j = 1, \dots, n)$ $ACCEPT \neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
IX	Max	Min	$s_j^+ = b_j^- < s_j^- < b_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ $ACCEPT \neq \emptyset$	Viável

Tabela 3.4 – Avaliação da viabilidade entre o par comprador-fornecedor (continuação)

Casos	Objetivo		Teste	Avaliação
	b	s		
X	Max	Min	$s_j^+ = b_j^- < s_j^- < b_j^+ (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
XI	Max	Min	$b_j^- = s_j^+ < b_j^+ < s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XII	Max	Min	$b_j^- = s_j^+ < b_j^+ < s_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XIII	Max	Min	$b_j^- < s_j^+ < s_j^- < b_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XIV	Max	Min	$b_j^- < s_j^+ < s_j^- < b_j^+ (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XV	Max	Min	$b_j^- < s_j^+ < b_j^+ = s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XVI	Max	Min	$b_j^- < s_j^+ < b_j^+ = s_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XVII	Max	Min	$b_j^- = s_j^+ < b_j^+ = s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável
XVIII	Max	Min	$b_j^- = s_j^+ < b_j^+ = s_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
XIX	Max	Min	$b_j^- < s_j^+ < b_j^+ < s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XX	Max	Min	$b_j^- < s_j^+ < b_j^+ < s_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XXI	Max	Min	$b_j^- > s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT = \emptyset	Inviável
XXII	Max	Min	$b_j^- > s_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Inviável com restrição
XXIII	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- < b_j^- < s_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável
XXIV	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- < b_j^- < s_j^+ (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
XXV	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- = b_j^- < s_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 1
XXVI	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- = b_j^- < s_j^+ (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 1
XXVII	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- < s_j^+ < b_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XXVIII	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- < s_j^+ < b_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XXIX	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- < s_j^+ = b_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável

Tabela 3.4 – Avaliação da viabilidade entre o par comprador-fornecedor (continuação)

Casos	Objetivo		Teste	Avaliação
	b	s		
XXX	Min	Max	$b_j^+ < s_j^- < s_j^+ = b_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
XXXI	Min	Max	$b_j^+ = s_j^- < b_j^- < s_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável
XXXII	Min	Max	$b_j^+ = s_j^- < b_j^- < s_j^+ (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
XXXIII	Min	Max	$s_j^- = b_j^+ < s_j^+ < b_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XXXIV	Min	Max	$s_j^- = b_j^+ < s_j^+ < b_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XXXV	Min	Max	$s_j^- < b_j^+ < b_j^- < s_j^+ \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XXXVI	Min	Max	$s_j^- < b_j^+ < b_j^- < s_j^+ (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XXXVII	Min	Max	$s_j^- < b_j^+ < s_j^+ = b_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XXXVIII	Min	Max	$s_j^- < b_j^+ < s_j^+ = b_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XXXIX	Min	Max	$b_j^- = s_j^+ < b_j^+ = s_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável
XL	Min	Max	$b_j^- = s_j^+ < b_j^+ = s_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável
XLI	Min	Max	$s_j^- < b_j^+ < s_j^+ < b_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT $\neq \emptyset$	Viável com restrição tipo 2
XLII	Min	Max	$s_j^- < b_j^+ < s_j^+ < b_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Viável com restrição tipo 2
XLIII	Min	Max	$s_j^- > b_j^- \forall j = 1, \dots, n$ ACCEPT = \emptyset	Inviável
XLIV	Min	Max	$s_j^- > b_j^- (j = 1, \dots, n)$ ACCEPT $\neq \emptyset$ (se não acontecer com todos)	Inviável com restrição

Com esses testes será possível melhorar a organização das informações prestadas individualmente pelos negociadores e será possível atribuir a um mediador inteligente a capacidade de organizar os dados para a realização da simulação da dança dos pacotes completos. Esses testes permitem ao mediador ajustar algumas situações

Os casos considerados viáveis apresentam as condições necessárias para a realização da simulação da dança dos pacotes completos proposta no modelo de apoio à negociação.

A restrição tipo 1, para os casos nos quais a negociação é viável, é a situação em que não há barganha no aspecto j , visto que só há um único acordo possível neste(s) aspecto(s). Por exemplo, nos casos III e IV da Tabela 3.4, o valor de referência b_j^- é igual a s_j^- , portanto, não há barganha no(s) aspecto(s). Neste caso, o mediador solicitará ao comprador que reveja o valor b_j^- ; se ele concordar em alterar, então, a negociação pode passar para o caso I, por exemplo. Caso contrário, o valor do aspecto deverá ser o mesmo durante o procedimento de simulação, porém, se isso acontecer para todos os aspectos (Caso III, por exemplo), a situação é praticamente inviável. Nesta situação, caso o comprador não concorde em alterar os valores de b_j^- , então, o fornecedor terá apenas um único pacote completo de ofertas.

Nos casos inviáveis, não é possível realizar a simulação da dança dos pacotes completos estabelecida no modelo de apoio à negociação. A negociação inviável com restrição é a situação em que a inviabilidade ocorre em apenas alguns aspectos tal como o Caso XXII, e não em todos como na situação de inviabilidade representada no Caso XXI. Este tipo de inviabilidade pode ser resolvida. O mediador irá solicitar ao comprador que reveja estes valores; caso ele não concorde em alterá-los, não haverá acordo viável nesses aspectos. Caso o comprador concorde em mudar os valores, a mudança deve valer para todos os fornecedores.

A restrição tipo 2, para os casos nos quais a negociação é viável, é a situação em que é possível alterar o(s) valor(es) de oferta(s) de uma das partes, visando beneficiá-la na negociação, sem que a outra parte seja prejudicada. Ao realizar a alteração, a situação passa a ser viável. Por exemplo, nos casos V, VI, XI e XII, a oferta b_j^+ deve ser alterada para $b_j^+ = s_j^-$; observe que o comprador será beneficiado, pois seu valor máximo será aumentado, o que é bom para ele, visto que trata-se de um aspecto de maximização; no entanto, do ponto de vista do fornecedor, a situação permanece a mesma. Nos casos XIII, XIV, XV e XVI, a oferta s_j^+ deve ser alterada para $s_j^+ = b_j^-$; observe que nestes casos, o beneficiado é o fornecedor, enquanto que o comprador tem sua situação inalterada. Nos casos XIX e XX, a alteração deve ser feita para ambas as partes ($b_j^+ = s_j^-$ e $s_j^+ = b_j^-$). Observe que em todas esses casos a margem de barganha da negociação é aumentada sem prejudicar as partes. Essas situações geralmente ocorrem quando uma das partes subestima o pior valor de referência da outra parte.

A partir do caso XXIII o que vai mudar na análise é que o objetivo do comprador passa a ser minimizar o aspecto, enquanto que o fornecedor deseja a maximização.

3.3.2 Negociação

A negociação propriamente dita irá ocorrer individualmente com todos os fornecedores que tenham apresentado ofertas consideradas viáveis, conforme análise de viabilidade ocorrida na fase de pré-negociação. A viabilidade é necessária para realização do procedimento de simulação através da dança dos pacotes completos de ofertas, que é proposto no modelo de apoio à negociação abordado no Capítulo 4.

No Capítulo 4 está definido um modelo de apoio à negociação bilateral e multiaspecto que deve ser aplicado com todos os fornecedores. Neste modelo de apoio à negociação, as negociações apresentam as seguintes características:

- Duas partes negociando – comprador e fornecedor;
- As partes são monolíticas;
- A negociação pode ser repetitiva; no entanto, é assumido que não há efeitos de ligação, isto é, os resultados de uma negociação não incidirão sobre a outra;
- Há mais de um aspecto a ser negociado;
- Um acordo é necessário, ou seja, a empresa chegará a um acordo com um fornecedor de cada material;
- Não há a necessidade de ratificação;
- Ameaças não são possíveis;
- Há restrição de tempo ou custos relacionados ao tempo; no entanto, essas restrições não irão influenciar na estratégia de negociação adotada para o modelo de apoio à negociação;
- Um contrato é obrigatório;
- As negociações não são privadas, isto é, as partes divulgarão informações da negociação com a população que está sendo afetada pelo processo;
- As duas partes são consideradas parceiros totalmente cooperativos;
- Existirá a presença de um mediador no processo de negociação.

Para cada par comprador-fornecedor, o modelo de apoio à negociação irá encontrar o melhor resultado conjunto, denominado solução multiaspecto Pareto-eficiente ótima, e irá identificar o pacote de ofertas correspondente.

3.3.3 Pós-Negociação

A etapa de pós-negociação é destinada à construção do *ranking* de fornecedores e a resolução de possíveis conflitos entre o par comprador-fornecedor classificado. A etapa de pós-negociação está dividida em três atividades principais: (i) *ranking* de fornecedores; (ii) resolução de conflitos; (ii) formalização do pacote de ofertas vencedor; e (iii) divulgação do resultado e do cronograma de fornecimento (Figura 3.12).

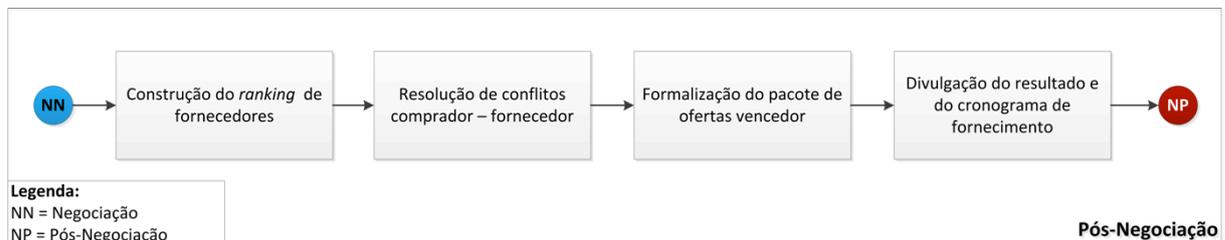


Figura 3.12 – Fluxograma da pós-negociação

Com os dados consolidados das simulações realizadas é construído um *ranking* de fornecedores que deve ser baseado nos melhores resultados individuais obtidos pelo comprador. O fornecedor, cuja simulação resultou no melhor resultado para o comprador, terá prioridade na assinatura do contrato.

Um possível conflito pode decorrer de um empate nos melhores resultados para o comprador em diferentes negociações comprador-fornecedor. Neste caso, o mediador deverá adotar como critério de desempate o melhor desempenho relacionado ao aspecto “preço da mercadoria” sob o ponto de vista do comprador, ou seja, aquela negociação que apresentou o menor preço será a vencedora. Permanecendo o empate, o mediador poderá solicitar que os fornecedores empatados submetam uma contraproposta melhor do que a atual.

Outro possível conflito pode decorrer da não aceitação do pacote de ofertas proposto pelo modelo de apoio à negociação, por parte do fornecedor classificado. Nestes casos, o mediador irá interagir com ele, explicando que o pacote proposto pelo modelo de apoio à negociação se encontra dentro da região de aceitação submetida por ele durante as atividades de Recebimentos e Validação de Propostas (Figura 3.6). Se mesmo assim o fornecedor não aceitar o acordo proposto, então, o mediador irá perguntar se ele possui alguma contraproposta a oferecer. Se não houver contraproposta, ele é desclassificado. Se houver contraproposta, ela será comparada à proposta associada ao fornecedor situado na posição seguinte do *ranking*, a qual também foi obtida pelo modelo de apoio à negociação. Se a contraproposta for melhor que a do fornecedor seguinte, a negociação é encerrada com este

fornecedor; caso contrário, ele é desclassificado. Com a desclassificação, o fornecedor da posição seguinte é classificado. A desclassificação será caracterizada como uma desistência e deverá ser formalizada pela parte.

Após a resolução de possíveis conflitos, o fornecedor classificado irá formalizar o compromisso em atender o desempenho definido para os aspectos em conformidade com o melhor pacote de ofertas indicado para ele pelo modelo de apoio à negociação. Para isto, será realizada a assinatura de um contrato entre o comprador e o fornecedor.

Por fim, o resultado da negociação, juntamente com um cronograma de fornecimento, serão formalmente divulgados.

3.4 Homologação e Adjudicação

Após a assinatura do contrato com o fornecedor selecionado, o processo de compra é finalizado através das atividades de homologação e adjudicação. A Figura 3.13 apresenta o fluxograma das atividades de Homologação e Adjudicação (HA).

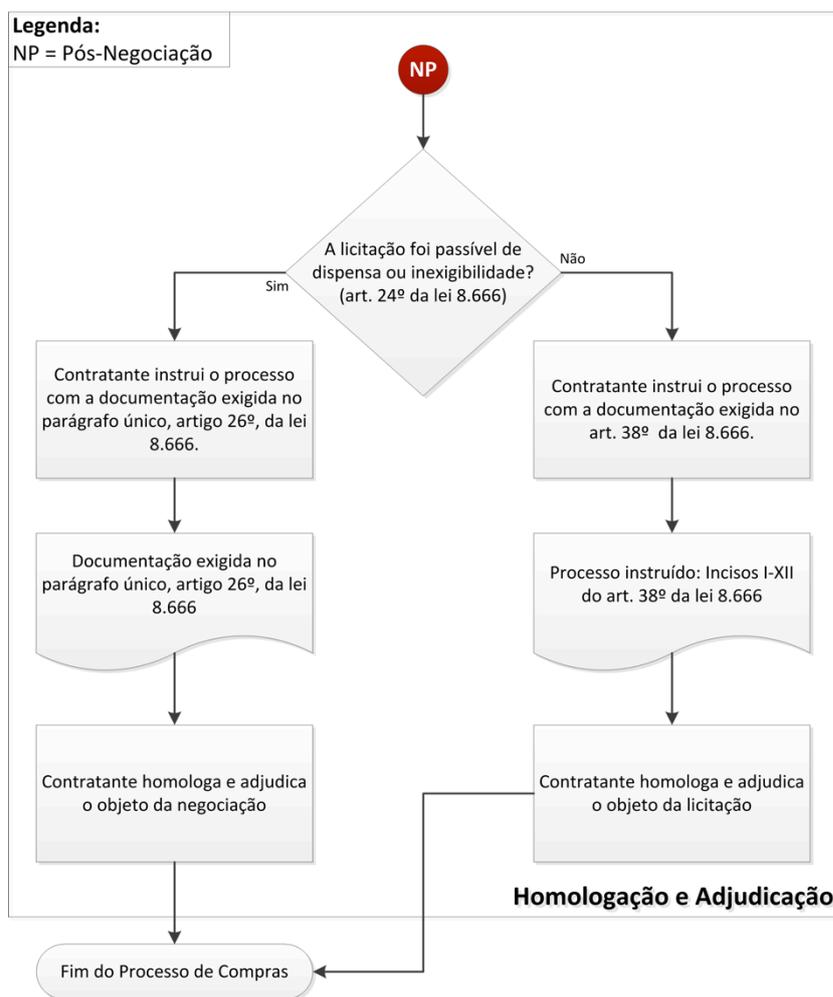


Figura 3.13 – Fluxograma das atividades referente a Homologação e Adjudicação da compra

3.5 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo foi apresentado o modelo de seleção de fornecedores elaborado para apoiar o processo de compras de bens envolvendo processos licitatórios ou não. O modelo de seleção de fornecedores se baseia na legislação brasileira de licitação para estruturação do processo de compras em três atividades principais: captação de propostas, etapa de negociação e homologação e adjudicação da compra.

O processo de captação de propostas objetiva: (i) estruturar o sistema de registro de preços; (ii) elaborar o instrumento que irá regular o processo licitatório, cujas denominações podem ser edital ou convite, dependendo das características inerentes ao processo; (iii) descrever as atividades necessárias para os fornecedores se habilitarem no processo licitatório de acordo com as características da compra e de acordo com os requisitos definidos no edital ou convite; e (iv) receber e validar as propostas submetidas pelos fornecedores.

Na etapa de negociação foi proposto um processo de negociação multilateral e multiaspecto, o qual é dividido em três atividades principais: (i) Pré-Negociação; (ii) Negociação; e (iii) Pós-Negociação. Na pré-negociação, as propostas submetidas pelos fornecedores são avaliadas a fim de determinar quais delas viabilizam uma negociação com o contratante. Na atividade de negociação é realizada uma negociação com cada par viável comprador-fornecedor, que é apoiada pelo modelo de apoio à negociação apresentado no próximo capítulo. A pós-negociação é destinada à construção do *ranking* final dos fornecedores, à resolução de possíveis conflitos e à assinatura do contrato com o fornecedor classificado na etapa de negociação; além disso, é nesta etapa onde ocorre a divulgação do resultado da negociação, bem como do cronograma de fornecimento.

Após a assinatura do contrato com o fornecedor selecionado, foram definidas as atividades para finalizar o processo de compra, as quais foram denominadas de atividades para a homologação e adjudicação dos contratos.

A estruturação da Lei nº 8.666 em um fluxo de atividades, conforme estabelecido no modelo de seleção de fornecedores proposto, pode servir também para a administração pública implementar mudanças na modalidade de licitação denominada de pregão, presencial ou eletrônico, que também é subsidiada pela Lei nº 8.666.

É importante enfatizar que o excesso de rigidez e burocracia da lei, criados na tentativa de imunizar os processos licitatórios públicos de possíveis fraudes, têm implicações diretas

nos custos operacionais e na celeridade destes processos. Portanto, os aspectos custos operacionais e celeridade devem ser levados em consideração quando o modelo de seleção de fornecedores proposto estiver sendo utilizado para apoiar licitações do setor privado. Porém, as vantagens decorrentes da abordagem multicritério adotada pelo modelo de seleção de fornecedores e da estratégia de ganhos máximos conjuntos, que atribui flexibilidade à Lei nº 8.666, podem justificar a adoção de um processo de licitação mais oneroso e lento. Além disso, se o modelo de seleção de fornecedores for adotado como regra de licitação nas empresas, estes custos, bem como a duração do processo, podem ser significativamente reduzidos. Neste sentido pode-se afirmar que o modelo de seleção de fornecedores tem potencial para apoiar processos de seleção de fornecedores de empresas do setor privado também.

Para finalizar, é importante destacar que o modelo de seleção proposto nesta tese altera a atual regra de licitação (Brasil, 1993) para as compras públicas brasileira o que pode implicar em restrições legais caso um órgão público queira adotar o modelo para apoiar o processo de compras. No entanto, no modelo proposto, os princípios básicos da administração pública que regeram a construção desta lei são preservados, a saber: (i) Princípio da isonomia; (ii) Princípio da supremacia do interesse público; (iii) Princípio da proporcionalidade; (iv) Princípio da finalidade; (v) Princípio da motivação; (vi) Princípio da legalidade; (vii) Princípio da impessoalidade; (viii) Princípio da moralidade; (ix) Princípio da publicidade; (x) Princípio da eficiência. Destaca-se ainda que o modelo estrutura o processo de compras públicas de forma mais transparente para os cidadãos de uma forma geral podendo reduzir inclusive os casos de corrupção envolvendo licitações públicas. Neste sentido, o modelo representa uma importante fonte para provocar discussões acerca das fragilidades do processo licitatório atual de compras públicas que nem sempre atende aos princípios básicos da administração pública.

4 O MODELO DE APOIO À NEGOCIAÇÃO PROPOSTO

Este capítulo apresenta um modelo de apoio à negociação envolvendo múltiplos aspectos e múltiplos fornecedores, cuja estratégia adotada visa a obtenção de ganhos máximos conjuntos para as partes.

O modelo de apoio à negociação está organizado da seguinte forma: (i) Estruturação do problema; (ii) Sistema Aditivo de Pontuação (SAP); (iii) Função valor dos aspectos; (iv) Fronteira Eficiente de Pareto (FEP); (v) Constantes de escala dos aspectos; e (vi) Consolidação da Dança dos Pacotes Completos (DPC). A entrada do modelo de apoio à negociação corresponde a saída do processo Pré-Negociação apresentado no modelo de seleção de fornecedores, ou seja, as entradas correspondem a todas as propostas viáveis submetidas pelos fornecedores. Já a saída do modelo de apoio à negociação corresponde aos melhores pacotes de ofertas obtidos nas negociações com cada um dos fornecedores, o qual servirá de entrada para o processo de Pós-Negociação proposto no modelo de seleção de fornecedores (Figura 4.1).

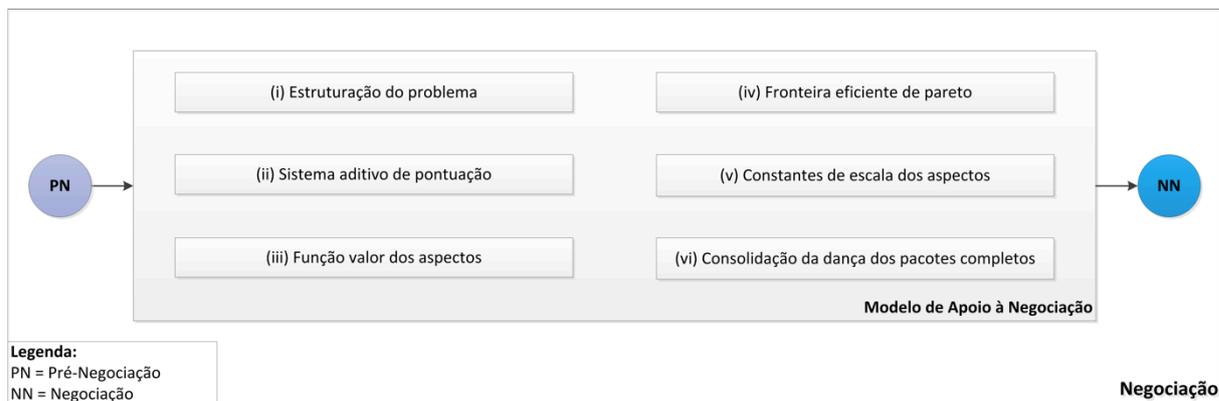


Figura 4.1 – Fluxograma da negociação

4.1 Estruturação do problema

O modelo de apoio à negociação está estruturado conforme o modelo teórico proposto por Holsapple *et al.* (1998): $N = (I, E, ACCEPT, LOC, S, M, R, A)$.

N representa a negociação; $I = \{I_1, I_2, \dots, I_n\}$ representa o conjunto dos aspectos j ($j = 1, 2, \dots, n$), onde n é o número de aspectos definidos durante a captação de propostas; e E denota o conjunto das partes envolvidas, para o modelo de apoio à negociação $E = \{\text{comprador, fornecedor } i\}$, ($i = 1, 2, \dots, m$), onde m é o número de fornecedores. O

modelo de apoio à negociação é aplicado com cada fornecedor i individualmente, porém o índice i será suprimido para tornar a notação mais simples.

Cada ponto do espaço *ACCEPT* corresponde a um pacote completo de ofertas, chamado de P^k . $P^k = (x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k)$ ($k = 1, 2, \dots$) é o k -ésimo ponto de *ACCEPT* e x_j^k ($j = 1, 2, \dots, n$) é o desempenho da oferta correspondente ao aspecto j . Cada pacote tem um valor para o comprador e para o fornecedor, $V_b(P^k)$ e $V_s(P^k)$, respectivamente, e, usualmente, estes valores são diferentes. $V_b(P_{b+}) = 1$, onde $P_{b+} = \{b_1^+, b_2^+, \dots, b_n^+\}$ é o pacote que contém as melhores ofertas para o comprador; $V_b(P_{b-}) = 0$, onde $P_{b-} = \{b_1^-, b_2^-, \dots, b_n^-\}$ é o pacote que contém as piores ofertas para o comprador; $V_s(P_{s+}) = 1$, onde $P_{s+} = \{s_1^+, s_2^+, \dots, s_n^+\}$ é o pacote que contém as melhores ofertas para o fornecedor; $V_s(P_{s-}) = 0$, onde $P_{s-} = \{s_1^-, s_2^-, \dots, s_n^-\}$ é o pacote que contém as piores ofertas para o fornecedor.

$LOC(t)$ é uma função responsável por armazenar o pacote que está sendo discutido ou tratado no instante de tempo t da negociação. No modelo de apoio à negociação serão considerados apenas dois pontos de negociação ($t = 0$ e $t = 1$). O instante $t = 0$ é o ponto de início, no qual o mediador escolhe um pacote para iniciar a simulação, denominada de DPC. O instante $t = 1$ é o final da simulação, onde a simulação provê o pacote que oferece o maior valor (desempenho) para ambas as partes; este pacote específico é chamado de resultado multiaspecto Pareto-eficiente ótimo ou, simplesmente, de melhor pacote de ofertas.

S e M são as estratégias e os movimentos das partes, respectivamente. R indica as características da negociação, que já foram definidas na Seção 3.3.2. A denota a assistência e suporte através de interventores; no modelo de apoio à negociação, o interventor assume as características de um mediador.

De acordo com Holsapple *et al.* (1998) para cada parte e_i do conjunto E (onde, $e_1 =$ comprador e $e_2 =$ fornecedor) deverá existir uma função estratégia $S_{e_i}^{t+1} = \Theta[I, LOC(t), e_i, R, A, t]$, onde, $S_{e_i}^{t+1}$ é o conjunto de candidatas a estratégias para a parte e_i , a qual será selecionada para perseguir uma nova localização no instante $t + 1$; Θ_{e_i} é a função estratégia da parte e_i .

Existem várias estratégias de negociação disponíveis na literatura (Zhang *et al.*, 2011; Lai *et al.*, 2006). Para determinar os níveis dos ganhos desejados pelos negociadores durante a negociação, o modelo de apoio à negociação adotará uma estratégia de concessão, baseada em um SAP e em uma simulação com os pacotes completos de ofertas, denominada de DPC.

O SAP e a DPC estão definidos nas seções 4.2 a 4.6. Com o objetivo de encontrar um resultado multiaspecto Pareto-eficiente ótimo será adotada também uma estratégia de busca na FEP. O uso combinado, de uma estratégia de concessão e de uma estratégia de busca, permite atingir resultados ganha-ganha máximos para ambas as partes.

Como o modelo de negociação proposto é direcionado a negociações multilateral e multiaspecto, cujos negociadores são considerados cooperativos e as informações são simétricas, então, existirá uma única estratégia para as duas partes, $\Theta_{buyer} = \Theta_{seller}$. Se os negociadores estiverem no instante $t = 0$, então, existirá uma função estratégia S^1 , representada por: $S_k^1 = Max V_b(P^k) + V_s(P^k)$, que determinará o resultado multiaspecto Pareto-eficiente ótimo, ou seja, o melhor pacote de ofertas sugerido pelo modelo de apoio à negociação aos negociadores.

O resultado multiaspecto Pareto-eficiente ótimo corresponde ao pacote que fornece os maiores ganhos conjuntos para ambas as partes, ou seja, aquele que fornece o maior valor para S^1 . Caso haja mais de um pacote provendo o mesmo valor de ganhos máximos conjuntos (S^1), o mediador deve observar qual deles fornece o maior ganho individual V_b para o comprador. Como a negociação é direcionada a seleção de fornecedores para um comprador, ou seja, como existe um conjunto de fornecedores dos quais o comprador quer escolher um, então, a competitividade de um determinado fornecedor que se encontra na situação de empate irá aumentar se ele concordar em ceder um ganho maior para o comprador.

4.2 Sistema Aditivo de Pontuação

Raiffa (1982) define um SAP como um sistema de pontuação, no qual o vendedor e o comprador atribuem valores aos desempenhos das alternativas dentro de cada aspecto. O autor afirma que havendo mais de dois aspectos e sendo os *trade-offs* entre os níveis dentro de quaisquer dois aspectos preferencialmente independentes dos demais, então, um SAP é apropriado para um problema de negociação.

No SAP proposto, o termo valor é usado em substituição ao termo utilidade adotado por Raiffa, em virtude da característica determinística das estimativas de desempenhos das alternativas. Estes desempenhos poderão ser medidos através de medidas quantitativas (preço do produto, por exemplo) ou qualitativas (grau de satisfação dos clientes com o produto).

O conjunto A das alternativas é formado pelos pacotes completos P^k . Neste conjunto, o mediador utilizará o SAP e a estratégia S^1 para ordenar as alternativas de A na ordem

decrecente de seus respectivos valores, de modo que a solução ofereça o melhor valor para as duas partes.

Para estabelecer o SAP de cada negociador, o mediador deverá explicitar quatro parâmetros, são eles: o tipo de função valor mais adequado para os negociadores em cada aspecto j ; a preferência dos negociadores sobre os pacotes de ofertas na FEP; a maneira com que os negociadores irão estabelecer a ordem de importância relativa dos aspectos; e a maneira como serão atribuídos os valores para as constantes de escala de cada aspecto j . Para o comprador, o SAP e seus elementos são os mesmos para as negociações com todos os fornecedores.

O SAP irá atribuir pontuações para os pontos da região *ACCEPT*. O valor total do pacote P^k para o comprador e para o fornecedor é, respectivamente, dado pelo modelo de agregação aditivo descrito a seguir:

$$V_b(P^k) = \sum_{j=1}^n w_j^b V_j^b(x_j^k) \text{ e } V_s(P^k) = \sum_{j=1}^n w_j^s V_j^s(x_j^k)$$

onde, $x_j^k (j = 1, 2, \dots, n)$ é o desempenho de uma oferta do pacote P^k no aspecto j ; $V_j^b(x_j^k)$ é o valor relacionado com o comprador no aspecto j ; $V_j^s(x_j^k)$ é o valor relacionado com o fornecedor no aspecto j ; w_j^b é a constante de escala atribuída pelo comprador ao aspecto j e w_j^s é a constante de escala atribuída pelo fornecedor ao aspecto j , tal que, $\sum_{j=1}^n w_j^b = 1$ e $\sum_{j=1}^n w_j^s = 1$.

A estratégia de ganhos máximos conjuntos adotada pelo modelo de apoio à negociação, e que implica na dança dos pacotes de ofertas, requer do SAP a possibilidade de compensação dos desempenhos obtidos por uma das partes nos aspectos envolvidos na negociação, isto é, um mau desempenho em um dado critério pode ser compensado por um desempenho muito bom em outro. Desta forma, a adoção do modelo aditivo para o SAP garante esta compensação, o que é representado pelas constantes w_j , que representam *trade-offs* entre os critérios.

4.3 Função valor dos aspectos

O modelo de apoio à negociação irá assumir que o processo de elicitação de cada função valor em cada aspecto é determinístico. Caso haja a necessidade de inserir a incerteza, o processo de elicitação deve ser realizado conforme estabelecido na Teoria da Utilidade (Keeney & Raiffa, 1976; Vincke, 1992; Almeida, 2013).

No modelo de apoio à negociação a definição da função valor de cada aspecto para as partes está fundamentada no método SMARTER descrito na Seção 2.2. Além de fundamentar cada função valor, este método também auxiliará na definição de procedimentos para os negociadores determinarem a ordem de importância dos aspectos bem como os respectivos valores das constantes de escala $(w_j^b; w_j^s)$.

O método SMARTER utiliza uma estratégia de aproximação heroica para justificar a aproximação linear de uma função valor unidimensional e utiliza o modelo de agregação aditivo (denominado de SAP no modelo de apoio à negociação proposto). Quanto maior a curvatura da função, menos satisfatória será uma aproximação linear, dada a restrição de monotonicidade estrita e de escala restrita. Além disso, é preciso que exista uma independência aditiva entre os valores unidimensionais de todos os aspectos.

Neste método são sugeridas quatro tipos de funções que podem ser utilizadas pelo mediador com o propósito de obter uma função valor em cada aspecto: três delas podem ser usadas para aqueles aspectos cuja variável é uma medida física; e a quarta pode ser usada para aqueles aspectos cujo valor é obtido através de um julgamento qualitativo. Os quatro tipos estão representados na Figura 2.1 e o procedimento de normalização adotado para a conversão do desempenho x_j em um valor $v(x_j)$ é o Procedimento 2, conforme proposto na Seção 2.1.4.

Em problemas de decisão multicritério, uma decisão é dependente das preferências dos decisores em todos os critérios considerados. Um caminho tradicional para tornar esse problema tratável envolve, primeiramente, a caracterização das preferências com uma função utilidade, conforme estabelecido na MAUT (Keeney & Raiffa, 1976). Com isso, os decisores tomam decisões baseadas nas suas respectivas funções utilidades para diferente critérios. O processo de eliciação das preferências como recomendado pela MAUT é complexo e em alguns casos intratável.

No método SMARTER, a análise dos *trade-off* e a eliciação dos parâmetros $[w_j$ e $V_j(x_j^k)]$ do SAP são mais fáceis do que as da MAUT, principalmente, porque o mediador não precisa considerar a incerteza quando ele está determinando as consequências para cada alternativa (Almeida, 2013) e o *trade-off* entre os critérios é estabelecido através de um procedimento, simples e intuitivo para o negociador, denominado de *swing weights*. Neste procedimento, o decisor define um *ranking* de critérios para, então, os valores das constantes de escala serem estabelecidas conforme proposto na abordagem *Rank Order Centroid* (ROC).

Uma outra vantagem do método SMARTER está relacionada ao fato de os decisores compreenderem melhor os conceitos e parâmetros inerentes ao método, o que melhora a qualidade da modelagem e, conseqüentemente, aumenta a efetividade do uso do método, o que torna o método bastante apropriado para aplicações práticas.

4.4 Fronteira Eficiente de Pareto

A FEP é uma região na qual existe a possibilidade de ganhos conjuntos máximos em um processo de negociação (Raiffa, 1982). Geralmente os resultados das negociações ficam acima e abaixo da fronteira eficiente porque as duas partes estão agindo isoladamente ou de maneira auto-interessada. Portanto, para garantir um resultado na FEP, as partes devem trabalhar de forma colaborativa.

Com o objetivo de determinar a fronteira eficiente é necessário coletar informações das duas partes. No modelo de apoio à negociação, o mediador fará uma análise individual com os negociadores para identificar se as preferências individuais pelos pacotes de ofertas seguem as suposições de Nash (1950). É a partir dessa análise que o mediador poderá executar a simulação da DPC.

Negociadores considerados racionais podem chegar a um acordo sobre a FEP através das suposições de Nash. Essas suposições foram incorporadas à teoria da utilidade (Raiffa, 1982; Keeney & Raiffa, 1976) para permitir que a preferência de cada indivíduo em maximizar seus ganhos em uma negociação pudesse ser expressa por meio de um modelo matemático e para permitir um acordo em que ambos encontrem um resultado que maximize os ganhos conjuntos.

Nessas suposições, as partes envolvidas em uma negociação são consideradas racionais: (i) cada uma delas pode comparar com precisão suas preferências em relação a vários aspectos; (ii) as partes possuem as mesmas habilidades de negociação; e (iii) cada uma tem pleno conhecimento sobre as preferências da outra. O modelo de apoio à negociação foi baseado nestas três premissas de racionalidade dos negociadores bem como nas suposições de Nash descritas a seguir.

Suponha que P^A e P^B são as possíveis ofertas envolvidas em uma negociação; suponha também que cada parte tem uma dada preferência sobre estas ofertas. Se p representa a preferência de um negociador em relação a oferta P^A , onde $0 \leq p \leq 1$, então, a preferência deste negociador em relação a oferta P^B será dada por $(1 - p)$. Portanto, a expectativa do

negociador com relação aos dois pacotes de ofertas será dada por $pP^A + (1 - p)P^B$. Fazendo as suposições a seguir é possível desenvolver a teoria da utilidade para um único indivíduo:

1. Um negociador oferece duas alternativas possíveis, podendo decidir qual é a preferível ou se elas são igualmente desejáveis.
2. A ordenação produzida pela suposição 1 é, portanto, transitiva: se P^A é melhor do que P^B e P^B é melhor do que P^C , então, P^A é melhor do que P^C .
3. Qualquer combinação dos estados que são igualmente desejáveis é igualmente preferida.
4. Se a ordenação de P^A , P^B e P^C cumpre a suposição 2, então, há uma combinação de P^A e P^C , que é tão desejável quanto P^B . Isto corresponde a uma suposição de continuidade.
5. Se $0 \leq p \leq 1$ e P^A e P^B são igualmente desejadas, então $pP^A + (1 - p)P^C$ e $pP^B + (1 - p)P^C$ são igualmente desejadas. Além disso, se P^A e P^B são igualmente desejadas, P^A pode ser substituída por P^B em qualquer relação ordenada desejada que seja satisfeita por P^B .

As suposições acima garantem a existência de uma função valor V que pode ser aplicada aos pacotes de ofertas, resultando na atribuição de um número real a cada um deles. Esta função valor não é única, isto é, se V é uma função valor, então, qualquer combinação linear $aV + b$ ($a > 0$) também será.

Tais funções atenderão as seguintes propriedades: (a) $V(P^A) > V(P^B)$ é equivalente dizer que P^A é mais desejada que P^B , etc.; (b) se $0 \leq p \leq 1$, então, $V[pP^A + (1 - p)P^B] = pV(P^A) + (1 - p)V(P^B)$.

Até aqui foram tratados as suposições para um único negociador. A seguir serão tratadas as suposições para dois negociadores.

Suponha que P^A e P^B são as possíveis ofertas do negociador b e que P^C e P^D são as possíveis ofertas do negociador s . Da mesma forma cada parte tem uma dada preferência por suas respectivas ofertas, onde p representa a preferência do negociador b e do negociador s

pelas ofertas P^A e P^C , respectivamente; e $(1 - p)$ representa a preferência dos mesmos negociadores pelas suas correspondentes ofertas, P^B e P^D .

Nash (1950) define a expectativa conjunta dos dois negociadores com relação as suas respectivas ofertas como sendo uma combinação das expectativas individuais de cada negociador com relação as suas próprias ofertas.

Seja $pP^A + (1 - p)P^B$ a expectativa do negociador b e $pP^C + (1 - p)P^D$ a expectativa do negociador s . Logo, a expectativa conjunta de b e s é dada por:

$$p[P^A, P^C] + (1 - p)[P^B, P^D] \text{ ou } [pP^A + (1 - p)P^B, pP^C + (1 - p)P^D]$$

A propriedade da linearidade, observada na função valor para o caso de um único negociador, também é observada na função valor para o caso de dois negociadores.

A situação pode ser representada graficamente plotando para todas as ofertas disponíveis os valores correspondentes, tanto para o negociador b , através da função valor V_b , quanto para o negociador s , através de V_s . Assume-se que o conjunto obtido é compacto e convexo.

Duas ofertas P^a e P^b que fornecem o mesmo valor para o negociador b e para o negociador s , $V_b(P^a) = V_s(P^b)$, são ditas ofertas equivalentes.

A solução pareto-eficiente ótima encontrada pelo modelo de apoio à negociação deve ser formada por expectativas de ganhos consideradas racionais para os dois negociadores. Estas expectativas devem ser concebidas por meio de um acordo entre as partes. Portanto, deve existir uma oferta que forneça, tanto para o negociador b quanto para o negociador s , a expectativa de ganho que eles esperam para si próprios. Neste sentido, é coerente supor que se ambos são racionais, então, eles vão decidir justamente por esta oferta ou por outra equivalente.

Um dos pontos do gráfico irá representar tal solução e os outros pontos devem representar as ofertas escolhidas pelas partes em processos de barganha considerados honestos.

Sejam V_b e V_s as funções de dois indivíduos b e s , respectivamente. Dado que P^* representa o ponto solução em um conjunto \mathcal{D} que é compacto e convexo e que inclui a origem, é assumido que:

6. Se P^a é um ponto em \mathcal{P} tal que exista outro ponto P^b em \mathcal{P} com a propriedade $V_b(P^b) > V_b(P^a)$ e $V_s(P^b) > V_s(P^a)$, então, $P^a \neq P^*$. Esta suposição expressa a ideia de que cada indivíduo deseja maximizar a sua própria utilidade no acordo final do processo de negociação.
7. Se o conjunto \mathcal{T} contém o conjunto \mathcal{P} e T^* está em \mathcal{P} , então, $T^* = P^*$. Esta suposição expressa a seguinte ideia: se \mathcal{P} é um conjunto mais restritivo do que \mathcal{T} e dois negociadores racionais concordariam que T^* seria um acordo justo, onde $T^* = P^*$, então, o processo para encontrar a solução P^* no conjunto \mathcal{P} torna-se mais eficiente do que o processo para encontrar a solução T^* no conjunto \mathcal{T} .

É dito que um conjunto \mathcal{P} é simétrico se existem operadores V_b e V_s tal que quando (a, b) está contido em \mathcal{P} , (b, a) também estará contido em \mathcal{P} , de forma que o gráfico torne-se simétrico em relação à linha $V_b = V_s$.

8. Se \mathcal{P} é simétrico, então, P^* é um ponto na forma (a, a) , ou seja, um ponto sobre a linha $V_b = V_s$. Esta suposição expressa igualdade de habilidades das partes no processo de barganha.

As suposições fazem com que a solução eficiente de Pareto seja um ponto do conjunto \mathcal{P} localizado no primeiro quadrante do gráfico correspondente, onde o ganho dos dois negociadores será maximizado. Como foi assumido que o conjunto \mathcal{P} é compacto e convexo, então, este ponto existe e, além disso, ele é único.

4.5 Constantes de escala dos aspectos

A ordem de importância relativa dos aspectos será atribuída através da sétima etapa (*swing weights*) do método SMARTER proposto por Edwards (1977) e Edwards & Barron (1994) e deve ser feita tanto para o comprador quanto para o fornecedor. Para isso o mediador irá fazer perguntas aos negociadores baseadas nas questões propostas no método, cujo objetivo será o de construir a ordenação dos aspectos.

A elicitação dos valores das constantes de escala de cada aspecto será realizada através da oitava etapa (*exploiting ranking*) do método SMARTER. O mediador deve usar esta etapa

para definir os valores das constantes de escala para cada aspecto de acordo com o ponto de vista das partes e levando em consideração a faixa de desempenho nos aspectos bem como os *trade-offs* entre eles.

Portanto, o mediador utilizará a abordagem ROC para definir os valores das constantes de escala de cada aspecto nas perspectivas do comprador e do fornecedor, conforme apresentado na Seção 2.2.3. Os pesos ROC permitem a identificação da melhor opção entre 75 e 87% do tempo, dependendo dos detalhes da simulação.

4.6 Consolidação da Dança dos Pacotes Completos

Alguns negociadores começam a DPC oferecendo um pacote completo de oferta, que é favorável a seu lado; enquanto o adversário responde com outro pacote de contraoferta. Então, a simulação da DPC corresponde ao levantamento do conjunto dos possíveis pacotes de ofertas P^k que as duas partes podem oferecer durante a negociação.

No modelo de apoio à negociação proposto, a simulação da DPC é iniciada com um pacote completo de ofertas qualquer, definido pelo mediador. Este pacote é representado por um ponto da região ACCEPT, construída na etapa de pré-negociação do modelo de seleção de fornecedores (Seção 3.3.1). A partir deste pacote o mediador irá consolidar todos os possíveis pacotes completos de ofertas envolvidos na negociação para, em seguida, aplicar o SAP com o objetivo de encontrar a pontuação de cada um dos pacotes completos, tanto na perspectiva do comprador quanto na do fornecedor.

O processo automatizado é chamado de simulação da DPC. O próprio mediador irá consolidar a simulação com todos os pares comprador-fornecedor. Na simulação, cada par terá um pacote completo de ofertas considerado a melhor alternativa de solução. Este pacote é a melhor solução para ambos, ou seja, é a solução encontrada através da função estratégia S^1 , que satisfaz os axiomas de Nash descritos acima e, conseqüentemente, está contida na FEP. Esta solução, se melhorada para qualquer uma das partes, vai piorar o desempenho da outra na negociação.

4.7 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo foi definido um modelo de apoio à negociação bilateral e multiaspecto que pode ser aplicado com o conjunto dos fornecedores envolvidos em um processo licitatório. Para cada par comprador-fornecedor, o modelo de apoio à negociação é capaz de

encontrar o melhor resultado conjunto comprador-fornecedor, denominado solução multiaspecto Pareto-eficiente ótima, e é capaz de identificar o pacote de ofertas correspondente.

O modelo de apoio à negociação foi organizado da seguinte forma: (i) Estruturação do problema; (ii) Sistema Aditivo de Pontuação; (iii) Função valor dos aspectos; (iv) Fronteira Eficiente de Pareto; (v) Constantes de escala dos aspectos; e (vi) Consolidação da Dança dos Pacotes Completos.

No que concerne à estruturação do problema, o modelo de apoio à negociação foi estruturado conforme o modelo teórico proposto por Holsapple *et al.* (1998). Como o modelo de negociação proposto está direcionado a negociações multilateral e multiaspecto, cujos negociadores são considerados cooperativos e as informações são simétricas, então, uma única estratégia para as duas partes foi definida.

Um sistema aditivo de pontuação foi definido para o modelo de apoio à negociação, através do qual foi permitido ao mediador atribuir valores aos desempenhos das alternativas (propostas de ofertas) dentro de cada aspecto.

A definição da função valor de cada aspecto para as partes foi fundamentada na família SMART de métodos multicritérios descrita na Seção 2.2. Além de fundamentar a definição de cada função valor, esta família de métodos também auxiliou na definição de procedimentos para os negociadores determinarem a ordem de importância dos aspectos, bem como os respectivos valores das constantes de escala.

Já no que concerne a definição da Fronteira Eficiente de Pareto e a consolidação da Dança dos Pacotes Completos, ficou estabelecido que: (i) a FEP é uma região na qual existe a possibilidade de ganhos conjuntos máximos para as partes em um processo de negociação; (ii) as preferências individuais pelos pacotes de ofertas deveriam seguir as suposições de Nash (1950). Com isso, o mediador conseguirá consolidar a simulação dos pacotes completos de ofertas através da DPC.

A inclusão da etapa de negociação ao modelo de seleção de fornecedores proposto requer dos fornecedores que sejam submetidas propostas na forma de intervalos de valores, sob os quais eles estão dispostos a negociar em cada um dos aspectos considerados na compra. Este tipo de proposta, em intervalos, não é permitida na forma convencional de licitação preconizada pela Lei nº 8.666, que só permite lances únicos e fixos, o que representa uma desvantagem prática, conforme apontam alguns estudiosos desta lei. Esta maneira nova de

submissão das propostas permite que sejam simulados vários pacotes de ofertas, afim de determinar qual proposta oferece ganhos máximos conjuntos para as partes, que é a estratégia adotada pelo modelo de apoio à negociação. Portanto, embora o modelo de seleção de fornecedores tenha sido baseado na Lei nº 8.666, a inclusão da etapa de negociação, apoiada pelo modelo de apoio à negociação proposto, acrescenta flexibilidade e dinâmica ao processo de licitação, melhorando o resultado do processo de compra, particularmente do ponto de vista do comprador.

5 EXEMPLO

Neste capítulo será desenvolvido um exemplo do modelo de seleção de fornecedores no contexto de uma organização pública. O exemplo foi feito a partir de uma licitação que já havia sido realizada por um órgão público do Estado da Paraíba e seguiu a sequência de atividades proposta para o modelo de seleção de fornecedores.

Neste exemplo, algumas informações foram obtidas a partir do edital elaborado para o processo de compras real; por exemplo, a informação relativa a decisão de elaboração de um edital ao invés de um convite bem como as informações relativas à especificação técnica do bem, ao valor estimado do contrato e ao requisito mínimo de garantia foram obtidas a partir do edital real. Outras informações, tais como (i) a definição dos aspectos bem como das escalas de avaliação e dos objetivos em cada um dos aspectos de avaliação; (ii) a definição dos intervalos de valores de ofertas em cada aspecto tanto para cada fornecedor como para o comprador; (iii) a definição do número de fornecedores participantes do processo seletivo; (iv) a definição da ordem de importância dos aspectos; (v) a hipótese de que as preferências dos negociadores pelos pacotes de ofertas seguem as suposições de Nash apresentadas na Seção 4.4.; foram definidas pelo autor para fins de ilustração de todas as etapas do modelo de seleção proposto.

No processo licitatório real, os aspectos considerados para a seleção dos fornecedores foram: preço da mercadoria; especificação técnica; e garantia. Porém, apenas o aspecto preço foi utilizado como critério classificador dos candidatos; os demais foram utilizados como critérios de exclusão, isto é, se um determinado candidato não atendesse o requisito mínimo de especificação técnica e/ou garantia, ele estaria eliminado do processo, independente de apresentar um preço para a mercadoria negociada mais competitivo que o preço apresentado pelos demais participantes.

Para a aplicação do modelo proposto, o aspecto Garantia passou a ser critério classificador, juntamente com o aspecto Preço. Além destes foi considerado também o aspecto Tempo de entrega. O aspecto Especificação técnica permaneceu como critério de exclusão. Na Tabela 5.1 está a lista dos aspectos considerados no exemplo, bem como as descrições e escalas de avaliação de cada um.

Tabela 5.1 – Aspectos, suas respectivas descrições e escalas de avaliação

ID	Aspectos	Descrição	Escala de Avaliação	Objetivo
C1	Tempo de entrega	Intervalo de tempo entre o lançamento do pedido ao fornecedor selecionado e a efetiva entrega do bem no órgão público solicitante.	dias por pedido	Comprador: Min. Vendedor: Max.
C2	Especificação técnica	Especificação das características técnicas e operacionais do bem.	Atende totalmente às características ou não atende pelo menos uma das características	NA
C3	Garantia	Prazo que o fornecedor oferece reparo ou substituição do bem caso este apresente alguma falha ou defeito.	Meses, cujo mínimo são 12 meses.	Comprador: Max. Vendedor: Min.
C4	Preço Unitário	Corresponde ao valor monetário do material.	R\$ por unidade de medida do bem	Comprador: Min. Vendedor: Max.

O aspecto “especificação técnica” é considerado critério de exclusão. Neste aspecto, caso um fornecedor não atenda a pelo menos uma das características operacionais definidas para o bem, então, ele será excluído do processo seletivo. O fornecedor deve informar na proposta submetida quais são as características operacionais que ele pretende entregar ao órgão público, sem especificar a marca do bem. Já no aspecto “garantia”, caso um fornecedor apresente um valor em $s_3^- < 12$ (doze) meses, então, ele será excluído do processo seletivo; caso ele apresente um $s_3^- = 12$ e um $s_3^+ < 12$, então, ele não será excluído do processo seletivo, no entanto, o mediador irá considerar $s_3^+ = 12$ e nesse caso não será possível a barganha, pois $s_3^+ = s_3^- = 12$; caso ele apresente um $s_3^- > 12$ e um $s_3^+ < 12$, então, ele não será excluído do processo seletivo, no entanto, o mediador irá considerar $s_3^+ = 12$ e nesse caso será possível a barganha.

Para os critério classificadores, serão definidos os intervalos de valores de ofertas em cada critério para cada fornecedor, bem como para o comprador. Isso será feito nas etapas propostas no modelo de seleção de fornecedores que estão ilustradas a seguir.

5.1 Captação de Propostas

Primeiramente, o conjunto das atividades relacionadas com o Sistema de Registro de Preços (SRP) proposto no modelo de seleção de fornecedores foram realizadas para efeito de ilustração. O bem da licitação foi definido conforme especificação técnica descrita na Tabela 5.2 e o valor total do contrato foi estimado em R\$ 24.600,00 (vinte e quatro mil e seiscentos Reais), cujo valor unitário de referência foi R\$ 2.460,00 (dois mil, quatrocentos e sessenta Reais).

Tabela 5.2 – Especificação do bem comprado

Item	Quantidade	Unidade de Medida	Especificação técnica
01	10	Televisor	Tipo de tela LED; tamanho de tela 42 polegadas; resolução Full HD 1080p; conversor digital integrado; controle remoto; voltagem bivolt; consumo de energia máximo 145 kw/h; manual em português; saída de áudio analógico; sistema trinorma: PAL-M, PAL-N, NTSC; 01 entrada vídeo componente; 01 entrada s-vídeo; 02 entradas áudio e vídeo; 01 saída áudio variável; 02 entradas HDMI (sendo 1 HDMI/DVI); 01 entrada RGB (15 pinos); Garantia mínima de 12 (doze) meses.

Em seguida, o conjunto das atividades relacionadas com a Elaboração do Edital ou Convite (EEC) proposto no modelo de seleção de fornecedores foram realizadas para efeito de ilustração. Em virtude do valor estimado do contrato ser maior do que R\$ 8.000,00 (oito mil Reais) e pelas características do contrato não se enquadrarem nos incisos dos artigos 24º e 25º da Lei nº 8.666, que tratam dos casos de dispensa e inexigibilidade de licitação, respectivamente, então, a licitação não foi passível de dispensa ou inexigibilidade. Como o valor do contrato foi menor do que R\$ 80.000,00 (oitenta mil Reais), então, a modalidade de licitação para a compra dos televisores foi convite. O gestor público havia designado uma comissão como responsável pelo convite que se encarregou da elaboração do edital.

A principal diferença entre edital e convite diz respeito a maneira de se divulgar a abertura de um processo licitatório junto aos possíveis contratados: no edital a comunicação da abertura do processo é feita através dos diários oficiais e dos jornais de grande circulação da região; já no convite a divulgação é feita diretamente aos potenciais fornecedores, sendo obrigado a realização de um registro oficial da entrega dos convites a eles.

No edital, o contratante estabeleceu a documentação exigida para os fornecedores se habilitarem a participarem do certame. No instante em que os fornecedores tomaram conhecimento do edital, cada um realizou individualmente o conjunto das atividades proposto no modelo de seleção de fornecedores, denominado de Habilitação dos Participantes (HP).

Em seguida, cada fornecedor elaborou um envelope com as propostas. Este envelope foi submetido ao órgão público, que concluiu o conjunto das atividades proposto no modelo de seleção de fornecedores, denominado de Recebimento e Validação de Propostas (RVP).

5.2 Etapa de negociação

Para fins de ilustração da etapa de negociação do modelo proposto, foi considerado que sete fornecedores haviam submetido envelopes e que apenas cinco deles haviam submetido ofertas válidas. A seguir estão ilustrados os resultados das três atividades propostas para a etapa de negociação.

5.2.1 Pré-negociação

Primeiramente, a interação mediador-comprador é ilustrada. Nesta interação o comprador informa ao mediador o conjunto de aspectos considerados na negociação (Tabela 5.1). Depois disso, o mediador auxilia o comprador na definição dos intervalos (valores de referência) que ele é passível de negociar (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Valores de referência do comprador em cada aspecto

Parte		C1	C3	C4
		Dia(s)	Meses	R\$/TV
Comprador	$b_j^+ =$	1	60	1.560,00
	$b_j^- =$	15	12	2.460,00

Em seguida, a interação mediador-fornecedores é ilustrada. Esta interação tem o objetivo de identificar, dentre os fornecedores com ofertas válidas, quais deles poderiam viabilizar o processo de negociação, com base nos intervalos de negociação admissíveis pelo comprador. Os valores de referência dos fornecedores estão ilustrados na Tabela 5.4.

Tabela 5.4 – Valores de referência dos fornecedores em cada aspecto

Parte		C1	C3	C4
		Dia(s)	Meses	R\$/TV
Fornecedor 1	$s_{1j}^+ =$	11	10	2.920,00
	$s_{1j}^- =$	3	66	1.660,00
Fornecedor 2	$s_{2j}^+ =$	14	16	2.345,00
	$s_{2j}^- =$	5	78	1.500,00
Fornecedor 3	$s_{3j}^+ =$	20	12	2.563,00
	$s_{3j}^- =$	9	75	2.000,00
Fornecedor 4	$s_{4j}^+ =$	15	14	2.260,00
	$s_{4j}^- =$	2	66	1.534,00
Fornecedor 5	$s_{5j}^+ =$	16	16	2.425,00
	$s_{5j}^- =$	1	60	1.612,00

Antes da avaliação de viabilidade da negociação deve-se verificar se todos os fornecedores atenderam ao critério de exclusão C2. Dos cinco fornecedores que submeteram ofertas válidas, foi considerado, para efeito deste exemplo, que todos eles atenderam as características operacionais definidas no aspecto C2.

Em seguida, deve-se verificar se os intervalos de ofertas submetidas pelos fornecedores no critério C3 atendem ao requisito mínimo especificado pelo comprador (o prazo de garantia não deve ser menor do que 12 meses). O fornecedor 1 apresentou um $s_{13}^- > 12$ e um $s_{13}^+ < 12$, então, ele não foi excluído do processo seletivo; no entanto, o mediador deve considerar $s_{13}^+ = 12$ e, neste caso, a barganha ainda é possível. Na Tabela 5.5 constam os novos valores de referência dos fornecedores em cada aspectos após a verificação dos critérios C2 e C3.

Tabela 5.5 – Novos valores de referência dos fornecedores em cada aspecto

Parte		C1	C3	C4
		Dia(s)	Meses	R\$/TV
Fornecedor 1	s_{1j}^+	11	12	2.920,00
	s_{1j}^-	3	66	1.660,00
Fornecedor 2	s_{2j}^+	14	16	2.345,00
	s_{2j}^-	5	78	1.500,00
Fornecedor 3	s_{3j}^+	20	12	2.563,00
	s_{3j}^-	9	75	2.000,00
Fornecedor 4	s_{4j}^+	15	14	2.260,00
	s_{4j}^-	2	66	1.534,00
Fornecedor 5	s_{5j}^+	16	16	2.425,00
	s_{5j}^-	1	60	1.612,00

Por fim, é ilustrada a avaliação de viabilidade da negociação com cada par comprador-fornecedor. Na avaliação de viabilidade, o mediador avalia os pares comprador-fornecedor que podem negociar, com base nas informações sobre as regiões de negociação admissíveis, informadas pelo comprador e pelo fornecedor, através dos parâmetros melhores e piores acordos, $(b_j^+, b_j^-, s_{ij}^+ e s_{ij}^-)$ com $i = 1, 2, \dots, m$ e $j = 1, 2, \dots, n$. As avaliações de cada par estão descritas na Tabela 5.6 e foram construídas com base na Tabela 3.4 proposta no modelo de seleção de fornecedores.

Tabela 5.6 – Avaliação da viabilidade entre o par comprador-fornecedor

Fornecedor	Aspecto	Caso	Objetivo		Teste	Avaliação
			b	s		
1	C1	XXVIII	Min	Max	$b_1^+ < s_{11}^- < s_{11}^+ < b_1^-$	Viável com restrição tipo 2
	C3	XII	Max	Min	$b_3^- = s_{13}^+ < b_3^+ < s_{13}^-$	Viável com restrição tipo 2
	C4	XXIV	Min	Max	$b_4^+ < s_{14}^- < b_4^- < s_{14}^+$	Viável
2	C1	XXVIII	Min	Max	$b_1^+ < s_{21}^- < s_{21}^+ < b_1^-$	Viável com restrição tipo 2
	C3	XX	Max	Min	$b_3^- < s_{23}^+ < b_3^+ < s_{23}^-$	Viável com restrição tipo 2
	C4	XLII	Min	Max	$s_{24}^- < b_4^+ < s_{24}^+ < b_4^-$	Viável com restrição tipo 2
3	C1	XXIV	Min	Max	$b_1^+ < s_{31}^- < b_1^- < s_{31}^+$	Viável
	C3	XII	Max	Min	$b_3^- = s_{33}^+ < b_3^+ < s_{33}^-$	Viável com restrição tipo 2
	C4	XXIV	Min	Max	$b_4^+ < s_{34}^- < b_4^- < s_{34}^+$	Viável
4	C1	XXX	Min	Max	$b_1^+ < s_{41}^- < s_{41}^+ = b_1^-$	Viável
	C3	XX	Max	Min	$b_3^- < s_{43}^+ < b_{43}^+ < s_3^-$	Viável com restrição tipo 2
	C4	XLII	Min	Max	$s_{44}^- < b_4^+ < s_{44}^+ < b_4^-$	Viável com restrição tipo 2
5	C1	XXXII	Min	Max	$b_1^+ = s_{51}^- < b_1^- < s_{51}^+$	Viável
	C3	XVI	Max	Min	$b_3^- < s_{53}^+ < b_{53}^+ = s_3^-$	Viável com restrição tipo 2
	C4	XXVIII	Min	Max	$b_4^+ < s_{54}^- < s_{54}^+ < b_4^-$	Viável com restrição tipo 2

Finalizada a avaliação de viabilidade dos pares, o mediador pôde formular um novo conjunto de valores de referência para a negociação, conforme os tipos de restrição identificados em cada caso (Tabela 5.7).

Tabela 5.7 – Novo conjunto de valores de referência dos pares comprador-fornecedores em cada aspecto

Partes		C1	C3	C4
		Dia(s)	Meses	R\$/TV
Comprador e Fornecedor 1	b_j^+ =	1	66	1.560,00
	b_j^- =	15	12	2.460,00
	s_{1j}^+ =	15	12	2.920,00
	s_{1j}^- =	3	66	1.660,00
Comprador e Fornecedor 2	b_j^+ =	1	78	1.500,00
	b_j^- =	15	12	2.460,00
	s_{2j}^+ =	15	12	2.460,00
	s_{2j}^- =	5	78	1.500,00
Comprador e Fornecedor 3	b_j^+ =	1	75	1.560,00
	b_j^- =	15	12	2.460,00
	s_{3j}^+ =	20	12	2.563,00
	s_{3j}^- =	9	75	1.823,00
Comprador e Fornecedor 4	b_j^+ =	1	66	1.534,00
	b_j^- =	15	12	2.460,00
	s_{4j}^+ =	15	12	2.460,00
	s_{4j}^- =	2	66	1.534,00
Comprador e Fornecedor 5	b_j^+ =	1	60	1.560,00
	b_j^- =	15	12	2.460,00
	s_{5j}^+ =	16	12	2.460,00
	s_{5j}^- =	1	60	1.612,00

5.2.2 Negociação

A negociação, propriamente dita, deve ocorrer individualmente com todos os fornecedores que apresentaram ofertas consideradas viáveis, conforme análise de viabilidade ocorrida na fase de pré-negociação (Tabela 5.7). A análise é necessária para viabilizar a realização da simulação através da dança dos pacotes completos de ofertas proposta no modelo de apoio à negociação.

Para consolidar os valores $V_j^b(x_j^k)$ e $V_j^s(x_j^k)$ do SAP, o mediador deve definir os tipos de função valor (Figura 2.1) de cada um dos aspectos para cada uma das partes. Para o órgão público o tipo “b” é assumido nos aspectos C1 e C4 e o tipo “a” é assumido no aspecto C3; enquanto que para todos os fornecedores o tipo “a” é adotado nos aspectos C1 e C4 e o tipo “b” é adotado no aspecto C3. Para exemplificar foram elaborados dois gráficos que descrevem as funções valor unidimensionais lineares de um aspecto para o órgão público e de outro aspecto para o fornecedor 4.

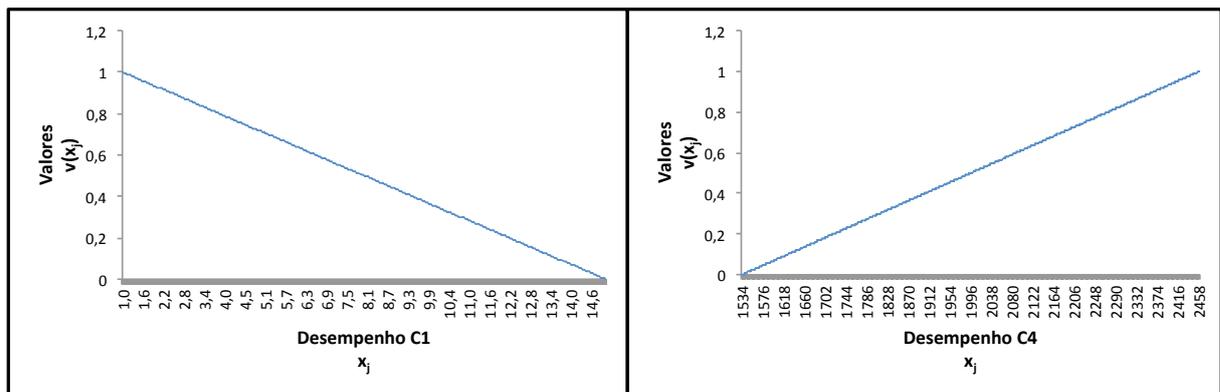


Figura 5.1 – Funções valor no aspecto C1 (órgão público) e no aspecto C4 (fornecedor 4)

Em seguida, foi realizada a definição da ordem de importância dos aspectos conforme estabelecido na Seção 4.5, a qual está descrita na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 – Ordem de importância dos aspectos

Partes	Ordem de importância		
	C1	C3	C4
Órgão Público	3º	2º	1º
Fornecedor 1	2º	3º	1º
Fornecedor 2	1º	3º	2º
Fornecedor 3	1º	3º	2º
Fornecedor 4	3º	1º	2º
Fornecedor 5	3º	2º	1º

Para fins de ilustração, os fornecedores F1 e F5 elegeram o aspecto C4 como o mais importante enquanto que os fornecedores F2, F3 e F4 elegeram os aspectos C1, C1 e C3, respectivamente, como os mais importantes. Os fornecedores F2 e F3 motivaram-se a eleger o aspecto C1 como sendo o mais importante por causa da necessidade deles em atender a demanda dos clientes com a capacidade instalada atual. Já o fornecedor F4 expressou que assumiria um risco de ter que implantar medidas gerenciais focadas na qualidade do produto caso ele não definisse C3 como o aspecto mais importante; estas medidas, para ele, poderiam impactar negativamente na capacidade instalada da empresa e conseqüentemente no atendimento as demandas dos clientes.

Conforme estabelecido no modelo de apoio à negociação proposto, a elicitação dos pesos é realizada baseando-se na metodologia descrita na Seção 4.5. Os pesos definidos para cada um dos aspectos encontram-se descritos na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 – Pesos ROC dos aspectos

Partes	Ordem de importância		
	C1	C3	C4
Órgão público	0,1111	0,2778	0,6111
Fornecedor 1	0,2778	0,1111	0,6111
Fornecedor 2	0,6111	0,1111	0,2778
Fornecedor 3	0,6111	0,1111	0,2778
Fornecedor 4	0,1111	0,6111	0,2778
Fornecedor 5	0,1111	0,2778	0,6111

Por último, foi consolidada a DPC com todos os fornecedores. Para determinar os pacotes ótimos de cada fornecedor, foi utilizada a estratégia S_1 definida na Seção 4.1 e, em seguida, os pacotes gerados com cada fornecedor foram colocados em ordem decrescente.

Em cada negociação comprador-fornecedor foi retirada uma amostra de 15 pacotes completos com seus respectivos valores, o que gerou uma quantidade total de 75 pacotes. Estes pacotes de ofertas foram os que apresentaram os melhores resultados em cada negociação comprador-fornecedor. As amostras dos cinco fornecedores estão descritas na Tabela 5.10, Tabela 5.11, Tabela 5.12, Tabela 5.13 e Tabela 5.14, respectivamente.

Tabela 5.10 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 1

Pacotes	Valores					
	P^k	x_1^k	x_3^k	x_4^k	$V_b(P^k)$	$V_s(P^k)$
1	15,00	66	1662	81,9642	27,877	109,8412
2	14,65	66	1662	82,24195	27,06675	109,3087
3	14,30	66	1662	82,5197	26,2565	108,7762
4	13,95	66	1662	82,79745	25,44625	108,2437
5	13,60	66	1662	83,0752	24,636	107,7112
6	13,25	66	1662	83,35295	23,82575	107,1787
7	12,90	66	1662	83,6307	23,0155	106,6462
8	12,55	66	1662	83,90845	22,20525	106,1137
9	12,20	66	1662	84,1862	21,395	105,5812
10	11,85	66	1662	84,46395	20,58475	105,0487
11	11,50	66	1662	84,7417	19,7745	104,5162
12	11,15	66	1662	85,01945	18,96425	103,9837
13	10,80	66	1662	85,2972	18,154	103,4512
14	10,45	66	1662	85,57495	17,34375	102,9187
15	10,10	66	1662	85,8527	16,5335	102,3862

Consolidação da DPC para o fornecedor 1

Como é possível perceber a partir da amostra representada na Tabela 5.10, o pacote P^1 obteve em S_1^1 um resultado igual a 109,84. Este é, portanto, o pacote de ofertas que atende as suposições feitas no modelo de apoio à negociação quanto a definição das preferências e da FEP. Os demais resultados de S_k^1 são menores e, além disso, qualquer incremento no resultado do comprador $V_b(P^k)$ irá provocar uma redução no resultado do fornecedor $V_s(P^k)$ e vice-versa.

Portanto, o pacote ($x_1^1 = 15$ dias, $x_3^1 = 66$ meses e $x_4^1 = \text{R\$ } 1.662,00$), com $V_b(P^1) = 81,96$ e $V_s(P^1) = 27,88$ foi o escolhido para entrar no *ranking* que será formado com cada uma das cinco negociações realizadas com os fornecedores. De posse deste pacote, o mediador passou para a negociação com o fornecedor 2.

Consolidação da DPC para o fornecedor 2

A partir da amostra representada na Tabela 5.11, o pacote P^1 obteve em S_1^1 um resultado igual a 150,00. Este é, portanto, o pacote de ofertas que atende as suposições feitas no modelo de apoio à negociação quanto a definição das preferências e da FEP. Os demais resultados de S_k^1 são menores e, além disso, qualquer incremento no resultado do comprador $V_b(P^k)$ irá provocar uma redução no resultado do fornecedor $V_s(P^k)$ e vice-versa.

Tabela 5.11 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 2

Pacotes		Valores				
P^k	x_1^k	x_3^k	x_4^k	$V_b(P^k)$	$V_s(P^k)$	S_k^1
1	15,00	78	1500	88,89	61,11	150,00
2	15,00	78	1644	79,7235	36,9465	116,67
3	14,65	78	1716	75,418	40,55745	115,97545
4	14,30	78	1500	89,4455	25,8354	115,2809
5	13,95	78	1500	89,72325	24,8631	114,58635
6	13,60	78	1500	90,001	23,8908	113,8918
7	13,25	78	1500	90,27875	22,9185	113,19725
8	12,90	78	1500	90,5565	21,9462	112,5027
9	12,55	78	1572	86,251	25,55715	111,80815
10	12,20	78	1572	86,52875	24,58485	111,1136
11	11,85	78	1500	91,38975	19,0293	110,41905
12	11,50	78	1596	85,5565	24,168	109,7245
13	11,15	78	1500	91,94525	17,0847	109,02995
14	10,80	78	1716	78,47325	29,86215	108,3354
15	10,45	78	1500	92,50075	15,1401	107,64085

Portanto, o pacote ($x_1^1 = 15$ dias, $x_3^1 = 78$ meses e $x_4^1 = R\$ 1.500,00$), com $V_b(P^1) = 88,89$ e $V_s(P^1) = 61,11$ foi o escolhido para entrar no *ranking* que será formado com cada uma das cinco negociações realizadas com os fornecedores. De posse deste pacote o mediador passou para a negociação com o fornecedor 3.

Consolidação da DPC para o fornecedor 3

Como é possível perceber a partir da amostra representada na Tabela 5.12, o pacote P^5 obteve em S_k^1 um resultado igual a 150,00. Este é, portanto, o pacote de ofertas que atende as suposições feitas no modelo de apoio à negociação quanto a definição das preferências e da FEP. Os demais resultados de S_k^1 são menores e, além disso, qualquer incremento no resultado do comprador $V_b(P^k)$ irá provocar uma redução no resultado do fornecedor $V_s(P^k)$ e vice-versa.

Tabela 5.12 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 3

Pacotes		Valores				
P^k	x_1^k	x_3^k	x_4^k	$V_b(P^k)$	$V_s(P^k)$	S_k^1
1	20,00	75	1835,83	70,1614825	0,481457432	70,64293993
2	19,53	75	1835,83	70,1614825	0,481457432	70,64293993
3	19,05	75	1835,83	70,1614825	0,481457432	70,64293993
4	15,25	75	1835,83	70,1614825	0,481457432	70,64293993
5	15,00	75	1823,00	88,89	61,11	150,00
6	14,78	75	1835,83	70,34003607	32,56420743	102,9042435
7	14,30	75	1835,83	70,7169825	29,92536652	100,642349
8	13,83	75	1835,83	71,09392893	27,28652561	98,38045454
9	13,35	75	1835,83	71,47087536	24,64768471	96,11856006
10	12,88	75	1835,83	71,84782179	22,0088438	93,85666558
11	12,40	75	1835,83	72,22476821	19,37000289	91,5947711
12	11,93	75	1835,83	72,60171464	16,73116198	89,33287662
13	11,45	75	1835,83	72,97866107	14,09232107	87,07098214
14	10,98	75	1835,83	73,3556075	11,45348016	84,80908766
15	10,50	75	1835,83	73,73255393	8,814639251	82,54719318

Portanto, o pacote ($x_1^5 = 15$ dias, $x_3^5 = 75$ meses e $x_4^5 = R\$ 1.823,00$), com $V_b(P^5) = 70,16$ e $V_s(P^5) = 61,59$ foi o escolhido para entrar no *ranking* que será formado com cada uma das cinco negociações realizadas com os fornecedores. De posse deste pacote o mediador passou para a negociação com o fornecedor 4.

Consolidação da DPC para o fornecedor 4

Como é possível perceber a partir da amostra representada na Tabela 5.13, os pacotes P^4 e P^{15} obtiveram $S_4^1 = S_{15}^1 = 133,33$. Estes são, portanto, os pacotes de ofertas que atendem as suposições feitas no modelo de apoio à negociação quanto a definição das preferências e da FEP. Como houve um empate, então, o mediador deve observar qual pacote fornece o maior ganho individual V_b para o comprador. Como a negociação é direcionada a seleção de fornecedores para um comprador, ou seja, como existe um conjunto de fornecedores dos quais o comprador quer escolher um, então, a competitividade de um determinado fornecedor que se encontra na situação de empate irá aumentar se ele concordar em ceder um ganho maior para o comprador.

Tabela 5.13 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 4

Pacotes		Valores				
P^k	x_1^k	x_3^k	x_4^k	$V_b(P^k)$	$V_s(P^k)$	S_k^1
1	1,00	12	1534	61,11	61,11	122,22
2	1,35	12	1534	61,11	61,11	122,22
3	1,70	12	1534	61,11	61,11	122,22
4	2,00	12	1534	72,22	61,11	133,33
5	2,05	12	1534	71,38675	61,15273077	132,5394808
6	2,40	12	1534	71,109	61,45184615	132,5608462
7	2,75	12	1534	70,83125	61,75096154	132,5822115
8	3,10	12	1534	70,5535	62,05007692	132,6035769
9	3,45	12	1534	70,27575	62,34919231	132,6249423
10	3,80	12	1534	69,998	62,64830769	132,6463077
11	7,65	12	1534	66,94275	65,93857692	132,8813269
12	9,40	12	1534	65,554	67,43415385	132,9881538
13	10,45	12	1534	64,72075	68,3315	133,05225
14	11,50	12	1534	63,8875	69,22884615	133,1163462
15	15,00	12	1534	61,11	72,22	133,33

Portanto, o pacote P^4 ($x_1^4 = 2,00$ dias, $x_3^4 = 12$ meses e $x_4^4 = R\$ 1.534,00$), com $V_b(P^4) = 72,22$ e $V_s(P^4) = 61,11$ foi o escolhido para entrar no *ranking* que será formado com cada uma das cinco negociações realizadas com os fornecedores. De posse deste pacote o mediador passou para a negociação com o fornecedor 5.

Consolidação da DPC para o fornecedor 5

Como é possível perceber a partir da amostra representada na Tabela 5.14, os pacotes P^1 , P^2 e P^{13} obtiveram $S_1^1 = S_2^1 = S_{13}^1 = 100,00$. Estes são, portanto, os pacotes de ofertas

que atendem as suposições feitas no modelo de apoio à negociação quanto a definição das preferências e da FEP. Como houve um empate, então, o mediador deve observar qual pacote fornece o maior ganho individual V_b para o comprador.

Tabela 5.14 – Amostra de 15 pacotes completos referente ao fornecedor 5

Pacotes		Valores				
P^k	x_1^k	x_3^k	x_4^k	$V_b(P^k)$	$V_s(P^k)$	S_k^1
1	1,00	60	2460	38,89	61,11	100
2	1,00	12	1612	72,22	27,78	100
3	1,38	60	2460	38,59241071	61,38775	99,98016071
4	2,13	52,8	2460	33,83023214	66,11025	99,94048214
5	2,50	56,4	2460	35,61614286	64,3045	99,92064286
6	2,88	58,8	2460	36,70755357	63,19325	99,90080357
7	3,25	60	2460	37,10446429	62,7765	99,88096429
8	12,63	57,6	2460	28,27573214	71,10925	99,38498214
9	13,38	60	2460	29,06955357	70,27575	99,34530357
10	13,75	60	2460	28,77196429	70,5535	99,32546429
11	14,13	58,8	2460	27,779875	71,52575	99,305625
12	14,50	57,6	2460	26,78778571	72,498	99,28578571
13	15,00	60	2460	27,78	72,22	100
14	15,25	60	2460	27,78	61,11	88,89
15	16,00	60	2460	27,78	61,11	88,89

Portanto, o pacote P^2 ($x_1^2 = 1$ dia, $x_3^2 = 12$ meses e $x_4^2 = R\$ 1.612,00$), com $V_b(P^2) = 72,22$ e $V_s(P^2) = 27,78$ foi o escolhido para entrar no *ranking* que será formado com cada uma das cinco negociações realizadas com os fornecedores.

5.2.3 Pós-Negociação

De posse dos resultados obtidos com as cinco negociações, o mediador construiu o *ranking* com os resultados das cinco negociações. Em seguida, foi realizada uma análise levando-se em consideração os melhores resultados obtidos em cada negociação. O pacote de ofertas que apresentou o melhor resultado em termos de valor para o comprador será o escolhido e, em seguida, o contrato entre as duas partes será homologado e adjudicado.

Na Tabela 5.15 foi consolidado o *ranking* dos fornecedores em conformidade com o estabelecido na Seção 3.3.3 do modelo de seleção de fornecedores proposto. É possível verificar que os pacotes P^1 e P^5 , referentes as negociações realizadas com os fornecedores 2 e 3, respectivamente, obtiveram o mesmo valor para $S_k^1 = 150,00$. Como o fornecedor 2 apresentou o menor preço da mercadoria, que é o critério de desempate adotado nestes casos,

este fornecedor ficou, então, na primeira posição do *ranking*. Portanto, o pacote P^1 ($x_1^1 = 15$ dias, $x_3^1 = 78$ meses e $x_4^1 = \text{R\$ } 1.500,00$), com $V_b(P^1) = 88,89$ e $V_s(P^1) = 61,11$ foi o escolhido como vencedor do processo seletivo.

Tabela 5.15 – *Ranking* dos fornecedores

<i>Ranking</i>	Fornecedor	Pacotes				Valores		
		P^k	x_1^k	x_3^k	x_4^k	$V_b(P^k)$	$V_s(P^k)$	S_k^1
1°	2	1	15,00	78	1500	88,89	61,11	150,00
2°	3	5	15,00	75	1823	88,89	61,11	150,00
3°	1	1	15,00	66	1662	81,96	27,87	109,84
4°	4	4	2,00	12	1534	72,22	61,11	133,33
5°	5	2	1,00	12	1612	72,22	27,78	100,00

O fornecedor 2 foi, então, classificado. Após a aceitação, por parte dele, em formalizar o compromisso de atender aos desempenhos definidos para os aspectos em conformidade com o pacote P^1 , foi realizada a assinatura do contrato entre o comprador e o fornecedor 2.

5.3 Homologação e Adjudicação

Após a assinatura do contrato com o fornecedor 2, o processo de compras pode ser finalizado através das atividades de homologação e adjudicação propostas no modelo de seleção de fornecedores (Figura 3.13).

5.4 Considerações finais do capítulo

Este capítulo apresentou um exemplo de aplicação dos modelos propostos nesta tese para apoiar uma licitação. O exemplo seguiu a sequência das atividades proposta para o modelo de seleção de fornecedores. No exemplo foi utilizado o mesmo bem da licitação já realizada anteriormente por um órgão público. Os aspectos considerados no exemplo foram: tempo de entrega, especificação técnica, garantia e preço unitário. O aspecto especificação técnica foi definido como critério de exclusão, implicando na eliminação dos fornecedores que não atendessem a este critério especificamente.

Durante a avaliação da viabilidade, entre o par comprador-fornecedor, executada na pré-negociação, o mediador precisou realizar alguns ajustes nos melhores e piores acordos informados pelos negociadores, que implicou na melhoria do poder de barganha das partes no processo, aumentando as chances tanto do comprador como dos fornecedores de obterem melhores resultados para ambos na negociação.

Durante a fase da negociação propriamente dita foi possível consolidar a simulação através da dança dos pacotes completos para todos os fornecedores envolvidos na negociação. Em cada simulação, o mediador registrou o melhor acordo possível para as partes comprador-fornecedor.

De posse dos melhores acordos, o mediador construiu o *ranking* dos fornecedores já na fase da pós-negociação. Na ocasião, ele precisou sanar o empate que existia entre os fornecedores 2 e 3, que obtiveram o mesmo resultado em $V_b(P^k)$. Como critério de desempate foi adotado o aspecto “preço da mercadoria”, conforme previamente estabelecido no modelo de seleção de fornecedores (Seção 3.3.3). Consequentemente, o fornecedor 2 foi o escolhido para assinar o contrato com o órgão público. Na ilustração da negociação, ambas as partes ganharam, pois o comprador conseguiu um preço da mercadoria bem abaixo do valor que ele havia definido como valor de referência e o fornecedor conseguiu um prazo maior para entregar as mercadorias.

Como o exemplo foi realizado a partir de uma licitação que já havia sido processada, então, foi assumida a hipótese de que não haveria conflito entre as partes comprador-fornecedor 2 no que se refere a aceitação do pacote de ofertas proposto pelo modelo de apoio à negociação. No entanto, é importante destacar que mesmo havendo conflito, o modelo de seleção de fornecedores está preparado para tratá-lo conforme o que foi estabelecido na Seção 3.3.3 referente a Pós-Negociação.

Após a assinatura do contrato com o fornecedor 2, o processo de compras foi finalizado através das atividades de homologação e adjudicação propostas no modelo de seleção de fornecedores.

6 CONCLUSÕES

A tese apresenta um modelo de apoio à decisão para seleção de fornecedores que incorpora uma negociação multilateral e multiaspecto ao mecanismo de escolha do fornecedor. O modelo estrutura o processo de compras pública em um fluxo de atividades baseado na Lei nº 8.666 que é considerada a regra geral dos processos licitatórios brasileiro. Além disso, o modelo também assiste aos negociadores na busca por uma solução Pareto-eficiente que melhor atenda aos interesses das partes. Esta busca é realizada através do modelo de apoio a negociação proposto.

Uma importante contribuição do modelo de apoio a negociação proposto está relacionada ao desenvolvimento de uma estratégia de negociação para as duas partes, baseada no modelo de agregação aditivo. A definição desta estratégia permitiu alcançar resultados multiaspecto Pareto eficientes no processo de negociação realizado com cada par comprador-fornecedor, ou seja, o uso combinado das estratégias de concessão e de busca eficiente na fronteira de Pareto permitiu atingir resultados ganha-ganha máximos para ambas as partes. A solução final não teria sido facilmente encontrada caso as duas partes estivessem trabalhando isoladamente no processo de negociação, ou seja, caso elas não estivessem agindo de forma cooperativa.

A elaboração do modelo de seleção requereu a realização de estudos sobre MCDA no contexto da seleção de fornecedores e sobre negociação. O primeiro estudo foi importante porque permitiu identificar as etapas inerentes a um problema de seleção de fornecedores bem como a evolução dos modelos propostos nesta área, principalmente, no que concerne à definição dos critérios de seleção e à importância atribuída a cada um deles no processo. A partir do estudo sobre negociação, foi possível construir uma compreensão sobre o uso de abordagens de negociação em problemas de decisão e propor uma categorização das aplicações de negociação encontradas na literatura.

As limitações dos modelos propostos que foram encontrados na área de seleção de fornecedores motivaram o desenvolvimento do modelo proposto nesta tese. A nova proposta permite que, primeiramente, negociações bilaterais com todo o conjunto de fornecedores, que tenham apresentado ofertas consideradas viáveis, sejam realizadas para, em seguida, ser consolidada a escolha do melhor fornecedor envolvido no processo de compra. A escolha é feita a partir de um *ranking* de fornecedores, que é construído com base nos respectivos

desempenhos obtidos por eles no processo de negociação. Além de permitir a escolha do melhor fornecedor, a nova proposta amplia o poder de barganha do comprador que é a parte priorizada no modelo proposto.

O modelo contempla também a estruturação de todas as atividades inerentes a um processo de seleção de fornecedores, desde a captação de propostas dos fornecedores, passando pela negociação e concluindo com a resolução de possíveis conflitos, bem como a assinatura de um contrato com aquele fornecedor que apresentou o melhor pacote de ofertas dentre os disponibilizados pelos demais fornecedores.

A estruturação do fluxo de atividades inerentes ao modelo de seleção proposto foi realizada a partir da Lei nº 8.666 (Brasil, 1993) que é considerada a regra geral para se licitar no Brasil, porém ele é mais flexível e dinâmico que esta lei, pois admite propostas variáveis e busca sempre aquela que ofereça ganhos máximos conjuntos para as partes negociantes. Portanto, ele pode ser aplicado para apoiar processos licitatórios entre órgãos ou entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios (compradores) e seus fornecedores. Além disso, o modelo tem potencial para ser aplicado para apoiar processos de compras em organizações privadas. Em ambos os casos, o modelo garante que as partes envolvidas cheguem a um acordo baseado em estratégias de concessão e de busca na fronteira eficiente de Pareto.

Para utilizar o modelo de seleção de fornecedores proposto em empresas privadas é preciso, apenas, que elas aceitem seguir o fluxo de atividades proposto no modelo. Caso estas empresas possuam algum modelo de seleção já definido, elas podem incorporar aquelas atividades que acharem relevantes para os seus processos de seleção. Por exemplo, uma determinada empresa pode achar interessante incorporar ao seu modelo de seleção apenas as atividades inerentes a etapa de negociação. Para fazer esta incorporação, basta que ela inclua as atividades e procedimentos definidos no modelo proposto nesta tese.

Nestes casos, a empresa deve ter ciência sobre os aspectos custos operacionais e celeridade, que são decorrentes da Lei nº 8.666. No entanto, é importante enfatizar que as vantagens decorrentes da abordagem multicritério adotada pelo modelo de seleção de fornecedores e da estratégia de ganhos máximos conjuntos podem justificar a adoção de um processo de licitação mais oneroso e lento por parte de empresas privadas.

É importante destacar também que o modelo de seleção proposto nesta tese altera a atual regra de licitação (Brasil, 1993) para as compras públicas brasileira o que pode implicar

em restrições legais caso um órgão público queira adotar o modelo para apoiar o processo de compras. No entanto, no modelo proposto, os princípios básicos da administração pública que regeram a construção desta lei são preservados, a saber: (i) Princípio da isonomia; (ii) Princípio da supremacia do interesse público; (iii) Princípio da proporcionalidade; (iv) Princípio da finalidade; (v) Princípio da motivação; (vi) Princípio da legalidade; (vii) Princípio da impessoalidade; (viii) Princípio da moralidade; (ix) Princípio da publicidade; (x) Princípio da eficiência. Destaca-se ainda que o modelo estrutura o processo de compras públicas de forma mais transparente para os cidadãos de uma forma geral podendo reduzir inclusive os casos de corrupção envolvendo licitações públicas. Neste sentido, o modelo representa uma importante fonte para provocar discussões acerca das fragilidades do processo licitatório atual de compras públicas que nem sempre atende aos princípios básicos da administração pública.

Portanto, o modelo proposto representa uma ferramenta interessante para ajudar a solucionar os conflitos inerentes a avaliação de propostas submetidas através de um processo licitatório. Particularmente, nos casos de compras públicas, o modelo pode ajudar a reduzir a corrupção e a formação de cartéis, promover a cooperação e aumentar a transparência nas compras públicas.

6.1 Limitações do estudo

O modelo de apoio à negociação proposto foi desenvolvido para negociadores cooperativos. Para verificar a cooperação entre as partes, o mediador irá realizar uma análise individual com os negociadores para identificar se as preferências individuais pelos pacotes de ofertas seguem as suposições de Nash (1950). A identificação do melhor pacote de ofertas na fronteira eficiente de Pareto só será possível se os negociadores atenderem a estas suposições, caso eles não atendam, então, será necessário desenvolver um novo mecanismo de mediação para atender aos casos nos quais os negociadores não sejam cooperativos. A premissa de que os agentes são cooperativos é interessante no contexto das compras públicas, no entanto, pode não ser interessante em algumas situações envolvendo compradores do setor privado.

Os modelos de negociação que utilizam como base a teoria dos jogos são considerados modelos estáticos fundamentalmente porque se concentram nos resultados e não nos processos relativos a um problema de decisão. Esta limitação foi superada através da

estruturação de um modelo de apoio à negociação baseado no problema de decisão relacionado com a área de seleção de fornecedores.

6.2 Propostas para trabalhos futuros

Como proposta para trabalhos futuros é sugerido:

- Desenvolver um protocolo de comunicação para as partes, baseado também em uma intervenção mediada, visando viabilizar a troca de informações necessária, principalmente, durante as fases de pré-negociação e pós-negociação.
- Desenvolver um novo mecanismo de mediação ou utilizar um já existente na literatura para atender aos casos nos quais os negociadores não são considerados cooperativos.
- Verificar as questões de adaptações para o uso do modelo de seleção de fornecedores em outros países.
- Incorporar o aspecto capacidade dos fornecedores em disponibilizar a quantidade a ser pedida pelo comprador. Caso um fornecedor não tenha capacidade suficiente para atender o pedido do comprador, então, é possível que o comprador tenha que selecionar mais de um fornecedor para um determinado produto.
- Ampliar o modelo para atender a outros tipos de licitações públicas, tais como as direcionadas para obras, serviços, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. *Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério*. 1ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

ARBEL, A. & TONG, R. M. On the generation of alternatives in decision analysis problems. *Journal of the Operations Research Society*, 33: 377-387, 1982.

BANA E COSTA, C. A. & VANSNICK, J. C. The MACBETH approach: basic ideas, software, and an application. In: MESKENS, N. & ROUBENS, M., (eds.) *Advances in decision analysis. Mathematical modelling: theory and applications* (4). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 131-157, 1999.

BARRON, F. H. & BARRETT, B. E. Decision quality using ranked and partially ranked attribute weights. *Management Science*, 42 (11): 1515-1523, 1996.

BASADUR, M., ELLSPERMANN, S. J. & EVANS, G. W. A new methodology for formulating ill-structured problems. *Omega*, 22 (6): 627-645, 1994.

BEHZADIAN, M., KAZEMZADEH, R. B., ALBADVI, A. & AGHDASI, M. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 200 (1): 198-215, 2010.

BELTON, V. & STEWART, T. J. *Multiple criteria decision analysis: An integrated approach*. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2002.

BENAYOUN, R., de MONTGOLFIER, J., TERGNY, J. & TARITCHEV, O. Linear programming with Multiple Objective Functions: STEP Method. *Mathematical Programming*, 1 (3): 366-375, 1971.

BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. *PROMÉTHÉE – GAIA: une méthodologie d'aide à la décision de critères multiples*. Bruxelles: Éditions de L'Université de Bruxelles, 2002.

BRANS, J. P. & VINCKE, P. A preference ranking organization method: The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making. *Management Science*, 31 (6): 647-656, 1985.

BRASIL. Constituição de 1988. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF, Senado Federal, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: novembro de 2010.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 de junho de 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: novembro de 2010.

BRASIL. Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002. Institui a modalidade de licitação denominada pregão para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2011.

BRASIL. Decreto nº 5.450, de 31 de maio de 2005. Regulamenta o pregão, na forma eletrônica, para aquisição de bens e serviços comuns, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 31 de maio de 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2011.

BRASIL. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. Regula o acesso a informações previsto e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 18 de novembro de 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: junho de 2012.

BRAUN, P., BRZOSTOWSKI, J., KERSTEN, G., KIM, J.-B., KOWALCZYK, R., STRECKER, S. & VAHIDOV, R. E-Negotiation Systems and Software Agents: Methods, Models, and Applications. In GUPTA, J.N.D., FORGIONNE, G. A. & MORA, M. (ed.), *Intelligent Decision-Making Support Systems: Foundation, Applications and Challenges*, Decision Engineering Series, London: Springer, 2006.

CHEN, Y. M. & HUANG, P. N. Bi-negotiation integrated AHP in suppliers selection. *Benchmarking: An International Journal*, 14 (5): 575–593, 2007.

CLÍMACO, J. C. N. & ANTUNES, C. H. TRIMAP – an interactive tricriteria linear programming package. *Foundations of Control Engineering*, 12 (3): 101-119, 1987.

CLÍMACO, J. C. N. & ANTUNES, C. H. Implementation of a user-friendly software package – a guided tour of TRIMAP. *Mathematical and Computer Modelling*, 12(10-11): 1299-1309, 1989.

CLÍMACO, J. N., ANTUNES, C. H. & ALVES, M. J. G. *Programação Linear Multiobjetivo: Do modelo de programação linear clássico à consideração explícita de várias funções objetivos*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003.

CSÁKI, C. & GELLÉRI, P. Conditions and benefits of applying decision technological solutions as a tool to curb corruption within the procurement process: The case of Hungary. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 11(5-6): 252-259, 2005.

DE BOER, L. & VAN DER WEGEN, L. L. M. Practice and promise of formal supplier selection: A study of four empirical cases. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9 (3): 109-118, 2003.

DE BOER, L., LABRO, E. & MORLACCHI, P. A review of methods supporting supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7 (2): 75-89, 2001.

DE BOER, L., VAN DER WEGEN, L. & TELGEN, J. Outranking methods in support of supplier selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 4 (2-3): 109-118, 1998.

DEGRAEVE, Z., LABRO, E. & ROODHOOFT, F. An evaluation of supplier selection methods from a Total Cost of Ownership perspective. *European Journal of Operational Research*, 125 (1): 34-59, 2000.

DICKSON, G.W. An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of Purchasing*, 2 (1): 5-17, 1966.

EDWARDS, W. How to use multiattribute utility measurement for social decision making. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 7 (5): 326-340, 1977.

-
- EDWARDS, W. & BARRON, F.H. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 60 (3): 306-325, 1994.
- EHTAMO, H. & HÄMÄLÄINEN, R. P. Interactive multiple-criteria methods for reaching Pareto optimal agreements in negotiations. *Group Decision and Negotiation*, 10 (6): 475-491, 2001.
- ERRIDGE, A. & NONDI, R. Public procurement, competition and partnership. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 1(3): 169-179, 1994.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Federal Acquisition Regulation (FAR). Issued March 2005 by the *General Services Administration Department of Defense National Aeronautics and Space Administration*, Washington, DC. Disponível em: <http://www.acquisition.gov/far/>. Acesso em: Junho de 2013.
- FARATIN, P., JENNINGS, N. R., BUCKLE, P. & SIERRA, C. Automated negotiation for provisioning virtual private networks using fipa-compliant agents. In: *Proceedings of the Fifth International Conference on the Practical Application of Intelligent Agents and Multi-Agent Technology (PAAM-2000)*. Manchester, UK, pp. 185-202, 2000.
- FARATIN, P., SIERRA, C. & JENNINGS, N. R. Using similarity criteria to make issue trade-offs in automated negotiations. *Artificial Intelligence*, 142 (2): 205-237, 2002.
- FARIA, E. R., FERREIRA, M. A. M. & SANTOS, L. M. Electronic bidding in Brazilian public administration purchases. *International Journal of Electronic Finance*, 4 (4): 355-371, 2010a.
- FARIA, E. R., FERREIRA, M. A. M., SANTOS, L. M. & SILVEIRA, S. F. R. Fatores determinantes na variação dos preços dos produtos contratados por pregão eletrônico. *Revista de Administração Pública*, 44 (6): 1405-1428, 2010b.

-
- FATIMA, S. S., WOOLDRIDGE, M. & JENNINGS, N. R. Multi-issue negotiation under time constraints. In: *Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*. Bologna, Italy, pp. 143-150, 2002.
- FATIMA, S. S., WOOLDRIDGE, M. & JENNINGS, N. R. An agenda-based framework for multi-issue negotiation. *Artificial Intelligence*, 152 (1): 1-45, 2004.
- FISHER, R. *International Mediation: A Working Guide*. New York: International Peace Academy, 1978.
- FISHER, R., URY, W. & PATTON, B. *Getting To Yes: Negotiating an agreement without giving in*. 2nd Edition. New York, NY: Penguin Books, 1991.
- FISHBURN, P. C. Noncompensatory Preferences. *Synthese*, 33 (2): 393-403, 1976.
- GOMES, L. F. A. M & LIMA, M. M. P. P. From Modelling Individual Preferences to Multicriteria Ranking of Discrete Alternatives: A Look at Prospect Theory and the Additive Difference Model. *Foundations of Computing and Decision Sciences*, 17 (3): 171-184, 1992.
- GUO, X. & LIM, J. Negotiation support systems and team negotiations: the coalition formation perspective. *Information and Software Technology*, 49: 1121-1127, 2007.
- HO, W., XU, X. & DEY, P.K. Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202 (1): 16-24, 2010.
- HOLSAPPLE, C. W., LAI, H. & WHINSTON, A. B. A formal basis for negotiation support system research. *Group Decision and Negotiation*, 7: 203–227, 1998.
- HOMANS, G. C. *Social behaviour: Its elementary form*. New York: Harcourt, Brace & World, 1961.
- HOWARD, R. A. Decision analysis: practice and promise. *Management Science*, 34 (6): 679-695, 1988.

-
- HWANG, C. L. & YOON, K. *Multi Attribute Decision Making*. New York: Springer, 1981.
- JIAO, J., YOU, X. & KUMAR, A. An agent-based framework for collaborative negotiation in the global manufacturing supply chain network. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 22 (3): 239-255, 2006.
- KEENEY, R. L. & RAIFFA, H. *Decisions with multiple objectives: Preferences and value tradeoffs*. New York: Wiley, 1976.
- KEENEY, R. L. Creativity in decision making with value-focused thinking. *Sloan Management Review*, 35 (4): 33-41, 1994.
- KERSTEN, G. E. The Science and Engineering of E-Negotiation: An Introduction. In: *36th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'03)*, 1 (1): 27a, 2003.
- KLAUE, S., KURBEL, K. & LOUTCHKO, I. Automated negotiation on agent-based e-marketplaces: An overview. In: *Proceedings of the 14th Bled Electronic Commerce Conference*. Bled, Slovenia, pp. 508–519, 2001.
- KORHONEN, P. & WALLENIUS, J. A Pareto Race. *Naval Research Logistics*, 35: 615-623, 1988.
- LAI, G., LI, C., SYCARA, K. & GIAMPAPA, J. Literature review of multi-attribute negotiations. *Technical Report*, CMU-RI-TR-04–66, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, USA, 2004.
- LAI, G.M., LI, C.H. & SYCARA, K. Efficient multi-attribute negotiation with incomplete information. *Group Decision and Negotiation*, 15 (5): 511-528, 2006.
- LAU, R. Y. K. Towards genetically optimised multi-agent multi-issue negotiations. In: *Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2005)*, Washington, DC, USA, pp. 1-10, 2005.

-
- LAWTHER, W. C. & MARTIN, L. L. Innovative practices in public procurement partnerships: The case of the United States. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 11(5-6): 212-220, 2005.
- LIM, L.-H. & BENBASAT, I. A theoretical perspective of negotiation support systems. *Journal of Management Information Systems*, 9 (3): 27-44, 1993.
- LIN, R. J. & CHOU, S. T. Mediating a bilateral multi-issue negotiation. *Electronic Commerce Research and Applications*, 3 (2): 126-138, 2004.
- LOMUSCIO, A., WOOLDRIDGE, M. & JENNINGS, N. R. A classification scheme for negotiation in electronic commerce. *Group Decision and Negotiation*, 12 (1): 31-56, 2003.
- LOUTA, M., ROUSSAKI, I. & PECHLIVANOS, L. An intelligent agent negotiation strategy in the electronic marketplace environment. *European Journal of Operational Research*, 187 (3): 1327-1345, 2008.
- LUO, X., JENNINGS, N. R., SHADBOLT, N., LEUNG, H. & LEE, J. H. A fuzzy constraint based model for bilateral multi-issue negotiations in semi-competitive environments. *Artificial Intelligence*, 148 (1-2): 53-102, 2003.
- MENEZES, R. A., SILVA, R. B. & LINHARES, A. Leilões eletrônicos reversos multiatributo: uma abordagem de decisão multicritério aplicada às compras públicas brasileiras. *Revista de Administração Contemporânea*, 11 (3): 11-33, 2007.
- NASH JR., J. F. The Bargaining Problem. *Econometrica*, 18 (2): 155-162, 1950.
- PADHI, S. S. & MOHAPATRA, P. K. J. Detection of collusion in government procurement auctions. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 17 (4): 207-221, 2011.
- PERES, U. D. Custos de Transação e Estrutura de Governança no Setor Público. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 9 (24): 15-30, 2007.
- RAIFFA, H. *The art and science of negotiation. How to resolve conflicts and get the best out of bargaining*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

-
- ROSENHEAD, J. *Rational Analysis for a Problematic World*. New York: Wiley, 1989.
- ROY, B. *Multicriteria methodology for decision aiding*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- SAATY, T. L. *The analytical hierarchy process*. New York: McGraw-Hill, 1988.
- SANDHOLM, T. Agents in electronic commerce: Component technologies for automated negotiation and coalition formation. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 3 (1): 73-96, 2000.
- SANDHOLM, T., SIKKA, S. & NORDEN, S. Algorithms for optimizing leveled commitment contracts. In: *Proceedings of the 16th International Joint Conference on Artificial Intelligence*. Stockholm, Sweden, pp. 535-540, 1999.
- SCHRAMM, F. & MORAIS, D. C. Decision support model for selecting and evaluating suppliers in the construction industry. *Pesquisa Operacional*, 32 (3): 643-662, 2012.
- SLOWINSKI, R. *Intelligent Decision Support: Handbook of Applications and Advances of the Rough Sets Theory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992.
- SOH, L. K. & LI, X. Adaptive, confidence-based multi-agent negotiation strategy. In: *Proceedings of Autonomous Agents and Multi-agent Systems (AAMAS 2004)*, pp. 1048-1055, 2004.
- STEUER, R. E. An interactive multiple objective linear programming procedure. *TIMS Studies in The Management Sciences*, 6: 225-239, 1977.
- STEUER, R. E. *Multiple Criteria Optimization: Theory, Computation and Application*. New York: Wiley, 1986.
- TALLURI, S. A buyer-seller game model for selection and negotiation of purchasing bids. *European Journal of Operational Research*, 143 (1): 171-180, 2002.

-
- TALLURI, S., VICKERY, S.K. & NARAYANAN, S. Optimization models for buyer-supplier negotiations. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 38 (7): 551-561, 2008.
- UNIÃO EUROPEIA. Directiva nº 2004/18/CE, de 31 de março de 2004. Regula os procedimentos para a adjudicação de contratos de obras públicas, de contratos de fornecimento público e de contratos de serviços públicos. *Jornal Oficial da União Europeia*, Strasbourg, França, 31 de março de 2004. Disponível em: <http://www.europa.eu>. Acesso em: Junho de 2013.
- VINCKE, P. *Multi-criteria decision aid*. Bruxelles: John Wiley and Sons, 1992.
- VON NEUMANN, J. & MORGENSTEM, O. *The Theory of Games and Economic Behavior*, 3d ed. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1953.
- WANG, J. & ZIONTS, S. Negotiating wisely: Considerations based on MCDM/MAUT. *European Journal of Operational Research*, 188 (1): 191-205, 2008.
- WARREN, K. Exploring competitive futures using cognitive mapping. *Long Range Planning*, 28 (5): 10-21, 1995.
- WEBER, C. A., CURRENT, J. R. & BENTON, W. C. Vendor selection criteria and methods. *European Journal of Operational Research*, 50 (1), 2-18, 1991.
- WEI, Q., ZHANG, J. & ZHANG, X. An inverse DEA model for inputs/outputs estimate. *European Journal of Operational Research*, 121: 151-63, 2000.
- ZHANG, L., SONG, H., CHEN, X. & HONG, L. A simultaneous multi-issue negotiation through autonomous agents. *European Journal of Operational Research*, 210: 95-105, 2011.
- ZIONTS, S. & WALLENIUS, J. An interactive programming method for solving the multiple criteria problem. *Management Science*, 22: 652-663, 1976.

ZIONTS, S. & WALLENIOUS, J. An interactive multiple objective linear programming method for a class of underlying nonlinear value functions. *Management Science*, 29: 519-529, 1983.