

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

**MODELO INTEGRADO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO
DE DESEMPENHO DE FORNECEDORES**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

MARIA CREUZA BORGES DE ARAÚJO

Orientadora: Prof^a Luciana Hazin Alencar

RECIFE, Novembro/ 2012

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

A663m

Araújo, Maria Creuza Borges de.

Modelo integrado para seleção e avaliação de desempenho de fornecedores / Maria Creuza Borges de Araújo. - Recife: O Autor, 2012.

xv, 120 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Hazin Alencar.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2012.

Inclui Referências e Anexo.

1. Engenharia de Produção. 2. Cadeia de Suprimentos. 3. Seleção de Fornecedores. 4. Avaliação de Desempenho. 5. Modelo Multicritério de Apoio à Decisão. 6. PROMETHEE. I. Alencar, Luciana Hazin. (Orientadora). II. Título.

UFPE

658.5 CDD (22. ed.)

BCTG/2012-294



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

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO ACADÊMICO DE

MARIA CREUZA BORGES DE ARAÚJO

**“MODELO INTEGRADO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE
DESEMPENHO DE FORNECEDORES”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PESQUISA OPERACIONAL

A comissão examinadora composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera a candidata **MARIA CREUZA BORGES DE ARAÚJO APROVADA.**

Recife, 20 de novembro de 2012.

Prof. CRISTIANO ALEXANDRE VIRGÍNIO CAVALCANTE, Doutor (UFPE)

Profª. DANIELLE COSTA MORAIS, (UFPE)

Prof. JERONYMO JOSÉ LIBONATI, Doutor (UFPE)

*Aos meus pais, Lúcia e Anchieta,
e aos meus irmãos, Vinícius e Victor,
por todo o carinho, amor e companheirismo
ao longo desta jornada de aprendizados e vitórias.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu força e determinação para superar todos os obstáculos ao longo do período de realização deste trabalho;

A meus pais, que sempre me ensinaram a importância do conhecimento para o crescimento pessoal e apoiam todas as minhas escolhas pessoais e profissionais;

A meus familiares, que para mim são exemplos de fé, união e força, e que são meu porto seguro nos momentos de dificuldades e alegrias;

A Victor, pelo apoio e dedicação prestados, por estar sempre ao meu lado, me auxiliando e dando-me forças para continuar na caminhada;

À professora Luciana Hazin de Alencar, minha orientadora, que contribuiu significativamente para a realização deste sonho através de seu amplo conhecimento e auxílio a esta pesquisa. Agradeço por sua confiança em meu trabalho e por sua dedicação, sendo um exemplo de profissional que desejo seguir;

Aos professores Jeronymo Libonati e Danielle Moraes, pelas valiosas contribuições, que auxiliaram o enriquecimento deste trabalho.

Aos meus amigos de longa data, por perdoar a minha ausência em diversas ocasiões e por serem pessoas com quem sempre posso contar. Assim como aqueles que conheci durante o período do mestrado, com quem dividi momentos de preocupações, estudos e alegrias, que foram um apoio indispensável para a realização deste sonho;

Ao professor Ivanildo Fernandes Araújo, um exemplo de educador, que durante a graduação me auxiliou nos caminhos da pesquisa científica e foi um dos pilares do meu desejo em trabalhar na área acadêmica.

A todos os professores e funcionários do PPGEP/UFPE, que contribuíram para minha formação acadêmica;

A CAPES, pelo auxílio financeiro concedido durante o período de mestrado.

“Ó Deus, tu és o meu Deus, eu te procuro. Minha alma tem sede de ti. Valendo teu amor mais que a vida, meus lábios te glorificarão. Assim, vou bendizer-te em toda a minha vida, e em teu nome levantar as minhas mãos.”

Salmo 63, 2. 4-5.

RESUMO

Devido à alta competitividade do mercado, as empresas buscam formas de melhoria contínua de seu desempenho global. Desta forma, a construção de relacionamentos de longo prazo com fornecedores adequados advém como uma ferramenta importante para as organizações, o que traz a necessidade do uso de técnicas estruturadas para a contratação destes fornecedores. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a proposição de um modelo multicritério de apoio à decisão para a seleção e avaliação do desempenho de fornecedores. Como principal resultado deste estudo, foi proposto um modelo que emprega uma adaptação do PROMETHEE em grupo, que utiliza o PROMETHEE III, em conjunto com o PROMETHEE V para a seleção, e o PROMSORT para a avaliação do desempenho dos fornecedores. Em seguida, foi realizada uma simulação de seu uso para a indústria de alimentação. A sistemática proposta apresentou como principais vantagens: integração entre as fases de seleção e avaliação de fornecedores, procedimento estruturado para a abordagem das preferências dos decisores, inclusão dos aspectos qualitativos e quantitativos do processo, agregação das preferências de gerentes de vários departamentos para a seleção e determinação do tipo de relacionamento a ser construído com fornecedores já contratados.

Palavras-chave: Cadeia de Suprimentos; Seleção de Fornecedores; Avaliação de Desempenho; Modelo Multicritério de Apoio à Decisão; PROMETHEE.

ABSTRACT

Owing to highly competitive market, companies seek ways to continuously improve their overall performance. Thus, building long-term relationships with appropriate suppliers comes as an important tool for businesses, which brings the need to use structured techniques for contracting these providers. In this context, the present study aimed to propose a multicriteria decision support model for selecting and evaluating the performance of suppliers. The main result of this study, it was proposed a model that uses adaptations of PROMETHEE-GDSS, PROMETHEE V and PROMSORT for selection and evaluating supplier performance. Then, we performed a simulation of its use for the food industry. The main advantages of the proposed model are: integration between the phases of selection and evaluation of suppliers, structured approach to address the preferences of decision makers, including the qualitative and quantitative aspects of the process, aggregation of the preferences of managers of various departments and determining the type of relationship to be built with contracted suppliers.

Keywords: Supply Chain; Supplier Selection; Performance Evaluation; Multicriteria Decision Aid Model; PROMETHEE.

SUMÁRIO

1	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
1.1	RELEVÂNCIA DO ESTUDO	3
1.2	OBJETIVOS	5
1.2.1	OBJETIVO GERAL	5
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.3	METODOLOGIA	5
1.3.1	MODELAGEM	6
1.3.2	SIMULAÇÃO	8
1.4	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	9
2	<u>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</u>	10
2.1	LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	10
2.1.1	VISÃO GERAL	10
2.1.2	RELACIONAMENTO CLIENTE-FORNECEDOR NA CADEIA DE SUPRIMENTOS	15
2.2	APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO	25
2.2.1	VISÃO GERAL	25
2.2.2	ATORES DO PROCESSO DE DECISÃO	27
2.2.3	PROBLEMÁTICAS DE REFERÊNCIA	28
2.2.4	MODELAGEM DAS PREFERÊNCIAS DO DECISOR	29
2.3	MÉTODOS MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO	30
2.3.1	ABORDAGEM DE CRITÉRIO ÚNICO DE SÍNTESE	30
2.3.2	ABORDAGEM DE JULGAMENTO LOCAL INTERATIVO	31
2.3.3	ABORDAGEM DE SOBRECLASSIFICAÇÃO	31
2.4	DECISÃO EM GRUPO	41
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO	45
3	<u>PESQUISA BIBLIOGRÁFICA</u>	46
3.1	MODELOS MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES	46
3.2	INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO	51
3.3	CONCLUSÕES SOBRE O CAPÍTULO	55
4	<u>SISTEMÁTICA PROPOSTA PARA A SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE FORNECEDORES</u>	57
4.1	DETERMINAÇÃO DOS OBJETIVOS DA ORGANIZAÇÃO	57
4.2	DESCRIÇÃO DA SISTEMÁTICA	58

4.2.1	PRIMEIRA ETAPA: SELEÇÃO DOS FORNECEDORES.....	60
4.2.2	SEGUNDA ETAPA: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS FORNECEDORES	64
4.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	66
5	<u>APLICAÇÃO NUMÉRICA DO MODELO PROPOSTO</u>	<u>67</u>
5.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA SIMULADA.....	67
5.2	DETERMINAÇÃO DOS OBJETIVOS DA ORGANIZAÇÃO	67
5.2.1	CRIAÇÃO DE UM COMITÊ DE SELEÇÃO SIMULADO	68
5.2.2	DETERMINAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO DE FORNECEDORES	68
5.3	PRIMEIRA ETAPA: SELEÇÃO DE FORNECEDORES	75
5.3.1	IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO ESTRATÉGICO	75
5.3.2	IDENTIFICAÇÃO DOS FORNECEDORES	76
5.3.3	PRÉ-SELEÇÃO DE FORNECEDORES.....	77
5.3.4	SELEÇÃO DOS FORNECEDORES.....	78
5.4	SEGUNDA ETAPA: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS FORNECEDORES	93
5.4.1	DETERMINAÇÃO DOS CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS FORNECEDORES	93
5.4.2	IDENTIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS	96
5.4.3	AVALIAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	97
5.4.4	AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DOS CRITÉRIOS.....	100
5.4.5	APLICAÇÃO DO PROMSORT PARA A CLASSIFICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	101
5.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CAPÍTULO.....	104
6	<u>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....</u>	<u>106</u>
6.1	CONCLUSÕES.....	106
6.2	SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	109
	<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>110</u>
	<u>ANEXO I.....</u>	<u>118</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Elementos básicos da logística.....	11
Figura 2.2 - A integração logística.....	11
Figura 2.3 - Visão simplificada da cadeia de suprimentos.....	13
Figura 2.4 - Modelo geral da cadeia de suprimentos.	15
Figura 2.5- Matriz de Portfólio	23
Figura 2.6- Fatores competitivos.	25
Figura 2.7 - Método de agregação em nível de entrada.	43
Figura 2.8 - Método de agregação em nível de saída.....	43
Figura 4.1- Etapas para a identificação dos objetivos da organização.....	57
Figura 4.2 - Sistemática para seleção e avaliação de desempenho	59
Figura 4.3 – Modelo Multicritério de Decisão em Grupo para a Seleção	63
Figura 4.4 – Modelo multicritério para avaliação de desempenho dos fornecedores.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 - Métodos comuns para análise de fornecedores.....	21
Quadro 5.1- Membros do comitê de seleção.....	68
Quadro 5.2 – Níveis de preferência para a entrega	69
Quadro 5.3 - Níveis de preferência para a habilidade	71
Quadro 5.4 - Níveis de preferência para a responsividade.....	71
Quadro 5.5 - Níveis de preferência para as capacidades tecnológicas.....	71
Quadro 5.6 - Níveis de preferência para o desejo de fechar negócio.....	72
Quadro 5.7 - Níveis de preferência para gestão e organização do fornecedor.....	72
Quadro 5.8 - Níveis de preferência para os sistemas gerenciais	72
Quadro 5.9 - Níveis de preferência para o compromisso.....	73
Quadro 5.10 - Níveis de preferência para a eficiência	73
Quadro 5.11 - Níveis de preferência para as capacidades técnicas.....	74
Quadro 5.12 - Níveis de preferência da flexibilidade	74
Quadro 5.13 - Níveis de preferência da capacidade de cooperação.....	75
Quadro 5.14 - Níveis de preferência para a impressão no contato pessoal.....	75
Quadro 5.15 – Determinação dos fornecedores	76
Quadro 5.16 – Codificação dos critérios para pré-seleção.....	77
Quadro 5.17 – Codificação dos critérios para seleção de fornecedores.....	79
Quadro 5.18 – Níveis de preferência para a entrega	94
Quadro 5.19 - Níveis de preferência para a eficiência	95
Quadro 5.20 - Níveis de preferência para as capacidades técnicas.....	95
Quadro 5.21 - Níveis de preferência para o compromisso.....	95
Quadro 5.22 - Níveis de preferência da flexibilidade	96
Quadro 5.23 – Níveis de preferência para o histórico de performances	96
Quadro 5.24 – Determinação das alternativas para o modelo.....	97
Quadro 5.25 – Codificação dos critérios.....	98
Quadro 5.26 – Relações de sobreclassificação	102
Quadro 5.27 – Classificação dos fornecedores	103
Quadro A.1 – Relação de critérios para a pré-seleção de fornecedores.....	118
Quadro A.2 – Relação de critérios para a seleção de fornecedores de longo prazo	119
Quadro A.3 – Relação dos critérios para a avaliação de desempenho	120

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Critérios Generalizados.....	34
Tabela 5.1 – Tabela de Avaliação para a Pré-seleção.....	78
Tabela 5.2 – Escala para julgamento da importância relativa do compromisso.....	79
Tabela 5.3 - Escala para julgamento da importância relativa da eficiência.....	79
Tabela 5.4 - Escala para julgamento da importância relativa das capacidades técnicas.....	80
Tabela 5.5 - Escala para julgamento da importância relativa da flexibilidade.....	80
Tabela 5.6 - Escala para julgamento da capacidade de cooperação.....	80
Tabela 5.7 - Escala para julgamento da importância relativa da impressão pessoal.....	80
Tabela 5.8 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios 1.....	81
Tabela 5.9 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios 2.....	81
Tabela 5.10 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios 3.....	81
Tabela 5.11 – Pesos, funções de preferência e parâmetros para cada decisor.....	82
Tabela 5.12 – Fluxos para o decisor 1.....	83
Tabela 5.13 – Fluxos para o decisor 2.....	83
Tabela 5.14 - Fluxos para o decisor 3.....	83
Tabela 5.15 – Fluxos intervalares para o decisor 1.....	84
Tabela 5.16 – Fluxos intervalares para o decisor 2.....	84
Tabela 5.17-Fluxos intervalares para o decisor3.....	84
Tabela 5.18 – Fluxos Líquidos Globais.....	85
Tabela 5.19 - Fluxos intervalares globais.....	85
Tabela 5.20 – Dados do Problema.....	87
Tabela 5.21- Fluxos líquidos segundo a transformação de Mavrotas et al.	88
Tabela 5.22- Fluxos líquidos segundo a transformação de Almeida & Vetschera.....	88
Tabela 5.23 – Valores dos portfólios c-ótimos para os k critérios.....	89
Tabela 5.24 – Pesos dos critérios para decréscimo nos pesos.....	90
Tabela 5.25 – Ordenação das alternativas para o decisor 1 (análise 1).....	90
Tabela 5.26 – Ordenação das alternativas para o decisor 2 (análise 1).....	90
Tabela 5.27 – Ordenação das alternativas para o decisor 3 (análise 1).....	91
Tabela 5.28 – Ordenação do ranking global (análise 1).....	91
Tabela 5.29- Pesos dos critérios para acréscimo nos pesos.....	92
Tabela 5.30 – Ordenação das alternativas para o decisor 1 (análise 2).....	92
Tabela 5.31 - Ordenação das alternativas para o decisor 2 (análise 2).....	92

Tabela 5.32 - Ordenação das alternativas para o decisor 3 (análise 2)	92
Tabela 5.33- Ordenação do ranking global (análise 2)	93
Tabela 5.34 - Escala para julgamento da importância relativa da entrega.....	98
Tabela 5.35 - Escala para julgamento da importância relativa da eficiência	98
Tabela 5.36 - Escala para julgamento das capacidades técnicas.....	99
Tabela 5.37 – Escala para julgamento da importância relativa do compromisso	99
Tabela 5.38 - Escala para julgamento da importância relativa da flexibilidade	99
Tabela 5.39 – Escala para julgamento do histórico de <i>performances</i>	99
Tabela 5.40 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios	100
Tabela 5.41- Matriz de avaliação dos perfis limites em relação aos critérios.....	100
Tabela 5.42 – Parâmetros dos critérios	101
Tabela 5.43- Fluxos das alternativas	102
Tabela 5.44 – Pesos dos critérios para variações na qualidade e credibilidade	104
Tabela 5.45–Fluxos das alternativas	104

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 2.1	29
Equação 2.2	29
Equação 2.3	35
Equação 2.4	35
Equação 2.5	35
Equação 2.6	35
Equação 2.7	38
Equação 2.8	38
Equação 2.9	40
Equação 5.1	70
Equação 5.2	70
Equação 5.3	74

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação

AHP – *Analytic Hierarchy Process*

AMD – Apoio Multicritério à Decisão

ANP – *Analytic Network Process*

BSPR – Sistema Básico de Preferências do Decisor

CBR – *Case-Based Reasoning*

CSCMP – *Concil of Supply Chain Management*

CSPR – Sistema Consolidado de Preferências do Decisor

DEA – *Data Envelopment Analysis*

ELECTRE – *Elimination Et Choix Traduisant la REalité*

FPP – *Fuzzy Preference Programming*

GA – *Genetic Algorithm*

GDSS – *Group Decision Support Systems*

JIT – *Just – in – Time*

MOLP – *Multi-objective Linear Programming*

PCA – Análise de Componentes Principais

PO – Pesquisa Operacional

PROMETHEE – *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*

SMART – *Simple Multi-Attribute Rating Techique*

1 INTRODUÇÃO

Na atual conjuntura de negócios, onde a competitividade é crescente e assume escalas globais, as empresas necessitam buscar formas de gestão que impliquem em uma melhoria contínua de seu desempenho junto aos clientes. Neste contexto, o gerenciamento da cadeia de suprimentos em que a organização está inserida surge como fator fundamental para o sucesso do negócio. “O princípio básico do gerenciamento da cadeia de suprimentos está fundamentado na convicção de que a eficiência pode ser aprimorada por meio do compartilhamento de informação e de planejamento conjunto” (Bowersox & Closs, 2008, p. 99). Miocevic (2011) afirma que, o sucesso desta cadeia depende da capacidade de integrar metas e objetivos das empresas participantes.

Inserida no gerenciamento da cadeia de suprimentos, a área de compras, antes vista como geradora de custos para a empresa, tem se destacado cada vez mais como uma área essencial para o negócio. Uma gestão eficiente de compras pode auxiliar na melhoria do desempenho global da firma, a partir da diminuição de custos de produção, da maior credibilidade junto aos clientes, rapidez na entrega, qualidade e segurança dos produtos, entre outros. “Quando grande parte da receita da empresa é gasta com material e serviços, a área de compras representa uma grande oportunidade para aumentar a lucratividade” (Bozarth & Handfield, 2008).

Gencer & Gürpınar (2006) definem duas razões principais pelas quais as decisões de compra têm grande impacto sobre a empresa: a primeira é que em muitas organizações o custo de bens e serviços adquiridos ultrapassa mais de 60% do custo das mercadorias vendidas; em segundo lugar, mais de 50% de todos os defeitos de qualidade são advindos da compra de material. Já Zeydan *et al.* (2010) afirmam que, para produtos de alta tecnologia, a matéria-prima representa até 80% do custo total do produto.

Um aspecto fundamental para a área de compras é a escolha correta de seus fornecedores, pois o desempenho dos mesmos pode influenciar a imagem da firma junto a seus clientes. Para Li *et al.* (2011), as empresas de manufatura percebem cada vez mais que o desempenho do fornecedor é crucial para estabelecer e manter sua vantagem competitiva. Segundo Haleh & Hamidi (2010), o desempenho dos fornecedores afeta a qualidade, o preço e o risco na realização dos objetivos de uma cadeia de suprimentos.

Devido à importância dos fornecedores para as organizações, as empresas passaram a buscar o estabelecimento de relações de longo prazo com aqueles que apresentam bom desempenho. É importante ressaltar que “escolher os fornecedores certos envolve muito mais

do que digitalizar uma série de listas de preços, e, as escolhas dependerão de uma ampla gama de fatores quantitativos e qualitativos” (Ho *et al.*, 2009, p. 1). Zeydan *et al.* (2010) afirmam que uma seleção correta dos fornecedores faz uma grande diferença na redução dos custos operacionais futuros e na melhoria de seus produtos finais.

Segundo Wang (2010), como as empresas enfatizam cada vez mais relações de cooperação com fornecedores críticos, os executivos estão utilizando avaliações de fornecedores para garantir que seus objetivos de negócios sejam cumpridos de forma consistente e com desempenho geral aceitável. Esta avaliação pode ser realizada durante o processo de seleção, onde será observado se os fornecedores possuem os requisitos para trabalhar junto à empresa, como também poderá ser realizada a análise do desempenho daqueles que já trabalham junto à firma, para determinar se a relação deve ser mantida ou não.

Lysons & Farrington (2006) listam algumas das razões pelas quais é importante avaliar o desempenho dos fornecedores:

- A avaliação pode melhorar significativamente o desempenho do fornecedor;
- Auxilia o decisor a determinar quando um fornecedor deve ser retido ou removido de uma lista de aprovação;
- Ajuda a decidir com que fornecedores uma ordem específica deve ser colocada;
- Provê aos fornecedores um incentivo para melhoria contínua e evita a diminuição do desempenho e;
- Pode auxiliar nas decisões sobre como distribuir um item entre vários fornecedores para melhor gerir o risco.

Desta forma, as empresas necessitam de métodos estruturados para selecionar e avaliar o desempenho de seus fornecedores, e, a partir destes, criar relacionamentos de longo prazo com os fornecedores adequados às necessidades da organização. Devido à existência de vários fatores relacionados a esta avaliação, tal problema pode ser caracterizado como um problema multicritério de apoio à decisão e, desta forma, deve-se utilizar métodos específicos para a situação.

Neste contexto, o presente estudo visa à determinação de um modelo multicritério de apoio à decisão que auxilie as empresas na seleção de fornecedores e na avaliação do desempenho daqueles que já trabalham junto à organização, e, a partir desta análise, forneça informações sobre qual tipo de parceria cliente-fornecedor deve ser estabelecida entre as duas partes.

1.1 Relevância do Estudo

Durante um longo período, as empresas viam clientes e fornecedores como adversários. Segundo Burt *et al.* (2002), até a década de 80, maiores estoques estavam disponíveis para acomodar problemas de qualidade, além disso, entregas atrasadas e múltiplas fontes de abastecimento permitiam ao comprador realizar uma pequena gestão de fornecedores, o que resultava em maiores preços, menor qualidade e recebimento de itens que não eram completamente idênticos, além de interrupções na produção e quebra de compromissos de entrega aos clientes.

Entretanto, o aumento da competitividade levou os executivos a analisar as vantagens da cooperação e a observarem que “tratar os fornecedores como parceiros, em vez de adversários, significa a possibilidade de obter maior sensibilidade às variações das necessidades do mercado” (Gomes & Ribeiro, 2004, p. 122). Além disso, com a ascensão dos estudos sobre o gerenciamento da cadeia de suprimentos, os empresários passaram a observar a ligação entre os elos dessa cadeia, e, entender que relações do tipo ganha-perde podem influenciar, de forma negativa, o seu desempenho geral.

“Como, a longo prazo, cada participante tem suas recompensas ou sofre perdas como resultado do desempenho do canal inteiro, é cada vez maior a convicção de que a cooperação com clientes e fornecedores no estabelecimento de relações comerciais na cadeia de suprimentos tem suas vantagens” (Bowersox & Closs, 2008, p. 98).

Neste contexto, as empresas passaram a buscar relacionamentos duradouros, de forma a estabelecer parcerias com um número menor de fornecedores, mas que possuam maior credibilidade e qualidade. Zeydan *et al.* (2010) afirmam que, além da redução dos custos, as companhias trabalham continuamente com seus fornecedores para a redução do tempo de desenvolvimento do produto, melhoria da qualidade, redução do *lead time* e maior inovação através de um melhor *design* e do aumento da flexibilidade. Segundo Lin (2008), para assegurar as vantagens competitivas, as organizações precisam integrar suas competências centrais e capacidades com seus fornecedores, pois encontrar parceiros capazes é uma questão imperativa na gestão moderna das empresas. Por estes motivos, percebe-se que “o desenvolvimento dos fornecedores tem sido uma questão de considerável pesquisa no gerenciamento da cadeia de suprimentos” (Li *et al.*, 2011, p.1).

Neste sentido, para assegurar fornecedores adequados à necessidade da empresa, os executivos não devem simplesmente buscar aqueles com menor preço, mas é preciso realizar uma avaliação detalhada do desempenho dos mesmos, pois “a seleção de fornecedores errados pode ser suficiente para prejudicar a posição financeira e operacional da companhia” (Önüt *et*

al., 2008, p.1). Desta forma, a avaliação do desempenho dos fornecedores é essencial para obter os resultados esperados com as parcerias.

É importante perceber que tal análise leva em consideração vários critérios, tais como custo, qualidade do produto, tempo de produção e prazo de entrega, que variam de acordo com o tipo de indústria e as preferências do decisor. Assim, a avaliação de desempenho é considerada um problema de decisão multicritério e, por este motivo, deve ser solucionado a partir do método multicritério mais adequado à situação, e, que depende do tipo de problemática, dos dados disponíveis e das informações desejadas.

Segundo Chou & Chang (2008), os fabricantes não podem prever precisamente as demandas dos clientes e preferem gerenciar os fornecedores através de diferentes métodos, tais como seleção, avaliação, desenvolvimento e coordenação. Neste aspecto, Amin & Razmi (2009) asseveram que, a maioria das pesquisas tem focado na seleção ou avaliação ou desenvolvimento de fornecedores separadamente, e que são necessários modelos integrados para o gerenciamento de fornecedores que preencham esta lacuna na literatura. Desta forma, é imprescindível a utilização de metodologias integradas para a seleção e análise do desempenho dos fornecedores que serão contratados, assim como daqueles que já trabalham junto à organização. Além disso, é necessária a avaliação de vários fatores, que podem ser subjetivos ou objetivos, para a análise adequada destes fornecedores. Portanto, observa-se a necessidade da utilização de métodos multicritério para a resolução deste problema.

Neste contexto, a Indústria de Alimentação foi escolhida para a realização deste trabalho por várias questões. Inicialmente, os alimentos possuem efeito direto sobre a saúde dos consumidores, o que traz a necessidade de produtos com elevado nível de qualidade. Segundo Talamini *et al.* (2005), há uma crescente preocupação com a segurança dos alimentos, de forma que o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos pode apresentar uma importante contribuição para um maior compartilhamento de informações e práticas produtivas.

Outro fator é a importância da seleção de fornecedores adequados, pois a matéria-prima fornecida é essencial para a qualidade dos produtos fabricados. Ni-Di & Ming-Xian (2010) afirmam que, no setor de alimentos, a ênfase na qualidade da matéria-prima, no prazo de entrega e nos custos adiciona um novo nível de complexidade para a terceirização e decisões de seleção de fornecedores. Neste sentido, “a avaliação e seleção de fornecedores é um importante processo para a Cadeia de Suprimentos de Alimentos” (Xu *et al.*, 2010).

Finalmente, o setor de alimentos tem grande importância para a economia brasileira. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação – ABIA (2012), o setor conta

com 32 mil empresas formais, que obtiveram um faturamento de R\$ 383,3 milhões em 2011, o equivalente a 9% do Produto Interno Bruto do país no referido ano. Os dados levantados pela ABIA (2012) indicam também que o setor foi essencial para a geração de saldo comercial positivo para o Brasil, pois atingiu um saldo de US\$ 38,4 bilhões em 2011, enquanto o saldo total da economia brasileira para o mesmo período foi de US\$ 29,8 milhões. Por fim, a ABIA (2012) expõe que o setor obteve um crescimento de 90,4% no número de empregos entre os anos de 1992 e 2011, com uma média anual de 3,3%, porcentagem maior que a média anual da indústria de transformação, de 2,6% ao ano.

Diante do exposto, observa-se a importância da seleção e avaliação do desempenho dos fornecedores na indústria de alimentos, pois estas implicarão em maior competitividade para as empresas, o que é essencial no atual ambiente de negócios. Além disso, percebe-se a necessidade de utilizar métodos multicritério de apoio à decisão, pois os mesmos poderão considerar todos os fatores relevantes para a firma, visto que problemas que consideram apenas um critério podem levar a organização a estabelecer relações com fornecedores que não sejam adequados, já que um único fator não consegue absorver todas as necessidades da empresa.

1.2 Objetivos

Objetivo Geral

Propor um modelo multicritério de apoio à decisão para a seleção de fornecedores e avaliação de desempenho destes após a contratação.

Objetivos Específicos

- Determinar critérios para seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores;
- Elaborar um modelo de tomada de decisão multicritério para seleção e avaliação do desempenho dos fornecedores;
- Realizar a simulação do modelo proposto.

1.3 Metodologia

O presente estudo propõe a construção de um modelo de apoio à decisão multicritério para seleção e avaliação de desempenho de fornecedores, utilizando como base a modelagem de problemas de Pesquisa Operacional (PO).

Desta forma, na primeira etapa do trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, ou seja, aquela baseada “na análise da literatura já publicada em forma de livros, revistas,

publicações avulsas, imprensa escrita e até eletronicamente, disponibilizada na internet” (Silva & Menezes, 2001, p. 38). Assim, foram utilizados artigos de periódicos nacionais e internacionais, estudos publicados em anais de congressos, livros impressos e eletrônicos, como também sites relacionados aos temas relevantes. Esta pesquisa teve o intuito de obter o conhecimento necessário acerca do tema e criar uma base consistente de informações a ser utilizadas no estudo.

Para a proposição da sistemática de análise de fornecedores, foi empregada uma metodologia baseada nas fases identificadas por Ackoff & Sasieni (1971) para a modelagem de projetos de Pesquisa Operacional.

Modelagem

De acordo com Roy (1996), um modelo é um esquema de uma família de questões considerada como uma representação de uma classe de fenômenos, que o investigador remove de seu ambiente para auxiliar a investigação e facilitar a comunicação.

“A utilização de modelos permite compreender melhor o ambiente em questão, identificar problemas, formular estratégias e oportunidades e apoiar e sistematizar o processo de tomada de decisões” (Cauchick Miguel, 2010, p. 166).

A metodologia empregada na dissertação foi realizada com base nas fases identificadas por Ackoff & Sasieni (1971) para a modelagem de um projeto de PO:

1. Formulação do problema;
2. Construção do modelo;
3. Obtenção da solução;
4. Teste do modelo e avaliação da solução;
5. Implantação e acompanhamento da solução.

Normalmente, ao se decidir estudar um determinado problema, o analista não o encontrará estruturado, pelo contrário, poderá se deparar com informações imprecisas e desorganizadas. Desta forma, Moreira (2010) afirma que, a primeira etapa da modelagem requer a transformação de tais informações, em um problema estruturado. Assim, o pesquisador deverá analisar as necessidades do decisor e, a partir daí, os objetivos e restrições do modelo. A definição do problema, os objetivos e as alternativas estruturadas devem estar de acordo com o problema real, pois a formulação é a base para um encaminhamento correto da pesquisa. “É difícil obter uma resposta ‘correta’ a partir de um problema ‘incorreto’” (Hillier & Lieberman, 2010, p. 8).

Assim, na primeira etapa da modelagem foi realizado um estudo acerca da importância dos relacionamentos de longo prazo com fornecedores para a cadeia de suprimentos, as formas de análise de fornecedores, os objetivos mais comuns das empresas quanto aos fornecedores, os tipos de critérios empregados nesta avaliação e a existência de restrições por parte das organizações para a contratação. A partir dos dados encontrados, foi formulado o seguinte problema: Propor um modelo multicritério para a seleção e avaliação de desempenho de fornecedores;

De acordo com Cauchick Miguel (2010), a segunda fase da modelagem consiste na utilização das informações e estimativas coletadas durante a fase de estruturação para desenvolver e avaliar um modelo matemático. De acordo com Levin *et al.* (1986), modelos podem ser construídos para apresentar a relação e inter-relação entre uma ação e uma reação ou entre uma causa e efeito, e a tarefa do pesquisador é produzir um modelo que seja capaz de apresentar os fatores importantes para sua solução. Assim, além da formulação correta do problema, objetivos e restrições, também é crucial que o pesquisador selecione os dados de entrada e variáveis adequados para o modelo.

A partir das informações coletadas durante a primeira fase, foi construído um modelo de decisão que analisou os fatores essenciais para que a solução se adequasse a realidade das organizações. Desta forma, foram considerados os vários critérios do problema, que podem ser qualitativos ou quantitativos, os tipos de problemáticas existentes em cada etapa do processo, o número de decisores em cada fase, as formas mais adequadas para a agregação dos critérios e das preferências e a necessidade de simplicidade e clareza. Neste sentido, foi proposta uma sistemática que integra as fases de seleção e avaliação de desempenho de fornecedores. Com relação ao modelo proposto, na fase de seleção, são empregadas adaptações do PROMETHEE em grupo e do PROMETHEE V para a escolha dos fornecedores, enquanto na fase de avaliação de desempenho foi utilizado o PROMSORT;

Na fase de solução do modelo, são utilizados diversos métodos matemáticos, que dependem da complexidade das restrições, do número e do tipo de variáveis envolvidas, entre outros. Cauchick Miguel (2010) afirma que esta é a fase mais bem definida do processo de modelagem, já que normalmente lida com modelos matemáticos precisos. Para a validação do modelo foi realizada uma simulação numérica no setor de alimentação. Na obtenção da solução foram utilizados os métodos propostos na modelagem para a seleção de fornecedores e avaliação de desempenho dos mesmos. Na etapa de avaliação da *performance*, os fornecedores foram alocados a três classes distintas, e, a partir destas classes, foi exposto o tipo de relacionamento cliente fornecedor a ser criado;

A quarta etapa consiste em testar o modelo e avaliar a solução encontrada. Segundo Ackoff & Sasieni (1971), o modelo deve ser testado paralelamente à sua construção, e, quando finalizado, deve ser testado como um todo, a fim de determinar possíveis deficiências e corrigi-las. Assim, é necessário que o modelo seja validado, de forma a observar se o mesmo está de acordo com as definições realizadas na primeira fase, se as variáveis escolhidas na construção estão colocadas de forma correta e, finalmente, se a estrutura do modelo está bem definida. Para observar a robustez do modelo quanto a pequenas variações nos pesos dos critérios, foram realizadas análises de sensibilidade em todas as fases da sistemática;

A última fase da modelagem em PO consiste na implantação e acompanhamento da solução. Para a implantação da solução é fundamental que o decisor consiga visualizar as vantagens desta implementação e aceite as modificações necessárias para a mesma. Portanto, “é necessário projetar a própria implementação de forma que ela seja a mais suave e natural possível, eventualmente, envolvendo no processo as próprias pessoas que serão atingidas pelas mudanças” (Moreira, 2010). Finalmente, deve ser realizado um acompanhamento contínuo durante a utilização do sistema. Hillier & Lieberman (2010) afirmam que este acompanhamento é útil para observar se as suposições do sistema continuam a ser satisfatórias ou se é necessário realizar alguma modificação no mesmo.

No presente estudo foram realizadas as quatro primeiras etapas da modelagem. Neste contexto, foi proposta uma sistemática que integra as fases de seleção e avaliação de desempenho de fornecedores. Com relação ao modelo proposto, na fase de seleção, são empregadas adaptações do PROMETHEE GDSS e do PROMETHEE V para a escolha dos fornecedores, enquanto na fase de avaliação de desempenho foi utilizado o PROMSORT

Simulação

Para ilustrar a utilização do modelo foi realizada uma simulação numérica, com base em um problema típico do setor de alimentação. Esta técnica é importante no que diz respeito a ampliar as percepções acerca do modelo e propor melhorias no mesmo antes da sua utilização em casos reais.

Para aproximar a aplicação de um problema real, os critérios utilizados nas fases de pré-seleção, seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores foram retirados do trabalho de Viana (2009), que realizou uma pesquisa com as empresas pertencentes à Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação, com o intuito de observar quais os critérios mais utilizados para a análise dos fornecedores nas fases citadas anteriormente. Deste modo, os

critérios utilizados no trabalho estão de acordo com as percepções de grande parte das empresas de alimentação para a contratação e monitoramento de seus fornecedores.

Além disso, os pesos, funções e parâmetros utilizados na simulação foram determinados com o auxílio de um gerente que trabalhou por vários anos no setor de alimentação. Na fase de seleção, os dados referentes ao decisor 1 foram determinados pelo gerente que auxiliou o trabalho, aqueles referentes ao decisor 2 foram identificados de acordo com a porcentagem de gerentes da área de alimentação que acreditam que o critério seja importante, e os dados referentes ao decisor 3 foram propostos de acordo com o conhecimento do pesquisador, com base na ampla pesquisa bibliográfica realizada. Com relação à fase de avaliação de desempenho, os pesos, funções e parâmetros foram determinados pelo mesmo gerente que foi considerado como decisor 1. Ressalta-se que a aplicação numérica abrangeu todas as etapas do modelo estruturado, com os critérios, alternativas e decisores adaptados ao contexto do setor brasileiro de alimentação.

1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação está estruturada em seis capítulos:

O Capítulo I apresenta uma contextualização acerca da seleção e avaliação de desempenho de fornecedores no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, assim como a definição dos objetivos geral e específicos do trabalho e a metodologia empregada para realização do mesmo.

O Capítulo II exhibe o referencial teórico no qual o trabalho foi fundamentado. São abordados conceitos relacionados à Logística, Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Apoio Multicritério à Decisão e Decisão em Grupo.

O Capítulo III expõe a pesquisa bibliográfica acerca dos trabalhos mais relevantes na área em estudo. Este capítulo está subdividido em duas partes. Na primeira, são apresentados trabalhos acerca do uso de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão para a seleção e avaliação de fornecedores. A segunda parte trata de estudos relacionados ao Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos na Indústria Brasileira de Alimentação.

No Capítulo IV é proposta uma sistemática para o problema de seleção e avaliação do desempenho de fornecedores, assim como um modelo multicritério associado a este problema.

O Capítulo V traz uma simulação do modelo, baseada em dados de uma pesquisa realizada na Indústria Brasileira de Alimentação, a fim de ilustrar sua aplicação numérica.

Finalmente, o Capítulo VI apresenta as conclusões acerca do estudo e recomendações para trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os fundamentos teóricos utilizados como base para a realização do estudo. São tratados os seguintes temas: visão geral da Logística, conceitos relacionados ao Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos e, por fim, introdução ao Apoio Multicritério à Decisão e à Decisão em Grupo.

2.1 Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos

Visão Geral

O conceito de logística tem sido amplamente discutido devido à sua crescente importância no cenário de negócios atual. A mesma se tornou um componente estratégico fundamental para as empresas. De acordo com o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010), a logística é “o processo de planejamento, implementação e controle do transporte e armazenagem eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e informação relacionadas do ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender as exigências dos clientes”.

Conforme Novaes (2007), a logística se inicia no estudo e planificação do projeto ou processo a ser implementado e posteriormente se realiza a implementação e operação. De forma semelhante, Ballou (2006) afirma que, além de bens materiais, a logística também lida com o fluxo de serviços, o que sugere que é um processo, e implica que inclui todas as atividades importantes para a disponibilização de bens e serviços aos consumidores, quando e onde estes quiserem adquiri-los. Os elementos básicos da logística são expostos na figura 2.1.

“O objetivo da logística é tornar disponíveis produtos e serviços no local onde são necessários e no momento em que são desejados” (Bowersox & Closs, 2008, p. 19). Desta maneira, é responsável por proporcionar valor de tempo e lugar para o cliente, pelo menor custo possível.

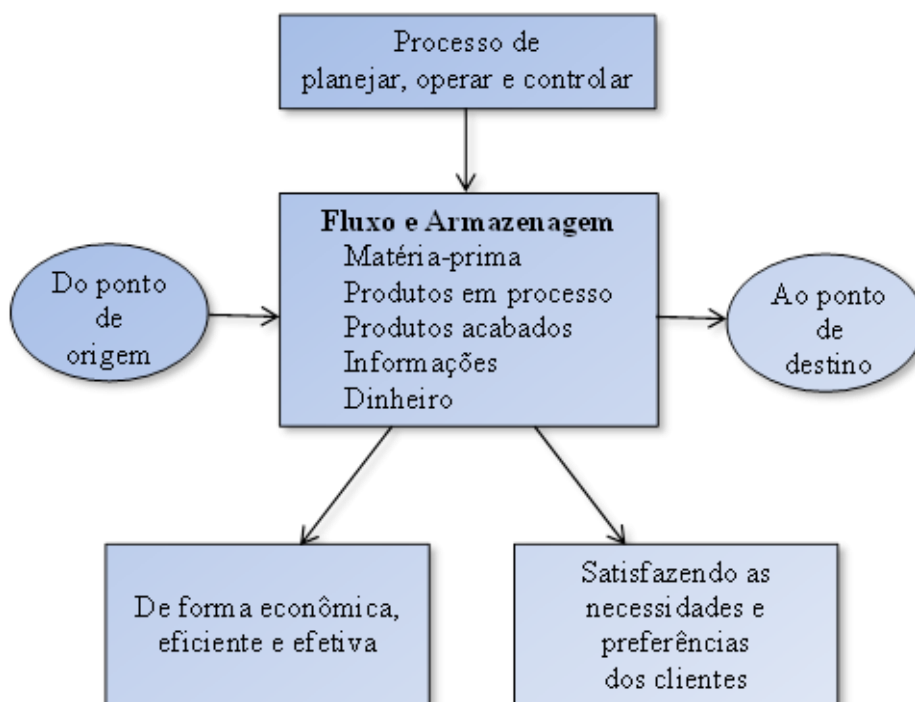


Figura 2.1 - Elementos básicos da logística. Fonte: Novaes (2007)

Segundo Bowersox & Closs (2008), a logística é a competência que vincula a empresa a seus clientes e fornecedores, de forma que as informações recebidas dos clientes e sobre eles fluem na organização, são filtradas em planos específicos de compras e de produção, e no momento do suprimento de produtos e materiais é iniciado um fluxo de bens de valor agregado, que resulta na transferência de propriedade de produtos acabados aos clientes. Este conceito, denominado de logística integrada, é exposto na figura 2.2.

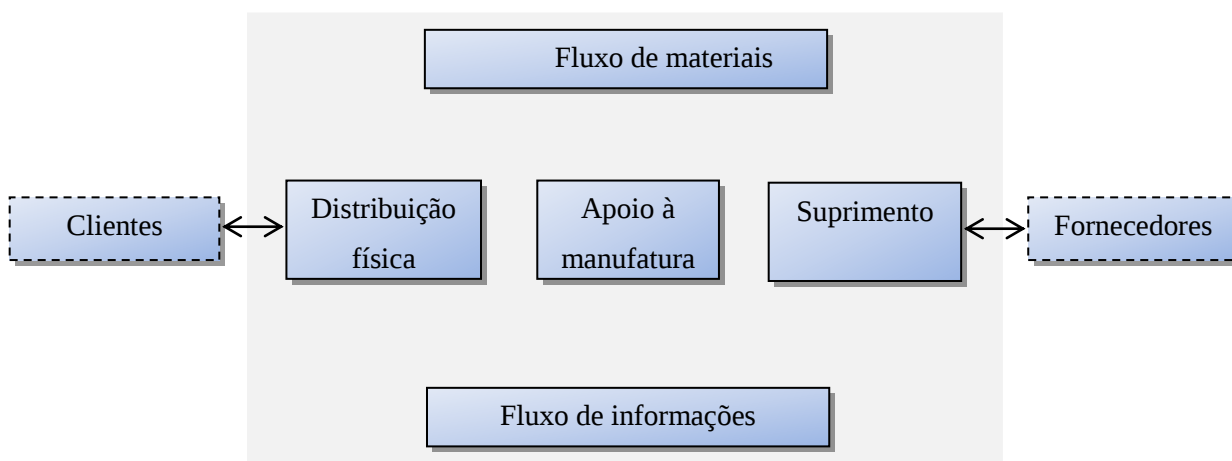


Figura 2.2 - A integração logística. Fonte: Bowersox & Closs (2008)

Assim, deve haver uma integração entre as funções logísticas internas, e destas, com os clientes e fornecedores da empresa, de forma que as operações logísticas tenham início com a expedição de matérias-primas pelo fornecedor até o recebimento do produto final pelo cliente.

Neste contexto, “as companhias dependem de seus sistemas logísticos para mover produtos e materiais entre os parceiros na cadeia de suprimentos, e para gerenciar o fluxo de informações necessário para executar essas tarefas” (Bozarth & Handfield, 2008, p. 363).

Desta forma, Ballou (2006) define a logística como parte do processo da cadeia de suprimentos, e, não como o processo inteiro. Para um bom desempenho da cadeia de suprimentos, é necessário que haja uma integração logística adequada entre os elos desta cadeia, principalmente entre fornecedores e clientes imediatos.

Com a maior abertura das fronteiras comerciais, decorrente da globalização, as empresas necessitam de novas técnicas e tecnologias para atender às necessidades de seus clientes, de forma a disponibilizar os produtos no mercado com o nível de serviço exigido, assim como alcançar vantagem competitiva a partir de valorização dos produtos através dos componentes logísticos.

“Devido à complexidade dos problemas logísticos e à sua natureza dinâmica, todo sistema logístico precisa ser constantemente avaliado, monitorado e controlado” (Novaes, 2007, p. 36). Nesta conjunção, um fator importante para as organizações é o gerenciamento logístico, que “inclui o projeto e a administração de sistemas para controlar o fluxo de materiais, os estoques em processo e os produtos acabados, com o objetivo de fortalecer a estratégia das unidades de negócios da empresa” (Bowersox & Closs, 2008, p. 21).

Semelhante ao conceito de que a logística é parte da cadeia de suprimentos, Bozarth & Handfield (2008) asseguram que, o gerenciamento logístico é a parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla os fluxos de forma eficiente e eficaz, assim como a armazenagem de bens, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, para atender as necessidades dos consumidores.

A Cadeia de Suprimentos engloba todos os estágios ligados ao atendimento de um pedido, desde o primeiro fornecedor até o cliente final, observando os fluxos externos à empresa, enquanto que o papel da gestão logística está relacionado ao atendimento do pedido a partir do gerenciamento dos fluxos internos. Desta forma, Bowersox *et al.* (2006) consideram a logística como um subconjunto da estrutura mais abrangente de uma cadeia de suprimentos.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010), a Cadeia de Suprimentos:

1) Começa com matérias-primas não processadas e termina com o consumidor, utilizando o produto final, o que liga muitas empresas;

2) O material e informação são trocados no processo logístico, que se estende desde a aquisição de matérias-primas até os produtos finais no último uso. Todos os vendedores, provedores de serviços e clientes são ligados na cadeia de suprimentos.

Para Chopra & Meindl (2003), a cadeia de suprimento engloba todos os estágios envolvidos de forma direta ou indireta no atendimento de um pedido ao cliente, de forma que não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas transportadoras, depósitos, varejistas e clientes, como também todas as funções internas à organização que estão envolvidas no pedido do cliente (desenvolvimento de produtos, *marketing*, operações, distribuição, finanças, serviço de atendimento ao cliente, entre outras).

“A cadeia de suprimentos abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de mercadorias desde o estágio da matéria-prima (extração) até o usuário final, bem como os respectivos fluxos de informação” (Ballou, 2006).

Bozarth & Handfield (2008) afirmam que as empresas de manufatura e provedores de serviço pertencentes à cadeia de suprimento estão ligados através de fluxos físicos, fluxos de informação e fluxos monetários, ou seja, liga as funções de operações de várias organizações diferentes. Tais materiais, informações e fluxo monetário fluem tanto à jusante quanto à montante da cadeia, como exposto na figura 2.3, onde as setas pontilhadas representam o fluxo de informações, enquanto as contínuas representam o fluxo de materiais.

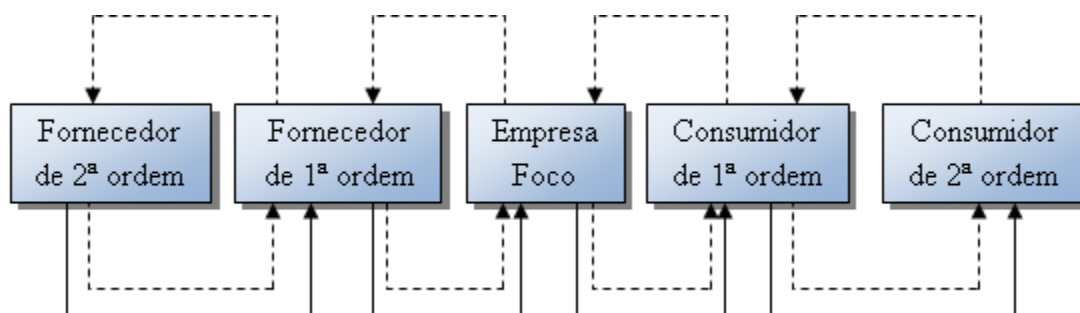


Figura 2.3 - Visão simplificada da cadeia de suprimentos. Adaptado de Bozarth&Handfield (2008)

“Operações da cadeia de suprimentos exigem processos gerenciais que atravessam áreas funcionais dentro das empresas individuais e conectam parceiros comerciais e clientes para além das fronteiras organizacionais” (Bowersox *et al.*, 2006, p. 21).

“A gestão da Cadeia de Suprimentos é o controle de materiais, informações e finanças dentro do processo que vai do fornecedor ao consumidor, passando pelos fabricantes, atacadistas e varejistas” (Gomes & Ribeiro, 2004, p. 143).

Conforme o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP, 2010), esse gerenciamento engloba o planejamento e gerenciamento de todas as atividades envolvidas no abastecimento e aquisição, conversão e todas as atividades de gerenciamento logístico, além da coordenação e colaboração com parceiros do canal, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviços terceirizados e clientes. O CSCMP (2010) afirma ainda que o gerenciamento da cadeia de suprimentos integra a gestão da demanda e suprimento dentro e entre empresas, sendo uma função de integração com responsabilidade primordial para ligar as principais funções e processos de negócios dentre e entre empresas em um modelo de negócios coesivo e de alto desempenho.

Para Ballou (2006), a missão do gerenciamento da cadeia de suprimentos é semelhante à da logística, isto é, colocar os produtos ou serviços no lugar certo, no momento certo e nas condições desejadas, dando, ao mesmo tempo, a melhor contribuição possível para a empresa.

Neste contexto, Gomes & Ribeiro (2004) afirmam que os objetivos da cadeia de suprimentos são:

- Maximizar e tornar realidade as potenciais sinergias entre os elos da cadeia produtiva, com a intenção de atender mais eficientemente o consumidor final, tanto pela redução dos custos quanto pela adição de valor de tempo e lugar aos produtos finais;
- Reduzir os custos a partir da diminuição do volume de transações de informações, papéis, transporte e estocagem;
- Diminuir a variabilidade da demanda de produtos e serviços;
- Levar o produto desejado ao local certo, com o custo mínimo;
- Adicionar valor aos produtos por meio da criação de bens e serviços customizados e do desenvolvimento conjunto de competências distintas dos membros da cadeia produtiva, para que fornecedores e clientes aumentem a lucratividade;
- Reduzir estoques e diminuir o número de fornecedores.

A partir dos objetivos listados, pode-se afirmar que “o motivo principal para a existência de qualquer cadeia de suprimentos é satisfazer às necessidades do cliente, em um processo gerador de lucros” (Chopra & Meindl, 2003, p. 4).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos trata da coordenação do fluxo de produtos ao longo das funções e de empresas para produzir vantagem competitiva e lucratividade para cada uma das companhias na cadeia de suprimentos e para o conjunto dos integrantes dessa mesma cadeia (Ballou, 2006).

Desta forma, para maximizar o valor global gerado pela cadeia de suprimentos, é necessário que ocorra uma integração de todos os seus elos, empenhados para alcançar ganhos conjuntos e não individuais, e assim obter melhores resultados para todos os envolvidos. “O processo integrado de geração de valor deve ser administrado desde a compra de material até a entrega do produto/serviço ao cliente final” (Bowersox *et al.*, 2006, p. 23).

Na figura 2.4 pode ser observada a necessidade de integração no gerenciamento da cadeia de suprimentos, que é essencial para um bom desempenho da mesma, e para a maximização do valor global gerado.

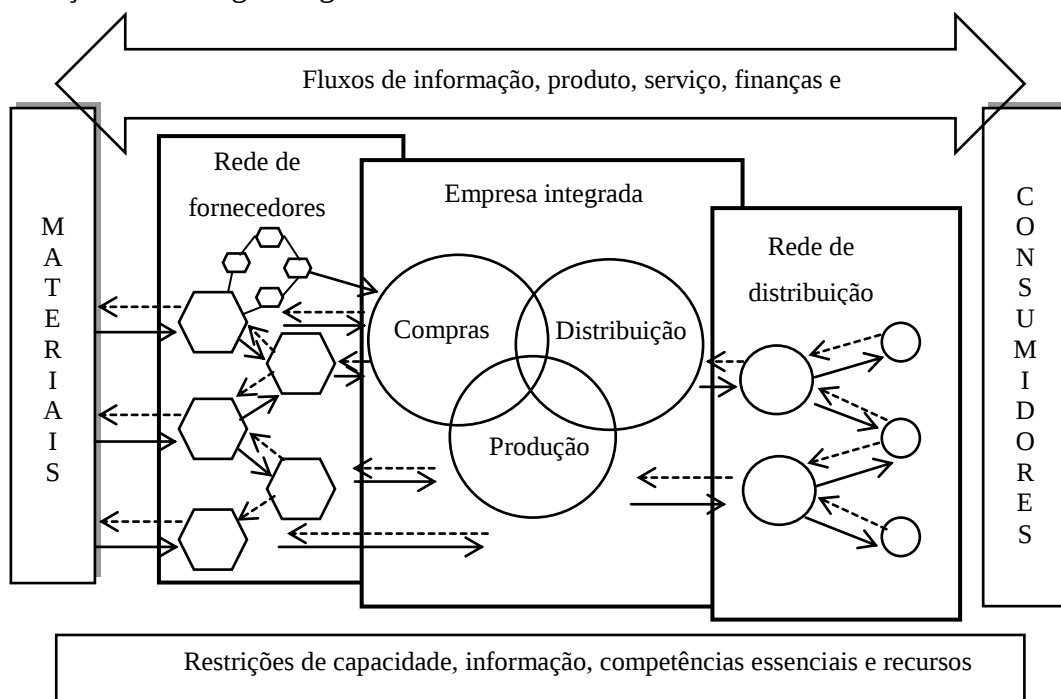


Figura 2.4 - Modelo geral da cadeia de suprimentos. Fonte: Bowersox *et al.* (2006)

Novaes (2007) afirma que as empresas chegaram à conclusão de que os ganhos obtidos pela integração dos membros da cadeia, com a otimização dos custos e do desempenho, são mais expressivos dos ganhos individuais dos participantes que atuam separadamente.

Relacionamento Cliente-Fornecedor na Cadeia de Suprimentos

No contexto atual, algumas empresas começam a perceber os benefícios das parcerias e buscam criar relacionamentos de cooperação com seus clientes e fornecedores, como forma de aumentar sua competitividade, a partir de fatores como redução de custos, credibilidade, qualidade de matéria-prima, entre outros.

De acordo com Novaes (2007), as parcerias estratégicas na cadeia de valor ocorrem por três motivos:

1. As economias de custo observadas nos elos da cadeia de suprimentos entre dois ou mais participantes são potencialmente elevadas, justificando uma atuação conjunta para aumentar a competitividade global do sistema;
2. As empresas vêm reduzindo drasticamente os custos de suas próprias atividades;
3. Com o foco na satisfação plena do consumidor, que é objetivo final de toda a cadeia de suprimentos, os participantes da cadeia estão sendo forçados a abandonar suas atitudes individualistas e adotar posições colaborativas, formando parcerias.

“A ênfase na cooperação representa uma mudança no gerenciamento tradicional baseado na confrontação e no poder de barganha” (Bowersox & Closs, 2008, p. 90).

Segundo Gomes & Ribeiro (2004), o gerenciamento exige que todos os elos do canal de suprimentos, desde o fornecedor ao consumidor final, sejam vistos como um sistema interligado, de forma que o impacto de uma tomada de decisão, em qualquer parte do sistema, o afetará por inteiro. Os autores afirmam que a ênfase de uma orientação funcional para uma visão mais ampla da cadeia de valor e o gerenciamento deste valor são mais bem realizados pelo fluxo de materiais do que pelas noções tradicionais de eficiência funcional ou departamental.

Desta forma, as empresas passaram a observar que “somente por meio da cooperação no âmbito de todo o canal podem ser plenamente satisfeitas as necessidades logísticas e de *marketing* para uma distribuição bem sucedida” (Bowersox & Closs, 2008, p. 98).

Neste contexto, as organizações passaram a criar alianças estratégicas, que, de acordo com Lynsons & Farrington (2006) estão relacionadas a formas como companhias externas são selecionadas como aliadas de negócios e como relacionamentos inter companhias são construídos e gerenciados. Os autores afirmam que atributos importantes para as alianças estratégicas incluem:

- Ter expectativas claramente entendidas e acordadas desde o início;
- Colaboração no desenho da cadeia de suprimentos e nas estratégias de produtos e serviços;
- Ter gerenciamento de topo das empresas parceiras em uma base regular;
- Ter sistemas de tecnologia da informação compatíveis.

Neste contexto, “os relacionamentos de maior sucesso são aqueles em que os clientes e fornecedores desenvolvem honestidade e entendimento de suas respectivas exigências, acompanhadas de aprendizado e assistência mútua, de forma que o resultado final deve ser a criação de estabilidade e relações cliente-fornecedor dependentes” (Lynsons & Farrington 2006, p. 224).

Assim, nota-se a importância de um relacionamento duradouro entre as empresas, de forma que as mesmas obtenham vantagem competitiva para toda a cadeia de suprimentos da qual fazem parte e alcancem o objetivo da cadeia, que é a satisfação das necessidades do consumidor. Neste sentido, é imprescindível a utilização de técnicas estruturadas para a seleção e avaliação de desempenho de fornecedores adequados para a formação destas parcerias.

2.1.1.1 Seleção e Avaliação de Desempenho de Fornecedores

“Em face à competição global, a gestão da cadeia de suprimentos emerge rapidamente como uma questão crucial para as empresas que se esforçam para obter sucesso nos negócios e desenvolvimento sustentável” (Lin, 2008). As firmas têm buscado cada vez mais parcerias de longo prazo com seus fornecedores (Ho *et al.* 2009; Wang, 2010; Lee *et al.*, 2009). Desta forma, é mais interessante utilizar um menor número de parceiros, que sejam mais confiáveis.

Segundo Lee *et al.* (2009), alguns dos fatores para a utilização de parcerias comprador-fornecedor são: diminuição dos custos, elevação do lucro, obter tecnologia, obtenção de suprimento de material suficiente, diminuição do tempo de entrega, redução do investimento e redução do tempo da operação de compra, processos repetitivos e custo de negociação.

Neste contexto, a seleção de fornecedores tem se tornado um fator estratégico fundamental para as organizações, pois é uma importante ferramenta de escolha para criação destas parcerias.

Monczka *et al.* (2010) afirmam que o objetivo da seleção de fornecedores é escolher o melhor fornecedor para um item particular, o que significa assegurar um fornecedor confiável, com termos justos, baixos riscos e que maximize o valor global do comprador.

Segundo Mendoza (2007), a qualidade do conjunto final de fornecedores depende largamente da qualidade das etapas envolvidas no processo de seleção. Desta forma, é necessário o uso de métodos estruturados para selecionar os vendedores adequados às necessidades da organização. Em vista disso, Mendoza (2007) propõe os seguintes passos para a seleção de fornecedores:

1. Reconhecer a necessidade da seleção de fornecedores;
2. Identificar os requerimentos de recursos e os critérios de seleção;
3. Determinar as estratégias de terceirização;
4. Identificar os fornecedores potenciais;
5. Limitar os fornecedores pré-selecionados;
6. Determinar o método para seleção final;
7. Selecionar os fornecedores e chegar a um acordo.

Um aspecto fundamental no processo de seleção é o estabelecimento dos critérios mais relevantes no contexto do problema. Desta forma, “escolher um fornecedor adequado é uma decisão multicritério que envolve fatores tangíveis e intangíveis, tais como qualidade, quantidade, entrega, risco, preço, força financeira, gestão, serviços, reputação e relações trabalhistas” (Khorramshahgol, 2012).

Dickson (1966) *apud* Weber *et al.* (1991) citou vinte e três critérios para a seleção de fornecedores: qualidade, entrega, histórico de *performances*, políticas de garantia, capacidade das instalações, preço, capacidade técnica, posição financeira, cumprimento dos procedimentos, sistema de comunicação, reputação e posição na indústria, desejo para o negócio, gestão e organização, controle operacional, serviço de reparo, atitude, impressão, habilidade para armazenagem, relações trabalhistas, localização geográfica, quantidade de negócios passados, auxílio para treinamento e arranjos recíprocos.

Para a gestão eficiente dos fornecedores, é importante que, além da utilização de procedimentos estruturados para a seleção, sejam empregados métodos para a avaliação da *performance* de fornecedores que já trabalham com as empresas, de forma a monitorar o desempenho dos mesmos.

Bozarth & Handfield (2008) propõem critérios qualitativos que podem ser utilizados para avaliar os fornecedores:

- Capacidade de processo e projeto: como os processos de manufatura e serviços têm forças e fraquezas inerentes, a empresa compradora deve observar tais características;
- Capacidade de gestão: inclui aspectos como capacidade profissional, melhoria contínua da qualidade, desenvolvimento de relacionamento com o cliente, compromisso com a gestão de projetos, entre outros;
- Condições financeiras e estrutura de custos: selecionar um fornecedor com dificuldades financeiras se torna um risco, já que o mesmo pode não ter condições de cumprir o contrato devido à falta de recursos;
- Cumprimento de regulamentos ambientais: o fato de ter fornecedores que não cumprem a legislação ambiental pode prejudicar a imagem da empresa. De forma que a habilidade dos fornecedores em cumprir os regulamentos ambientais tem se tornado um importante critério para formação de alianças na cadeia de suprimentos.
- Potencial para parcerias de longo prazo: observar se o fornecedor tem recursos suficientes para o desenvolvimento de relacionamentos de longo prazo.

Simpson *et al.* (2002) enumeraram dezessete critérios considerados com frequência pelas empresas na avaliação de desempenho dos fornecedores: qualidade e controle do

processo, melhoria contínua, ambiente favorável, relação com os clientes, entrega, estoque e armazenagem, ordenação, condições financeiras, certificações, preço, pessoal/serviço ao cliente, liderança/gestão, tecnologia, educação/treinamento, fatura, acondicionamento, funcionários, garantias e localização.

Na análise dos fornecedores, é também preciso observar que método mais se adequa à situação específica, de acordo com os tipos de critérios escolhidos.

Segundo Zeydan *et al.* (2011), as empresas passaram a observar que a análise dos fornecedores não pode ser realizada com base em um único critério e, deste modo, começaram a utilizar técnicas de decisão multicritério para seleção e avaliação de fornecedores. Outra questão fundamental na determinação do método é o fato de que a seleção de fornecedores é normalmente um problema de decisão em grupo (Li *et al.*, 2008; Roostaei, 2012). Neste caso, deve-se utilizar um método de seleção multicritério em grupo para o problema.

Burt *et al.* (2002) citam os seguintes métodos para o monitoramento e controle do desempenho dos fornecedores: Média Móvel, Plano Categórico, Plano de Ponto Ponderado e Plano de Relação de Custo.

Segundo os autores, a Média Móvel é utilizada em intervalos de três a seis meses, para a avaliação agregada do desempenho do fornecedor permite que os mesmos recomecem em certo ponto e os motiva a melhorar. Entretanto, é necessário observar a janela de tempo, pois se esta for muito curta os fornecedores se esquivam rapidamente dos erros, enquanto uma janela muito larga pode se tornar punitiva e autodestrutiva;

Com relação ao Plano Categórico, Burt *et al.* (2002) afirmam que este é um plano qualitativo simples. Neste caso, funcionários de diversos departamentos (compras, engenharia, qualidade, contabilidade, recebimento) da empresa compradora mantêm registros de avaliação informal. Cada avaliador prepara uma lista de fatores de desempenho importante e analisa os fornecedores. Ao final, os fatores são ponderados por importância relativa e o fornecedor recebe uma avaliação global em termos categóricos.

Para os autores, no Plano de Ponto Ponderado, os fatores de desempenho avaliados recebem pesos, que representam o julgamento do gestor sobre a importância relativa dos mesmos, em situações específicas. É então desenvolvido um procedimento quantitativo para medir o desempenho atual do fornecedor em cada fator. Para determinar sua avaliação global, cada peso é multiplicado pela dimensão do desempenho correspondente ao fornecedor e depois os resultados de todos os critérios são somados.

O procedimento pode ser utilizado para avaliar um número elevado de fornecedores que competem entre si, para os quais o desempenho é importante durante o período de operação dado. Tem como vantagens a objetividade e a flexibilidade, mas deve ser desenvolvido cuidadosamente, pois as estimativas de importância dos fatores devem ser consistentes com as fórmulas de mensuração de desempenho usadas e estarem de acordo com a situação em que se encontram.

Por fim, o Plano de Relação de Custo utiliza ferramentas de análise do custo padrão para avaliação do desempenho dos fornecedores, ou seja, são observados os custos adicionais relacionados a cada fornecedor. Estes são convertidos em uma “relação de custos” que expressa o custo adicional como uma porcentagem dos gastos da firma com o fornecedor. As relações são então totalizadas, produzindo a relação de custo adicional global. O preço do fornecedor é ajustado a essa relação e então comparado com os preços ajustados de seus concorrentes. Este plano fornece dados de avaliação mais preciso, entretanto é complexo e, por este motivo, pouco utilizado.

Em muitos casos, é necessária a utilização de fatores quantitativos e qualitativos para a análise, de maneira que diferentes planos podem ser utilizados de forma integrada, com a intenção de incluir aspectos quantitativos e qualitativos importantes na análise.

O quadro 2.1 expõe alguns métodos para avaliação de desempenho de fornecedores, acompanhados de sua descrição, vantagens, desvantagens e situações a ser utilizados.

Neste trabalho, a seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores serão realizadas com base em Métodos Multicritério de Apoio à Decisão. Para uma análise completa, métodos adicionais serão utilizados durante a aplicação da seguinte forma: inicialmente, os fatores qualitativos serão avaliados a partir do método subjetivo, expressando suas preferências de acordo com uma escala de avaliação ordenada; em seguida, os decisores utilizarão o plano de ponto ponderado, para atribuir pesos que representam a importância relativa dos critérios e, finalmente, os métodos multicritério serão aplicados.

Quadro2.1 - Métodos comuns para análise de fornecedores. Fonte: Lynson & Farrington (2006)

Método	Descrição	Vantagens	Desvantagens	Aplicação
Subjetivo	Geralmente projetados com questionários que contêm uma escala de avaliação numérica (por exemplo, 1-5) completados por vários revisores.	■ Fácil de desenvolver e administrar; ■ Pode ser completada por um número ilimitado de revisores	■ Após a primeira <i>survey</i>, o método perde o impacto; ■ Nenhuma base objetiva e avaliações podem estar sujeitas ao efeito 'halo' e a memória de curto prazo; ■ Se 5 avaliadores podem responder 10 questões para 50 fornecedores em uma base trimestral, serão 10000 pontos de entrada de dados para entrar na base anualmente.	■ Normalmente a primeira tentativa para um sistema de avaliação; ■ Uma abordagem simples para negócios pequenos com um baixo número de fornecedores.
Método <i>Survey</i>	Um serviço adquirido de uma organização de pesquisa que contacta vários outros clientes e obtém suas visões sobre o desempenho dos fornecedores.	■ Fácil de implementar; ■ Organizações de pesquisa fornecem atualizações regulares.	■ Alto custo; ■ A qualidade dos dados coletados pode ser pobre e depende dos recursos pelos quais a informação é coletada; ■ A avaliação é baseada na experiência de outras companhias.	■ Grandes corporações
Método Comparativo	Fornecedores são avaliados independentemente por avaliadores em fatores acordados, tais como preço, qualidade, entrega, entre outros. Avaliações individuais são então tabuladas e uma avaliação final é concedida pela equipe de valor.	■ Velocidade – pode ser utilizado para avaliar rapidamente um fornecedor em uma base de curto prazo; ■ Fácil de desenvolver; ■ Pode levar o histórico do desempenho do fornecedor em consideração.	■ A importância relativa de vários fatores de avaliação não é considerada; ■ Não é aplicável para avaliação de desempenho de fornecedores em longo prazo; ■ Depende de opiniões subjetivas dos avaliadores; ■ Facilmente “manipulado” por um avaliador para dar um resultado desejado.	■ Tradicionalmente usada para comparar vários fornecedores antes da adjunção de um contrato ou selecionar uma lista de aprovados.

Método	Descrição	Vantagens	Desvantagens	Aplicação
Ponto Ponderado	Um fator de ponderação é estabelecido para cada uma das áreas indicando o valor daquela área em relação a cada um dos fatores. Um <i>score</i> é então atribuído para cada fator que indica o desempenho do fornecedor. O <i>score</i> é multiplicado pelo peso e então é realizada a média.	■ Excelente ferramenta para avaliação de propostas; ■ Permite aos avaliadores levar todos os fatores em consideração, e ainda oferece a possibilidade de enfatizar a importância de um fator sobre o outro.	■ Menos útil para avaliações de longo prazo, já que os avaliadores podem perder o interesse; ■ A entrada de dados pode tornar-se excessivamente demorada; ■ Trabalho intensivo; ■ A informação não tem nenhuma base objetiva e pode ser baseada em memória de curto prazo.	■ Usada principalmente como uma ferramenta de avaliação dos fornecedores em longo prazo.
Método baseado na porcentagem	Sistemas de porcentagem mensuram a porcentagem de defeitos de qualidade ou entregas tardias – se um fornecedor tem feito 8 entregas atrasadas em 64, aquele fornecedor receberá uma avaliação de 12 ½ ou 13, por exemplo.	■ Fácil para dados acumulados; ■ Fornece metas de conformidade e expectativas, tais como ‘excelente’ (95-100 por cento); <i>versus</i> ‘bom’ (90-94 por cento) e ‘aceitável’ (85-89 por cento).	■ Os dados podem ser precisos, mas enganosos no número de recibos ou tipos de problema encontrados por um determinado fornecedor. ■ Não reflete a severidade de problemas de qualidade; ■ Não reflete com precisão o nível de desempenho no tempo. Se 1 entrega em 100 está atrasada 3 dias, ou 60 dias, um sistema baseado em porcentagem ainda irá dar a porcentagem de 1 por cento.	■ Inicialmente o método da porcentagem foi aplicado para qualidade e depois expandido para incluir desempenho de entrega.
Método baseado no custo	Avalia o desempenho dos fornecedores em custos não-produtivos totais associados com o desempenho de cada fornecedor. Os custos não-produtivos associados são custos estimados de não cumprimento dos requisitos, tais como custos de rejeição. Eles são adicionados ao custo atual. Índice de Desempenho = $\frac{\text{Preço da ordem de compra} + \text{Custo não Produtivo}}{\text{Preço da ordem de compra}}$	■ Os fornecedores são responsabilizados por suas ações; ■ Promove a melhoria dos fornecedores mais rapidamente que outros métodos; ■ Provê fornecedores com o nível de detalhe que eles necessitam para entender as questões e custos adicionais associados com seu desempenho; ■ Os fornecedores têm maior motivação para melhorar seu desempenho.	■ Dificuldade para construção interna; ■ Dificuldade para determinar as faixas de custo não produtivo.	■ Utilizado para avaliar o desempenho dos fornecedores individuais bem como as tendências de desempenho da base de fornecedores.

2.1.1.2 Produtos Estratégicos

Um dos fatores importantes para a escolha dos vendedores de longo prazo é o tipo de produtos que são fornecidos pelos mesmos. Segundo Handfield *et al.* (2000), para itens de baixo valor adicionado, não estratégicos, o custo de modificar o fornecedor é baixo, e a mudança pode ser a melhor opção, mas no outro extremo, quando um fornecedor provê um produto ou processo inovador, o comprador deseja proteger sua vantagem potencial e continuar com tal fornecedor. Os autores classificam os itens de compras de acordo com a figura 2.5.

Alta Oportunidade Alto Risco	Fornecedores de Gargalo • Dificil substituição • Mercados monopolistas • Altas barreiras de entrada • Situação política ou geográfica crítica.	Fornecedores Estratégicos • Estrategicamente importantes; • Dificil de encontrar um fornecedor substituto ou alternativo; • De maior importância para as compras
	Fornecedores Não críticos • Disponibilidade adequada • Especificações padrão para bens e serviços • Possível substituição	Fornecedores de Alavancagem • Disponibilidade adequada • Disponibilidade de fornecedores alternativos • Especificações padrão para produtos • Possível substituição
Baixa oportunidade Baixo Risco	Baixo Volume de Compras	Alto Volume de Compras

Figura 2.5- Matriz de Portfólio. Adaptado de Handfield *et al.* (2000)

De acordo com Kraljic (1983), os itens de compras podem ser classificados de acordo com duas grandezas: (i) impacto no lucro; e (ii) risco de suprimento. Neste contexto, o autor divide os itens em quatro categorias:

- Itens estratégicos: são caracterizados pelo alto impacto no lucro e alto risco de fornecimento. Desta maneira, é necessário acuracidade na demanda, pesquisa de mercado detalhada, análise de riscos, planos de contingência, controle logístico e relacionamento cliente-fornecedor de longo prazo. As decisões estão relacionadas ao pessoal de alto nível da empresa.

- Itens de gargalo: são definidos pelo baixo impacto financeiro e alto risco de fornecimento. Demandam volumes de segurança nos estoques, controle de vendas e segurança nos inventários. Normalmente são candidatos a relacionamentos de médio prazo entre clientes e fornecedores.
- Itens de alavancagem: são produtos com alto impacto no lucro e baixo risco de fornecimento. Para um processo de compras eficiente, a empresa deve contar com estratégias de negociação de preços e otimização dos volumes das ordens de pedidos. Devido ao baixo risco de fornecimento, os planos de demanda para tais itens são de curto ou médio prazo.
- Itens rotineiros: são aqueles com baixo impacto no lucro e baixo risco de fornecimento. Neste caso, procura-se otimizar e monitorar os volumes de compras e, consequentemente, os custos de aquisição.

Devido ao custo e tempo necessários para a realização de processos de seleção e avaliação de fornecedores, a empresa deve observar para quais produtos se fez necessária tal análise. Assim, o presente estudo abordará a modelagem multicritério para seleção e avaliação de fornecedores de itens estratégicos.

2.1.1.3 Critérios Qualificadores e Ganhadores de Pedidos

Outra questão essencial no processo de escolha de fornecedores de longo prazo é a determinação de quais critérios serão considerados na análise dos vendedores. Tais critérios podem ser divididos entre critérios qualificadores e ganhadores de pedidos. Segundo Slack *et al.* (2009), os critérios qualificadores de pedidos são aqueles para os quais o desempenho deve ter um nível especificado para ser considerado pelo cliente, mas o aumento do desempenho acima deste nível não acrescentará benefícios relevantes. Os critérios ganhadores de pedidos são aqueles considerados pelos consumidores como razões chave para um negócio. “Critérios ganhadores de pedidos são aqueles que fazem a diferença para o consumidor, quando ele decide entre produtos qualificados” (Hörte & Ylinenpää, 1997, p. 1), de forma que, quanto maiores os níveis de desempenho destes critérios, maior a quantidade de vendas. Existem ainda os critérios menos importantes, que não afetarão a escolha dos consumidores. A relação gráfica entre a utilidade ou valor dos diferentes tipos de critérios para a competitividade da organização são expostos na figura 2.6.

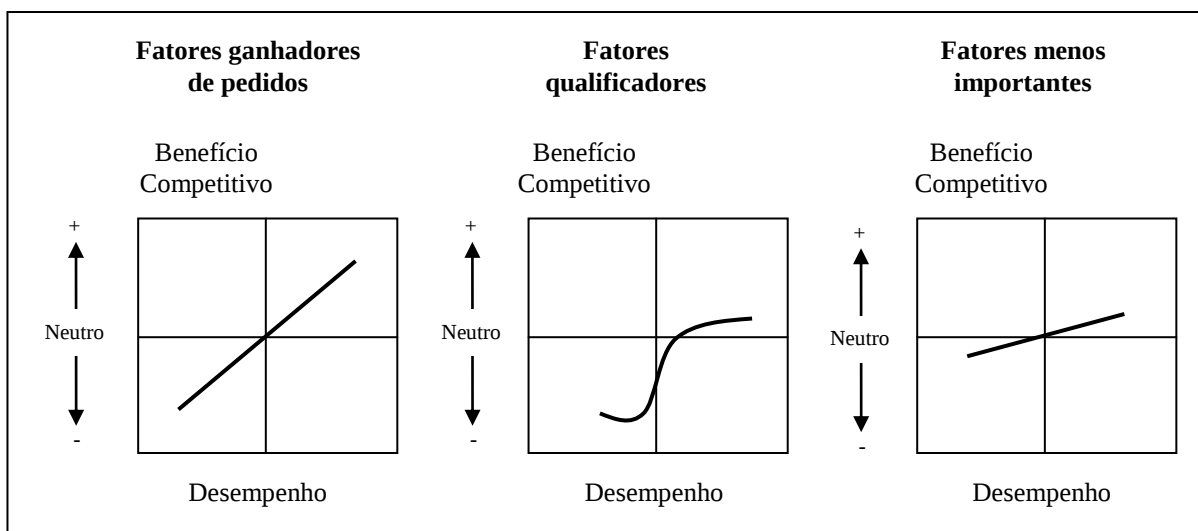


Figura 2.6- Fatores competitivos ganhadores de pedidos, qualificadores e menos importantes. Fonte: Slack et al. (2009)

Porém, antes de iniciar do processo de seleção, é necessário que o decisor identifique quais os objetivos da empresa na contratação de vendedores. A partir destes objetivos, devem-se diferenciar os critérios qualificadores e ganhadores de pedidos, e, desta forma, selecionar vendedores que estejam realmente de acordo com as necessidades da organização.

2.2 Apoio Multicritério à Decisão

Neste tópico será apresentada uma visão geral do Apoio Multicritério à Decisão, como também os conceitos de atores do processo, problemáticas e relações de preferência do decisor.

Visão Geral

Na maior parte dos processos de tomada de decisão, sejam eles industriais, políticos, ou pessoais, os indivíduos se deparam com a presença de vários critérios, que podem ser conflitantes entre si.

De acordo com Roy (1996), decisões são tomadas quando resolvemos fazer ou não coisas, ou quando decidimos fazê-las de certas formas. Tais soluções podem ocorrer em diversas situações e normalmente são tomadas por mais de um indivíduo, de forma a ser produzidas pela interação entre as preferências dos sujeitos envolvidos.

“Um problema de decisão multicritério consiste numa situação, onde há pelo menos duas alternativas de ação para se escolher, e, esta escolha é conduzida pelo desejo de se atender a múltiplos objetivos, muitas vezes conflitantes entre si” (Almeida, 2011, p.1).

O Apoio Multicritério à Decisão (AMD) pode ser definido como a atividade daquele (analista de decisões ou homem de estudo) que, baseado em modelos claramente apresentados, mas não necessariamente formalizados, ajuda na obtenção de elementos de resposta às questões de um agente de decisão no decorrer de um processo (Gomes *et al.*, 2004, p.7).

“Estes elementos trabalham para elucidar a decisão e usualmente recomendam ou simplesmente facilitam um comportamento que aumentará a consistência entre a evolução do processo e estes objetivos e o sistema de valor do decisor” (Roy, 1996, p.10).

De acordo com Doumpos & Zopounidis (2004), o maior objetivo do AMD é fornecer um conjunto de metodologias de agregação de critérios, que possibilitem o desenvolvimento de modelos de suporte à decisão, considerando o sistema de preferência e o julgamento do decisor, a partir da implementação de processos complexos que não lidam com soluções ótimas, mas com soluções satisfatórias de acordo com as preferências do indivíduo.

Para Vincke (1992), a palavra otimização não tem muito sentido neste contexto, já que diferente de técnicas clássicas de Pesquisa Operacional, os métodos multicritério não produzem objetivamente melhores soluções, pois estas não existem. Desta forma, “uma metodologia de apoio multicritério à decisão procura fazer com que o processo seja o mais neutro, objetivo, válido e transparente possível, sem pretender indicar ao decisor uma solução única e verdadeira” (Gomes *et al.*, 2004, p. 2).

Segundo Vincke (1992), o suporte à decisão multicritério objetiva proporcionar aos decisores algumas ferramentas, para permitir avanços na resolução de problemas de decisão, onde vários pontos de vista devem ser considerados.

Neste contexto, Doumpos & Zopounidis (2004) afirmam que a principal diferença do MCDA em relação aos outros métodos é a orientação de suporte à decisão, pois esta abordagem é focada nos aspectos de desenvolvimento de modelos que são relacionados à modelagem e representação de preferências, valores e julgamentos do decisor. Desta característica provém a importância dada a estes métodos e a ampla gama de estudos que são realizados na área.

Para a resolução de problemas multicritério deve ser realizada uma análise estruturada, devido à complexidade dos mesmos. Em uma ampla gama de situações, estes métodos serão implementados por facilitadores ou analistas em conjunto com os decisores. Almeida (2011) propôs as seguintes fases para o Apoio Multicritério à Decisão:

- Identificação do(s) decisores;
- Identificação dos objetivos;
- Estabelecimento dos critérios relevantes;

- Estabelecimento da estrutura do espaço de ações, da problemática, e desenvolvimento do processo de geração de alternativas;
- Avaliação e identificação de fatores relevantes que não estão sob o controle do decisor;
- Modelagem de preferências do decisor;
- Avaliação intracritério;
- Avaliação inter-critério;
- Avaliação global das alternativas;
- Análise de sensibilidade e de robustez;
- Análise dos resultados e elaboração da recomendação para o decisor;
- Implementação da decisão.

Um problema encontrado no AMD diz respeito à objetividade na tomada de decisões, que pode enfrentar dificuldades devido à subjetividade existente no processo. “Essas dificuldades estão ligadas ao fato das decisões serem tomadas por humanos, que, diferente de máquinas, possuem sensibilidades psicosensoriais e emocionais, assim como agregação e evocação da intuição” (Roy, 1996, p.15). O autor também expõe a tendência instrumental que é exibida, quando o esforço da modelagem utiliza instrumentos imperfeitos, que produzem estimativas com certa quantidade de subjetividade.

Atores do Processo de Decisão

O desenvolvimento da decisão global de problemas multicritério envolve a interação de preferência de diferentes atores. De acordo com Roy (1996), um ator do processo de decisão é um indivíduo ou grupo de indivíduos que influencia, direta ou indiretamente, a decisão por meio de seu sistema de valor.

Almeida (2011) destaca os seguintes atores no processo decisório:

- Decisor: é o responsável pela tomada de decisão e possui poder sobre a decisão em questão;
- Analista: é quem fornece suporte metodológico ao processo decisório;
- Cliente: é o intermediário entre o decisor e o analista. Isto ocorre em muitas situações reais e, nestes casos, o cliente geralmente exerce o papel de assessor do decisor;
- Especialista: trata-se do profissional que conhece os mecanismos de comportamento do sistema objeto de estudo ou do sistema ou subsistema que influencia variáveis relacionadas ao problema de decisão em questão.

De acordo com Roy (1996), os atores citados, também chamados *stakeholders*, têm um interesse importante na decisão e irão intervir com efeito direto sobre ela, com o sistema de valores que possuem. O autor ainda cita a categoria denominada terceira parte, que não participa efetivamente da decisão, mas é afetada pelas consequências, de forma que suas preferências devem ser consideradas. Portanto, na tomada de decisão deve haver um consenso entre os *stakeholders* e as terceiras partes, já que todos irão sofrer as consequências advindas da escolha final.

Problemáticas de Referência

“Dado um conjunto A de ações potenciais, o analista deve determinar em que termos ele irá posicionar o problema” (Roy, 1996, p. 57). As problemáticas são classificadas de acordo com os resultados desejados pelo decisor.

Roy (1996) identificou quatro tipos de problemáticas, expostas a seguir:

- Problemática de escolha – $P\alpha$: apresenta o problema em termos da escolha da melhor ação, orientando a investigação para a criação de um subconjunto o menor possível;
- Problemática de classificação – $P\beta$: apresenta o problema em termos de alocar as ações em categorias que sejam definidas *a priori* de acordo com suas prováveis consequências, ou seja, dirige a investigação na direção de determinar a designação de ações no conjunto para as categorias, baseando-se em normas relacionadas ao valor intrínseco dessas ações;
- Problemática de ordenação – $P\gamma$: apresenta o problema em termos de criar um *ranking* das ações do conjunto, isto é, direcionar a investigação no sentido de determinar estas ações que possam ser consideradas suficientemente satisfatórias baseadas em um modelo de preferências;
- Problemática de descrição – $P\delta$: apresenta o problema em termos da descrição das ações do conjunto e de suas consequências, ou seja, dirige a investigação para tornar a informação relacionada com ações prováveis explícitas para ajudar o decisor a descobrir, entender e avaliar as ações.

Almeida (2011) define ainda outra classe de problemáticas em adição às citadas anteriormente:

- Problemática de *portfólio*: apresenta o problema em termos de escolher dentro do conjunto de alternativas um subconjunto que atenda aos objetivos sob determinadas restrições.

Neste contexto, Roy (1996) afirma que, em uma dada fase do estudo, a problemática escolhida pode corresponder a uma das problemáticas de referência ou a um caso especial de uma delas, a uma sequência de duas das problemáticas ou a uma problemática mista.

Modelagem das Preferências do Decisor

A modelagem das preferências é uma etapa indispensável para a tomada de decisões e pode ser realizada através dos sistemas de preferência.

Segundo Vincke (1992), quando um decisor compara duas ações, ele poderá reagir de três formas: preferência por uma delas, indiferença entre elas, ou rejeição ou incapacidade para compará-las. As relações descritas são denominadas de preferência (P), indiferença (I) e incomparabilidade (J), respectivamente.

De acordo com (Figueira *et al.*, 2005), o modelo de preferência mais tradicional considera que o decisor confrontado com um par de elementos distintos de um conjunto de elementos A irá demonstrar apenas Preferência ou Indiferença entre as mesmas. Neste caso, Vincke (1992) afirma que as preferências do decisor assumem o seguinte modelo para o caso de maximização:

$$aPb \leftrightarrow g(a) > g(b) \quad 2.1$$

$$aIb \leftrightarrow g(a) = g(b) \quad 2.2$$

$g(a)$ – função valor da ação a

$g(b)$ – função valor da ação b

Roy (1996) descreve os sistemas de relações de preferência como um modelo das preferências de um ator sobre um conjunto de ações potenciais, sendo os principais tipos o Sistema Básico de Relações de Preferência (BSPR) e o Sistema Consolidado de Relações de Preferência (CSPR).

O Sistema Básico é formado pelas seguintes relações binárias:

- Indiferença (I): corresponde à existência de razões que justifiquem a equivalência entre duas ações;
- Preferência Estrita (P): corresponde à existência de razões que justifiquem uma preferência significativa em favor de uma das duas ações;
- Preferência Fraca (Q): consiste em uma situação onde uma ação é preferível à outra, mas não existem razões que permitam afirmar a preferência estrita desta ação;

- Incomparabilidade: corresponde à ausência de razões para justificar a Indiferença, Preferência Estrita ou Preferência Fraca.

Além das relações básicas, no Sistema Consolidado (CSPR), Roy (1996) introduz as relações de preferência consolidadas, descritas como: Não-Preferência ($\sim$), Preferência ($>$), J-preferência (J), K-preferência (K) e Sobreclassificação (S).

Os dois sistemas são caracterizados por Roy (1996) como: capazes de representar as preferências do ator com respeito às ações de A de acordo com as relações de preferência, exaustivos (para cada par de ações, pelo menos uma relação é mantida) e mutuamente exclusivos (para cada par de ações, duas relações distintas não podem se manter). Além destas, pelo menos uma das relações consolidadas deve ocorrer no CSPR.

2.3 Métodos Multicritério de Apoio à Decisão

Na literatura encontram-se diversos métodos multicritério, que devem ser utilizados de acordo com os dados disponíveis e com a informação necessária em cada situação. “A aplicação de qualquer método de análise multicritério pressupõe a necessidade de se determinar quais objetivos o decisor pretende alcançar, estabelecendo a representação destes múltiplos critérios ou múltiplos atributos” (Almeida & Costa, 2003).

Neste contexto, Roy (1996) classifica os métodos multicritério em três abordagens, de acordo com a modelagem das preferências do decisor: abordagem de critério único de síntese, abordagem de sobreclassificação e abordagem de julgamento local iterativo. O presente estudo enfoca a abordagem de sobreclassificação.

Abordagem de Critério Único de Síntese

De acordo com Vincke (1992), esta abordagem foi idealizada pela Escola Americana e consiste em agregar diferentes pontos de vista em uma única função utilidade que deverá ser otimizada. Um diferencial da mesma é o fato de possuir uma lógica de agregação compensatória. Segundo Almeida (2011), nos métodos compensatórios, pode-se compensar um menor desempenho de uma alternativa em um dado critério por meio do desempenho em outro, o que não ocorre em métodos não compensatórios.

Os principais métodos desta abordagem são: Teoria da Utilidade Multiatributo (Keeney & Raiffa, 1976), *VIP Analysis* (Dias & Clímaco, 2000), AHP (Saaty, 1977), SMART (Edwards, 1977) e SMARTERS (Edwards & Barron, 1994).

Abordagem de julgamento local interativo.

Segundo Vincke (1992), um método interativo consiste em alternar passos computacionais e diálogos com o decisor durante o processo decisório. Neste caso, o autor afirma que o estágio computacional fornece um primeiro resultado, que é apresentado ao decisor, e este fornece informações extras que serão injetadas no modelo e permitirão que uma nova solução seja construída.

Para Roy (1996), esse procedimento pode ser utilizado nas seguintes situações:

- Problemáticas de escolha: onde ocorre o aparecimento de um número pequeno de ações em A que o decisor aceita selecionar;
- Problemáticas de classificação: na determinação das categorias para as quais o decisor atribuirá às ações de A ;
- Problemáticas de ordenação: como forma de estruturar uma ordem completa ou parcial, conforme as preferências do decisor.

Estes métodos são utilizados principalmente na área de programação matemática. Entretanto, podem prover soluções em casos mais gerais.

Abordagem de sobreclassificação

Esta abordagem, inspirada na Escola Francesa, resulta em uma relação de sobreclassificação sobre um conjunto de alternativas, normalmente discretas, a partir de comparações entre pares de alternativas. Doumpos & Zopounidis (2004) destacam que estas técnicas operam em dois estágios principais: o primeiro envolve o desenvolvimento de uma relação de sobreclassificação, enquanto o segundo envolve a exploração desta relação para a avaliação das alternativas por escolha, ordenação e classificação.

Em problemas nos quais são desejadas alternativas com *performance* equilibrada em todos os critérios, os métodos de sobreclassificação são mais adequados, pois “apresentam avaliações não-compensatórias” (Almeida, 2011), na qual critérios com desempenho elevado não podem compensar critérios com *performance* abaixo da desejada.

Outra vantagem dos métodos de sobreclassificação é o fato dos mesmos enriquecerem a relação de dominância associada ao problema, mas sem a necessidade de esforço matemático excessivo. Segundo Brans & Vincke (1985), estes métodos consistem em um compromisso entre as relações de dominância pobres, baseadas na unanimidade dos pontos de vista, com as dominâncias excessivas geradas pelas funções utilidade.

Finalmente, os métodos de sobreclassificação “admitem um modelo mais flexível do problema, pois não pressupõem a comparação entre as alternativas e não impõem ao analista de decisão uma estrutura hierárquica dos critérios existentes.” (Gomes *et al.* 2004).

Com relação à avaliação inter-critério, os métodos escolhidos devem utilizar pesos que assumam a noção de importância relativa. De acordo com Mareschal (1988), o uso destes pesos traz a possibilidade de realizar uma modelagem mais próxima dos aspectos reais do problema de decisão.

Nesta abordagem, destacam-se os métodos das famílias ELECTRE e PROMETHEE.

2.3.1.1 Método ELECTRE

Figueira *et al.* (2005) afirmam que os métodos da família ELECTRE (*Elimination Et Choix Traduisant La REalité*) foram desenvolvidos por Bernard Roy a partir do ano de 1965. “A ideia fundamental destes métodos é que as alternativas podem ser eliminadas quando são dominadas por outras em relação a um nível específico” (Olson, 1995).

Segundo Vahdani *et al.* (2010), as relações entre as alternativas e os critérios são descritas, utilizando atributos referentes aos aspectos das alternativas que são relevantes de acordo com os critérios estabelecidos, a fim de encontrar soluções que representam um bom compromisso com as preferências do decisor.

“Esses métodos baseiam a sobreclassificação em uma lógica não compensatória com poder de veto, utilizando as noções de concordância e discordância” (Roy, 1996). Neste contexto, Almeida (2011) afirma que o conceito de concordância está relacionado ao fato de um subconjunto significativo de critérios considerar uma alternativa *a* preferível à alternativa *b*, enquanto a discordância está ligada ao fato de não existirem critérios onde a preferência da alternativa *b* em relação à alternativa *a* ultrapasse um limite inaceitável. Desta forma, é atribuído um índice de concordância e outro de discordância para cada par de alternativas.

Neste contexto, é necessário que o decisor seja capaz de fornecer informações relacionadas aos pesos dos critérios, como também com relação aos índices de concordância e discordância relacionados aos diferentes pares de alternativas. As variações do método apresentadas por Roy (1996) são definidas como:

- ELECTRE I: utiliza critérios verdadeiros para a resolução de problemáticas de escolha. Desta forma, procura selecionar um subconjunto de ações, o menor possível, onde nenhuma das alternativas pode ser sobreclassificada por outra ação do subconjunto.

- ELECTRE IS: é um *software* inspirado no ELECTRE I que utiliza pseudocritérios para a resolução de problemáticas de escolha.
- ELECTRE II: utiliza critérios verdadeiros para a resolução de problemáticas de ordenação, ou seja, objetiva ranquear as ações de forma decrescente.
- ELECTRE III: assim como o ELECTRE II, é empregado para problemáticas de ordenação. Entretanto, é aplicada quando se considera uma família de pseudocritérios.
- ELECTRE IV: esta técnica utiliza uma família de pseudocritérios para a resolução de problemáticas de ordenação. Difere-se das anteriores por não introduzir pesos para os critérios.
- ELECTRE TRI: utiliza pseudocritérios para a resolução de problemáticas de classificação.

2.3.1.2 Método PROMETHEE

Apresentado pela primeira vez por Jean-Pierre Brans (1982), o PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evoluation*) “é outro método de sobreclassificação bem conhecido, que permite ordenar as alternativas da melhor para a pior” (Araz & Ozkaran, 2007).

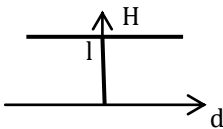
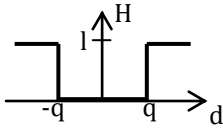
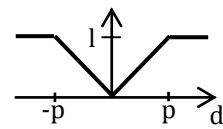
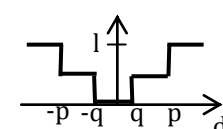
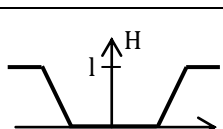
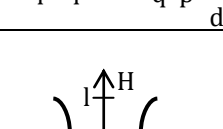
Segundo Vincke (1992), este método consiste na construção de uma relação de sobreclassificação valorada, envolvendo conceitos e parâmetros que possuem interpretações físicas e econômicas mais facilmente entendidas pelos decisores. Chen *et al.* (2011) afirmam que, para a implementação deste método, é necessário obter informações sobre a importância relativa dos critérios considerados e sobre a função preferência do decisor.

De acordo com Brans & Vincke (1985), a vantagem principal do PROMETHEE é a facilidade de entendimento do método pelo decisor. Brans & Mareschal (1994) enfatizam que, embora a noção de critérios generalizados seja introduzida para levar em consideração as amplitudes dos desvios entre avaliações, trazendo a necessidade de vários parâmetros adicionais, tais parâmetros são facilmente entendidos devido ao seu significado econômico. Além disso, Brans *et al.* (1984) afirmam que pequenos desvios nos valores dos parâmetros não induzem modificações importantes nos *rankings* das alternativas. Assim, “as principais vantagens são simplicidade, clareza e estabilidade” (Brans *et al.*, 1986).

Segundo Brans & Mareschal (1994), o PROMETHEE possui três estágios: enriquecimento da estrutura de preferência, enriquecimento da relação de dominância e exploração para o apoio à decisão.

No estágio de enriquecimento da estrutura de preferências é introduzido o critério generalizado. De acordo com Brans & Vincke (1985), a noção de critério é baseada na introdução de uma função que retrata a preferência do decisor por uma ação a em relação a b , definida separadamente para cada critério e com valores entre 0 e 1. Para facilitar o processo, seis funções são propostas ao decisor, como exposto na Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Critérios Generalizados. Fonte: Brans et al. (1984)

Critério Generalizado	Definição Analítica	Forma	Parâmetros
I. Critério Usual	$H(d) = \begin{cases} 0, & d = 0 \\ 1, & d > 0 \end{cases}$		-
II. Quase Critério	$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		q
III. Critério com preferência linear	$H(d) = \begin{cases} \frac{ d }{p}, & d \leq p \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		p
IV. Critério de nível	$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < d \leq p \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		q, p
V. Critério com preferência linear e área de indiferença	$H(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{ d - q}{p - q}, & q < d \leq p \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases}$		q, p
VI. Critério Gaussiano	$H(d) = 1 - \exp\left\{-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right\}$		σ

Para cada função proposta, é necessário o estabelecimento de, no máximo, dois parâmetros, que possuem um significado econômico bem definido. Brans et al. (1984) explicam o significado de cada parâmetro, como segue:

- Limiar de indiferença (q): é o maior valor de d para o qual o decisor considera que as alternativas são indiferentes;
- Limiar de preferência (p): é o menor valor de d para o qual o decisor considera que há uma preferência estrita de uma alternativa com relação à outra;

- σ é um parâmetro bem conhecido, diretamente conectado com o desvio-padrão de uma distribuição Normal.

Ao final deste estágio, o decisor deverá ter estabelecido um peso que reflita a importância relativa de cada critério, uma das seis funções de preferência apresentadas e a tabela de avaliação das alternativas.

Em seguida, inicia-se a etapa de enriquecimento da relação de dominância, onde uma relação de dominância valorada é construída, considerando todos os critérios. Inicialmente será determinado o grau de sobreclassificação de a sobre b a partir dos pesos (p_j) e das funções de preferência $(F_j(a,b))$:

$$\Pi(a,b) = \sum p_j F_j(a,b) \quad 2.3$$

Brans *et al.* (1986) afirmam que $\Pi(a,b)$ representa a intensidade da preferência do decisor pela ação a sobre a ação b quando considera simultaneamente todos os critérios, e observa-se que:

- $\Pi(a,b) \sim 0$, implica uma preferência global fraca de a sobre b
- $\Pi(a,b) \sim 1$, implica uma preferência global forte de a sobre b

Desta forma, Brans & Mareschal (1994) afirmam que, para cada par de alternativas $a, b \in A$, os valores de $\Pi(a,b)$ e $\Pi(b,a)$ devem ser computados para a construção de uma relação completa do conjunto A .

Para a fase de exploração para o apoio à decisão são utilizados os fluxos de sobreclassificação das alternativas:

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \Pi(a,x) \quad 2.4$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \Pi(x,a) \quad 2.5$$

$$\Phi = \Phi^+(a) - \Phi^-(a) \quad 2.6$$

Segundo Almeida (2011), o fluxo de sobreclassificação de saída representa a intensidade de preferência da alternativa a sobre todas as alternativas b no conjunto, enquanto que o fluxo de sobreclassificação de entrada representa a intensidade de preferência de todas as alternativas b sobre a . Finalmente, o fluxo líquido é a diferença entre os fluxos de saída e de

entrada. As alternativas serão então ordenadas, de acordo com os fluxos de sobreclassificação. O fluxo a ser utilizado dependerá da versão do método escolhida.

No presente estudo serão expostas as versões I, II, III e V do PROMETHEE, além do PROMSORT.

– PROMETHEE I:

Estabelece uma pré-ordem parcial entre as alternativas a partir dos fluxos de sobreclassificação negativos e positivos. Segundo Brans *et al.* (1985), a pré-ordem parcial do PROMETHEE I é obtida considerando a intersecção de duas pré-ordens, como segue:

$$(aPb) \text{ se } \begin{cases} \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) < \Phi^-(b), \text{ ou} \\ \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) < \Phi^-(b), \text{ ou} \\ \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \end{cases}$$

$$(aIb) \text{ se } \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) < \Phi^-(b)$$

$$(aRb) \text{ se } \begin{cases} \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) > \Phi^-(b) \\ \Phi^+(a) < \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \end{cases}$$

Onde, P, I e R representam a preferência, indiferença e incomparabilidade entre as alternativas, respectivamente. O PROMETHEE I é utilizado em problemáticas de escolha.

– PROMETHEE II:

De acordo com Brans *et al.* (1985), o PROMETHEE II é uma pré-ordem completa, dada pelos fluxos líquidos das alternativas, como segue:

$$(aPb) \text{ se } \Phi(a) > \Phi(b)$$

$$(aIb) \text{ se } \Phi(a) = \Phi(b)$$

O PROMETHEE II pode ser utilizado em problemáticas de escolha e de ordenação.

– PROMETHEE III:

Segundo Brans *et al.* (1984), o PROMETHEE III associa, para cada ação a , um intervalo $[x_a, x_b]$ e define uma ordenação intervalar (P, I) , como segue:

$$\begin{cases} aPb & \text{se } x_a > y_b \\ aIb & \text{se } x_a \leq y_b \text{ e } x_b \leq y_a \end{cases}$$

O intervalo $[x_a, x_b]$ é dado por:

$$\begin{cases} x_a = \bar{\Phi}(a) - \alpha\sigma_a \\ y_a = \bar{\Phi}(a) + \alpha\sigma_a \end{cases}$$

Onde:

$$\begin{cases} \bar{\Phi}(a) = \frac{1}{n} \sum_{b \in A} (\pi(a, b) - \pi(b, a)) = \frac{1}{n} \Phi(a) \\ \sigma_a^2 = \frac{1}{n} \sum_{b \in A} (\pi(a, b) - \pi(b, a) - \bar{\Phi}(a))^2 \\ \alpha > 0 \end{cases}$$

Em que n é o número de ações. O PROMETHEE III pode ser utilizado tanto para problemáticas de escolha quanto de ordenação.

– PROMETHEE IV:

Estabelece uma pré-ordem completa ou parcial de conjuntos contínuos de alternativas viáveis.

– PROMETHEE V:

Em situações nas quais o decisor deve escolher um subconjunto de alternativas dadas certas restrições, o mesmo se encontra frente a uma problemática de portfólio que, segundo Vetschera & Almeida (2012) envolvem a seleção de um ou vários itens de um conjunto de possíveis itens, sob certas restrições, e na qual os resultados são determinados por propriedades de agregação. O método PROMETHEE V foi introduzido para lidar especificamente com este tipo de problema, e por este motivo, será utilizado no presente estudo.

De acordo com Brans & Mareschal (1994), este método é realizado em duas etapas. Na primeira, o problema multicritério é considerado sem as restrições, e o fluxo líquido de sobreclassificação é computado a partir do PROMETHEE II.

Segundo Almeida & Vetschera (2012) na segunda etapa, um problema de programação linear é construído para levar em consideração as restrições adicionais, como segue:

Denota-se o conjunto de itens dos quais os *portfólios* poderão ser construídos por $(A_1, \dots, A_n)$. Assume-se que todos os itens são individuais e podem ser incluídos em mais de um *portfólio*. Seja Φ_i o fluxo líquido do item A_i com respeito a todos os outros itens calculados de acordo com o método PROMETHEE padronizado. Além disso, assuma que a composição do portfólio é limitada por algumas restrições de recursos, e que o item A_i exige r_i unidades do recurso em questão. No total, R unidades do recurso estão disponíveis. O *portfólio* ótimo dos itens é então determinado pela resolução do seguinte problema de otimização inteira mista:

$$\begin{aligned} & \max \sum \Phi_i x_i \\ & \text{Sujeito às restrições} \\ & \sum r_i x_i \leq R \\ & x_i \in \{0,1\} \end{aligned} \tag{2.7}$$

Onde x_i é uma variável binária ($x_i=0$ significa que a ação não está no portfólio e $x_i=1$ significa que a ação se encontra no portfólio).

Entretanto, Almeida & Vetschera (2012) afirmam que, de acordo com a função existente para o problema de otimização inteira descrito, o PROMETHEE V irá falhar ao deixar de incluir um item em um *portfólio* se este tem um fluxo líquido negativo com respeito a outros itens, embora a adição do mesmo pudesse melhorar o *portfólio* completo. Neste caso, os autores propõem considerar primeiro a otimização apenas entre *portfólios* do mesmo tamanho e definir um *portfólio* c -ótimo como o melhor *portfólio*, contendo exatamente c itens e, em seguida, realizar um ranking PROMETHEE com os *portfólios* c -ótimos, usando seus valores resultantes, a fim de selecionar o melhor *portfólio*. Para um dado valor de c , o *portfólio* c -ótimo pode ser determinado pela resolução do seguinte problema de otimização:

$$\begin{aligned} & \max \sum \Phi_i x_i \\ & \text{Sujeito às restrições} \\ & \sum r_i x_i \leq R \\ & \sum x_i = c \\ & x_i \in \{0,1\} \end{aligned} \tag{2.8}$$

Desta forma, todas as alternativas que possam aumentar o desempenho do portfólio serão inseridas, de acordo com as restrições impostas.

– PROMETHEE VI:

“Fornece ao decisor informação adicional sobre sua visão pessoal em relação ao problema multicritério” (Figueira *et al.*, 2005). Neste caso, ao invés de valores exatos, são especificados intervalos que incluem os valores corretos dos pesos dos critérios. Posteriormente, é realizada a ordenação destes intervalos de acordo com as preferências do decisor.

– PROMSORT

O PROMSORT é um método baseado na família PROMETHEE, que “atribui alternativas a categorias ordenadas predefinidas” (Araz *et al.*, 2007). Segundo os autores, a atribuição de uma alternativa a resulta da comparação de a com os perfis que definem os limites das categorias.

Desta forma, Araz & Ozkarahan (2007) descrevem o método como segue:

Seja G um conjunto de critérios $g_1, g_2, \dots, g_j$ ($G = \{1, 2, \dots, j\}$) e seja b um conjunto de perfis limites distinguindo $K + 1$ categorias ($B = \{1, 2, \dots, k\}$). b_h representa o limite superior da categoria C_h e o limite inferior da categoria C_{h+1} , $h = 1, 2, \dots, k$. Assuma que $C_2 > C_1$, significa que a categoria 2 sobreclassifica a categoria 1, o conjunto de perfis ($B = \{b_1, b_2, \dots, b_k\}$) deve ter a seguinte propriedade:

$$[b_k P b_{k-1}], [b_{k-1} P b_{k-2}], \dots, [b_2 P b_1]$$

Essa propriedade significa que as categorias devem ser ordenadas e distintas. Assumindo que mais é preferível a menos, as seguintes condições auxiliam a obter as categorias ordenadas e distintas:

$$\forall j, \forall h = 1, \dots, k; g_j(b_{h+1}) \geq g_j(b_h) + p_j$$

Deste modo, o PROMSORT realiza a atribuição das alternativas em categorias em três fases:

Fase 1: Construção de uma relação de sobreclassificação utilizando o PROMETHEE I.

A primeira etapa para a determinação das alternativas de referência é a comparação de todas as alternativas com os perfis limites, utilizando a relação de sobreclassificação do PROMETHEE.

Fase 2: Atribuições das alternativas.

A atribuição de alternativas para as categorias resulta diretamente da relação de sobreclassificação (assumindo que $C_2 > C_1$ significa que a categoria 2 sobreclassifica a categoria 1):

- Compara-se a alternativa a sucessivamente com b_i , para $i = k, k-1, \dots, 1$.
- b_h será o primeiro perfil no qual aPb_h .
- b_t será o primeiro perfil tal que aRb_t ou aIb_t .
- Se $h > t$, atribua a à categoria C_{h+1} . Ao contrário, não atribua a a qualquer categoria.

Na próxima etapa, as alternativas que já foram designadas a categorias específicas serão usadas para atribuir as alternativas que ainda não foram direcionadas. As alternativas de referência têm as seguintes propriedades:

- i. Cada perfil limite b_h sobreclassifica todas as alternativas de referência em C_h ;
- ii. Cada alternativa de referência em C_h sobreclassifica todos os perfis de limites inferiores ($b_{h-1}, b_{h-2}, \dots$).
- iii. Cada alternativa de referência em C_h sobreclassifica todas as alternativas de referência em ($C_{h-1}, C_{h-2}, \dots$).
- iv. Podem existir relações de preferência, indiferença e incomparabilidade entre todas as alternativas na mesma categoria.

Fase 3: Atribuição final

Na segunda fase, algumas alternativas são atribuídas em $h+1$ categorias ($C_{h+1} > C_h > \dots > C_1$). Agora, essas alternativas são as alternativas de referência para as categorias ordenadas. Suponha que um conjunto de referência X_h consiste de m das alternativas para a categoria h , ou seja, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$.

Para uma alternativa a que ainda não foi atribuída a alguma categoria:

1. Determine a distância

$$d_k = \frac{1}{n_t} d_k^+ - \frac{1}{n_{t+1}} d_k^- \quad 2.9$$

Onde,

- d_k^+ mensura a característica de sobreclassificação de a sobre todas as alternativas atribuídas para a categoria C_t .
- d_k^- mensura a característica de a sendo sobreclassificada por todas as alternativas atribuídas à categoria C_{t+1} .
- n_t é o número de alternativas de referência da categoria C_t .

- Φ_a é o fluxo líquido da alternativa a .
- 2. Atribua um ponto de corte b . Se a distância é maior que o ponto de corte, atribua a alternativa a à categoria C_{t+1} , se não, atribua a C_t . Aqui, b pode ser especificado pelo decisor e reflete o ponto de vista do decisor: pessimista ou otimista.
 - Se $d_k > b$, $a \in C_{t+1}$
 - Se $d_k < b$, $a \in C_t$

Neste estágio, a função distância é calculada para todas as alternativas que ainda não foram atribuídas. A soma da diferença entre os valores dos fluxos líquidos das alternativas são utilizadas para mensurar a característica de sobreclassificação de a sobre as alternativas de referência que estão na categoria C_t e de sobreclassificação todas as alternativas de referência que pertencem à categoria C_{t+1} sobre a . Portanto, são levados em consideração os efeitos das alternativas de referência e os efeitos de todas as alternativas que não foram ainda atribuídas a uma categoria para decidir à classificação da alternativa a . Isso força que as atribuições sejam consistentes com o ranking PROMETHEE.

Segundo Araz & Okzarahan (2007), as principais vantagens deste método são a flexibilidade e a facilidade de uso, enquanto a maior desvantagem é a necessidade de uma quantidade considerável de informações.

2.4 Decisão em grupo

Normalmente, a decisão não é tomada por um único indivíduo. Em situações onde apenas um sujeito é responsável direto pela decisão, outros atores poderão influenciar no processo. Em outras circunstâncias, a decisão deverá ser tomada por um grupo, a partir da agregação das preferências dos diversos participantes.

Neste contexto, Kilgour & Eden (2010) definem Decisão em Grupo e Negociação como o campo acadêmico e profissional que procura entender, desenvolver e implementar procedimentos formais para melhorar os processos de decisão coletivos. Segundo Yeh *et al.* (2009), a tomada de decisão multicritério em grupo envolve a avaliação de alternativas de decisão com respeito à múltiplos critérios, normalmente conflitantes, com a participação de múltiplos decisores.

Segundo Dias & Clímaco (2005), as seguintes características são inerentes ao processo de decisão em grupo:

- Os objetivos fundamentais de todos os envolvidos são comuns;

- O conjunto de alternativas é numerado, ou seja, todas as alternativas são determinadas no início do processo;
- As restrições são discutidas, há compartilhamento de informações, aprendizagem interativa e troca de experiências;
- A votação é uma oportunidade de anular divergências;
- São processos deliberativos;
- Normalmente não se pode abandonar o grupo durante o processo de decisão.

Um fator importante neste tipo de processo é que todos os indivíduos do grupo pertencem a uma mesma organização e são responsáveis pela decisão tomada. Desta forma, a decisão final é a integração das preferências individuais dos envolvidos. Neste sentido, Almeida *et al.* (2012) afirmam que o processo decisório envolve procedimentos analíticos para a agregação das preferências do grupo.

Desta forma, vários Sistemas de Apoio a Decisão em Grupo (GDSS – *Group Decision Support Systems*) foram criados para auxiliar decisores em diversos contextos. “Muitos GDSS focam na estruturação de ideias, geração de alternativas e procedimentos, sendo relativamente poucos os que utilizam o apoio multicritério à decisão em grupo” (Macharis *et al.* 1998, p. 283).

A esse respeito, Leyva-Lópes & Fernandez González (2003) descrevem duas abordagens normalmente utilizadas com técnicas de apoio à decisão multicritério para a agregação de preferência em grupo:

- Na primeira abordagem, o grupo deve entrar em acordo sobre as alternativas, critérios, pontuações, pesos, limiares e demais parâmetros do problema de decisão. Depois que a discussão for finalizada e todas as informações individuais forem agregadas, é utilizado um procedimento para obtenção de valores dos parâmetros do modelo que deverão representar a opinião coletiva. A partir desta informação, o modelo de decisão multicritério fornece a solução em grupo;
- Na segunda abordagem, o grupo entra em consenso apenas para definir o conjunto de ações potenciais. Cada membro define seus próprios critérios, as avaliações apropriadas e os parâmetros do modelo, e um método de decisão multicritério é utilizado para fornecer a ordenação individual. Em seguida, cada ator é considerado um critério separado, e a informação contida no ranking individual é agregada em uma ordenação coletiva pelo mesmo, ou por outro, modelo multicritério.

De acordo com Dias & Clímaco (2005), nos métodos de agregação em nível de entrada, um operador $f(\cdot)$ agrega as preferências individuais dos k decisores T_k em um conjunto T de valores aceitos pelo grupo. Em seguida, um operador $e(\cdot)$ agrega os resultados do método R compatível com T . Como exposto na figura 2.7.

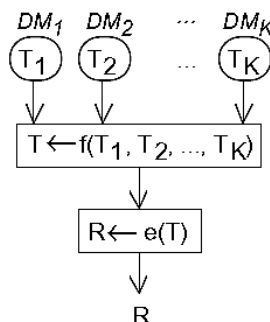


Figura 2.7 - Método de agregação em nível de entrada. Fonte: Dias e Clímaco (2005)

Nos métodos em nível de saída, um operador $e(\cdot)$ obtêm os resultados do método R compatível com as preferências individuais T_k de cada decisor. Em seguida, um operador $h(\cdot)$ agrega os resultados R_k em um conjunto R . Como se pode observar na Figura 2.8.

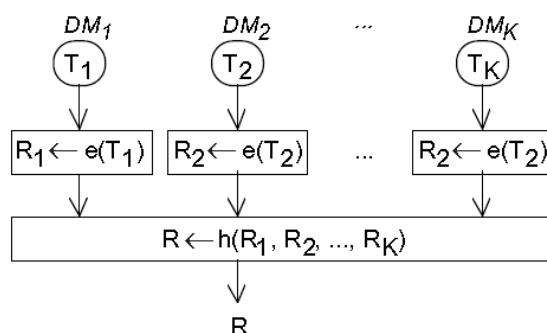


Figura 2.8 - Método de agregação em nível de saída. Fonte: Dias e Clímaco (2005)

Normalmente, os métodos de agregação em nível de entrada são utilizados, quando os decisores têm objetivos convergentes e estão dispostos a renunciar às suas próprias preferências para o bem da organização. Enquanto os métodos de agregação em nível de saída são usados, quando há objetivos muito divergentes, onde cada indivíduo decide de acordo com suas preferências, com sistemas de valores diferentes.

O método de apoio multicritério à decisão em grupo a ser escolhido dependerá de vários fatores, tais como: o grau de divergência entre os decisores, o tipo de agregação de preferências a ser utilizado e a problemática a ser resolvida.

Neste contexto, Macharis *et al.* (1998) desenvolveram o PROMETHEE GDSS para apoiar o consenso entre os decisores, em situações onde os objetivos são fortemente

conflitantes. Os autores citam três passos para a resolução do problema: estágio preliminar, avaliação individual e avaliação global. No estágio preliminar, o analista deve conhecer e estruturar o problema de acordo com as preferências dos decisores, e em seguida construir uma tabela de avaliação com o conjunto de alternativas potenciais e critérios globais ou individuais. Na segunda fase são estabelecidos os pesos de cada critério que, segundo Macharis *et al.* (1998) devem ter soma total igual a 1. Em seguida, os decisores deverão escolher as funções preferências para cada critério. A partir da definição dos pesos e funções obtêm-se a matriz $(n \times k)$ de avaliação individual, onde n representa o número de alternativas e k o número de critérios. Em seguida, é realizada a avaliação individual das alternativas, utilizando o PROMETHEE I, PROMETHEE II e o plano GAIA. Ao final da etapa, o indivíduo possui uma ordenação completa das suas alternativas de acordo com o PROMETHEE II. Na última fase, os fluxos líquidos de todos os decisores com relação a cada alternativa são colhidos e os resultados são agregados. Desta forma, uma nova matriz é criada, considerando os decisores como critérios. O PROMETHEE II é novamente utilizado e obtêm-se o *ranking* global das alternativas.

Leyva-López & Fernández-González (2003) propuseram o Electre GD para a decisão em grupo, considerando os índices de concordância e discordância, veto e incomparabilidade utilizados no ELECTRE. Desta forma, o método possui dois estágios: o primeiro consiste na obtenção de um *ranking* individual obtido pelo ELECTRE III em conjunto com um algoritmo genético, e que traduza as relações de preferências *fuzzy*; o segundo na definição da relação de sobreclassificação *fuzzy* pelo Supradecisor, (ator que possui autoridade para estabelecer regras e prioridades).

Existem vários outros métodos para o apoio a problemas de decisão em grupo, como, por exemplo, o VIP-G (Dias & Clímaco, 2005), o AGAP (Costa *et al.*, 2003) e o Decider (2010).

O método escolhido para a realização do trabalho foi o PROMETHEE-GDSS, pois este método possui uma abordagem de agregação em nível de saída, apropriada para problemas em que os decisores têm preferências divergentes, como na sistemática proposta. Além disso, o método admite a atribuição de pesos para os decisores, de forma que o poder de cada um dos indivíduos com relação ao processo de decisório será retratado, o que torna o processo mais realista. Além disso, a metodologia é de simples entendimento e flexível com relação às funções de preferência e limiares a ser atribuídos pelos decisores.

2.5 Considerações finais sobre o capítulo

Este capítulo apresentou conceitos relacionados à Logística e ao Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, ressaltando-se questões como os objetivos destes e a importância do relacionamento entre clientes e fornecedores para as firmas que compõem a Cadeia de Suprimentos.

Foram expostos aspectos fundamentais sobre o Apoio Multicritério à Decisão, destacando a relevância desta abordagem, os atores do processo, as principais problemáticas de referência, a modelagem de preferências e os métodos multicritério.

Como abordado na visão geral dada sobre o Apoio Multicritério, na maior parte dos processos decisórios, a decisão não é tomada por apenas um indivíduo, mas pela interação das preferências de vários sujeitos. Desta forma, foram explicitados conceitos referentes à decisão em grupo, tais como as características inerentes a este processo e as abordagens para agregação das preferências dos diversos decisores.

Como base para a proposta do modelo proposto, serão utilizados uma adaptação do PROMETHEE-GDSS empregada para a ordenação dos fornecedores e seleção de fornecedor único, a adaptação do PROMETHEE V proposta por Almeida & Vetschera (2012) para a seleção de múltiplos fornecedores. Finalmente, a avaliação e classificação dos fornecedores são realizadas com base no PROMSORT.

3 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são expostos trabalhos desenvolvidos com foco no relacionamento entre clientes e fornecedores na Cadeia de Suprimentos. Desta forma, inicialmente são expostos modelos de Decisão Multicritério para avaliação e seleção de fornecedores e, em seguida, é realizada uma revisão sobre os trabalhos relacionados à Cadeia de Suprimentos na Indústria Brasileira de Alimentação.

3.1 Modelos Multicritério para Seleção e Avaliação de Fornecedores

De acordo com Pongpeng & Liston (2003), há uma necessidade crescente em considerar vários critérios simultaneamente na análise de problemas, a partir do uso de métodos multicritério de apoio à decisão. Tais métodos se aproximam mais de situações reais do que as abordagens clássicas de Pesquisa Operacional devido à possibilidade de considerar vários aspectos ligados ao problema de decisão.

“Avaliar fornecedores é uma questão complicada e inerente a um problema de tomada de decisão multicritério pelo fato de que vários critérios devem ser deliberados no processo de tomada de decisão” (Wang, 2010, p. 1). Neste contexto, Zeydan *et al.* (2010) afirmam que os critérios a ser levados em consideração contêm vários fatores objetivos e subjetivos. Daí a importância em elaborar modelos que considerem tanto variáveis quantitativas como também as qualitativas, de forma a englobar todos os aspectos importantes para a empresa.

Ho *et al.* (2009) afirmam que várias abordagens de tomada de decisão multicritério tem sido propostas para avaliação e seleção de fornecedores, tais como o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Analytic Network Process* (ANP), *Case-Based Reasoning* (CBR), *Data Envelopment Analysis* (DEA), Teoria dos Conjuntos Fuzzy, *Genetic Algorithm* (GA), Programação Matemática, *Simple Multi – Attribute Rating Technique* (SMART), e seus híbridos.

A avaliação do desempenho dos fornecedores pode ser realizada no processo de seleção, seja na fase de pré-qualificação, onde serão escolhidos os fornecedores que estão aptos para continuar no processo, ou na seleção final. Esta análise pode também ser realizada após o processo de seleção, no momento em que os fornecedores já trabalham junto à empresa. Neste caso, os resultados poderão auxiliar a organização a decidir se continua a relacionar-se com certos fornecedores, e que tipo de relacionamento buscar.

“A natureza destes problemas é amplamente diversificada em termos de complexidade, do tipo de soluções a ser investigadas e das abordagens metodológicas” (Dourmos &

Zopounidis, 2004, p.1). Neste sentido, Roy (1996) afirma que, para a escolha do método multicritério a ser utilizado, é necessário considerar questões como: os tipos de relações de preferências compatíveis com o modelo, a lógica de agregação empregada, a natureza da informação inter-critério requerida e os procedimentos que indicam a validade da informação obtida.

Neste contexto, Kang & Lee (2010) construíram um modelo baseado no *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Data Envelopment Analysis* (DEA) para avaliação e seleção de fornecedores de embalagens de uma empresa de circuitos integrados. Inicialmente, utilizou-se o DEA para avaliar os fatores quantitativos, então os resultados desta etapa foram transformados em valores de comparações par a par para o AHP. Os fatores qualitativos foram também avaliados pelo AHP. A partir da combinação entre tais fatores, foi obtido um *ranking* dos fornecedores. Os critérios quantitativos utilizados na pesquisa foram divididos em *inputs* (taxa de defeitos, preço, resposta à mudança de tempo) e *outputs* (taxa de entrega no prazo estipulado, capacidade do processo), enquanto os critérios qualitativos estavam relacionados à tecnologia e relação de parceria.

Segundo Chan & Chan (2010), o AHP é uma ferramenta poderosa e flexível para problemas complexos que consideram aspectos quantitativos e qualitativos. Assim, os autores utilizaram esta ferramenta para seleção de fornecedores em indústrias têxtil relacionadas ao setor de moda, que possuem produtos com ciclo de vida curto. O modelo levou em consideração duas áreas de avaliação. A primeira estava relacionada ao desempenho do fornecedor, e continha os critérios de entrega, qualidade, garantia de abastecimento, flexibilidade e custo, enquanto a segunda área era relativa à estrutura do negócio, e tinha como critérios as questões estratégicas organizacionais e confiabilidade, riscos percebidos, questões tecnológicas e questões ambientais. Para cada critério foram estabelecidos subcritérios relevantes. Após as comparações par a par foi estabelecido um *ranking* dos fornecedores.

Embora, muito utilizado para resolver problemas em situações reais, Kilincci & Onal (2011) afirmam que o AHP é insuficiente para explicar condições de incerteza em alguns estágios da comparação par a par. Para se adequar às incertezas inerentes ao estudo, os autores utilizaram uma metodologia baseada no *fuzzy AHP* para selecionar o melhor fornecedor para uma companhia de máquinas de lavar de acordo com os critérios do cliente. Assim, como Kilincci & Onal (2011), Yücenur *et al.* (2011) empregaram a metodologia *fuzzy AHP* para resolver o problema de seleção de fornecedores. Neste caso foram levados em consideração os critérios qualidade, custo, fatores de risco e características dos fornecedores, com o

objetivo de selecionar o melhor fornecedor em uma cadeia de suprimentos global para uma indústria têxtil.

Chen & Chao (2012), Wang & Chin (2010), entre outros, também utilizam o AHP no contexto da seleção de fornecedores. Embora amplamente utilizada, esta metodologia vem sendo criticada devido à produção de resultados que apresentam viés quando há dependência entre critérios. Desta forma, Ordoobadi & Wang (2011) afirmam que, embora o AHP force o usuário a avaliar a importância de cada critério, sendo este um ponto positivo, a consistência do julgamento individual nem sempre é atingida.

Vahdani *et al.* (2010) empregaram o ELECTRE para seleção de fornecedores, utilizando pesos e dados intervalares, com respeito a cinco critérios de decisão: rentabilidade do fornecedor, proximidade da relação, capacidade tecnológica e qualidade e resolução de conflitos, para determinar a alternativa mais preferível entre todas as alternativas possíveis. Outros autores empregaram o ELECTRE, em suas variadas formas, para a seleção de fornecedores. Liu & Zhang (2011) utilizaram o método ELETRE-III para a seleção de fornecedores na cadeia de suprimentos. Para lidar com a imprecisão e natureza vaga existentes na avaliação linguística, Sevkli (2010) utilizou um método denominado de *fuzzy* ELECTRE para a seleção de fornecedores em uma companhia de manufatura localizada na Turquia. Por fim, Yang *et al.* (2008) realizaram um trabalho no qual estudaram os métodos de Análise de Componentes Principais (PCA) e o ELECTRE para seleção de fornecedores.

Existem inúmeros casos em que os métodos de apoio à decisão são utilizados para a decisão em grupo. A seleção de fornecedores é “uma das atividades mais críticas para o estabelecimento de uma cadeia de suprimentos efetiva, e é normalmente um problema de decisão multicritério em grupo” (Roostaei *et al.*, 2012, p.1). Neste contexto, vários autores realizaram estudos que consideram métodos de decisão multicritério em grupo para a seleção de fornecedores em diversas áreas da indústria (Kahraman, 2003; Chen *et al.*, 2006; Boran *et al.*, 2009; Wang, 2010; Kang & Lee, 2012; Chen *et al.*, 2011; Yücenoreti *et al.*, 2011; Chen & Chao, 2012; Roostaei *et al.*, 2012; Izadikhah, 2012).

Na avaliação de desempenho de fornecedores, Chen *et al.* (2011) utilizaram o método *fuzzy* PROMETHEE em grupo para avaliar quatro fornecedores potenciais de um banco, com o intuito de melhorar o processo de decisão de *outsourcing*. Nesta situação, foram utilizados sete critérios (experiência, reputação, flexibilidade, capacidade técnica, qualidade, gestão e preço), avaliados por quatro decisores. Dagdeviren & Eraslan (2008) e Chen *et al.* (2010) também utilizaram o métodos da família PROMETHEE em seus trabalhos.

Lin (2008) propôs um método integrado para avaliação de fornecedores e alocação ótima de ordens. No primeiro estágio, utilizou-se o método FANP, uma combinação do ANP (*Analytic Network Process*) com o FPP (*Fuzzy Preference Programming*) para mensurar os pesos dos fornecedores selecionados, enquanto no segundo estágio, os pesos foram usados como coeficientes em 14 funções objetivo do modelo MOLP (*Multi-objective Linear Programming*) para alocar as quantidades de ordem ótimas para os fornecedores. Os critérios principais observados no estudo foram: preço, qualidade, entrega e técnica. O autor afirma que as vantagens do método integrado incluem as habilidades de (i) considerar as interdependências entre vários critérios e situações de incertezas para ranquear os fornecedores; (ii) minimizar o nível de insatisfação final do cliente baseado em limitações de demanda e capacidade e; (iii) facilitar a alocação mais eficiente das ordens.

De acordo com Wang (2010), avaliar e gerir o desempenho dos fornecedores tem se tornado cada vez mais importante e desafiante, de forma que uma abordagem eficiente é necessária para auxiliar as firmas a pré-qualificar seus fornecedores e desenvolver e gerir parcerias estratégicas. Neste sentido, a autora utiliza uma representação *fuzzy 2-tuple* em um cenário de decisão em grupo. Para a avaliação do desempenho global dos fornecedores, durante a pré-qualificação, foram observados os seguintes critérios: qualidade do produto, capacidade de entrega, preço e serviços pós-vendas. Como resultado da avaliação, os fornecedores poderiam se adequar aos seguintes níveis de desempenho global: perfeito, promissor, moderado, ruim e imperfeito. A partir do nível em que se encontravam os fornecedores, a empresa poderia decidir quais deveriam ser selecionados para a criação de parcerias estratégicas, aqueles que deveriam ser auxiliados por programas de desenvolvimento, os considerados como parceiros competitivos para alguns produtos e quais fornecedores deveriam ser desconsiderados pela empresa. Assim, a firma pode escolher os parceiros que melhor se adéquem às suas necessidades e, desta forma, aumentar sua competitividade, pois “estes fornecedores podem influenciar a percepção de consumidores à jusante sobre os produtos da organização, assim como a velocidade com que os produtos alcançam o mercado” (Wang, 2010).

Aksoy & Öztürk (2011) utilizaram Redes Neurais para a seleção e avaliação de desempenho de fornecedores em manufaturas que trabalham com a filosofia *Just-in-time* (JIT). Na primeira etapa do trabalho, os fornecedores foram selecionados a partir dos critérios de qualidade, desempenho de entrega JIT, locação para transporte e preço. Na segunda etapa foi realizada a avaliação de desempenho dos fornecedores após a seleção, com os seguintes parâmetros: nível de qualidade, porcentagem de partes rejeitadas, índice de desempenho,

resultados de auditorias, desempenho da amostra e autoridade de entrega não supervisionada. Ao fim da análise de desempenho, os fornecedores foram classificados em Classe A (aqueles com bom desempenho e com os quais as empresas continuariam a trabalhar), Classe B (com alguns defeitos em seus sistemas e com necessidade de melhorias) e Classe C (com baixos resultados, de forma que as firmas não continuariam a trabalhar com os mesmos).

Schramm & Morais (2012) afirmam que o SMARTER é um método compensatório baseado nos fundamentos do MAUT, mas que utiliza um processo de elicitação de parâmetros mais fácil, adequado para aplicações práticas, principalmente quando o decisor não possui conhecimento acerca deste tipo de método, o que torna sua utilização bastante efetiva. Por estes motivos, os autores propuseram um modelo baseado no SMARTER para a seleção de fornecedores na indústria da construção civil e avaliação daqueles selecionados no modelo. Em seguida realizaram uma aplicação real, considerando os seguintes critérios: Sistema de Gestão da Qualidade, preço unitário, planos de redução dos preços, custos de transporte, nível de rejeição, resposta aos pedidos de assistência, *lead time*, flexibilidade de prazo e flexibilidade de quantidade. Como resultado da aplicação, demonstrou-se a eficiência do método proposto, que objetiva auxiliar na melhoria do relacionamento entre gerentes, fornecedores e parceiros.

Diversos trabalhos utilizaram o AHP para a avaliação dos fornecedores, entretanto este método é bastante criticado devido à inconsistência que pode ocorrer quanto ao julgamento do decisor quando há dependência entre os critérios. Além disso, muitos artigos empregaram a teoria dos conjuntos *fuzzy* integrada a outros métodos devido à imprecisão das informações necessárias para a modelagem, pois, segundo Haleh & Hamidi (2010), esta é uma das melhores ferramentas para lidar com incerteza.

Quanto ao setor de alimentação, “a seleção de fornecedores se tornou o principal problema para o desenvolvimento da cadeia de suprimentos de *foodservice*” (Shen, 2010). Consequentemente, com o intuito de selecionar os melhores vendedores em um ambiente de negócios dinâmico, o autor desenvolveu um sistema de avaliação de fornecedores a partir da integração do DEA e do Ciclo de Vida da Empresa.

Segundo Ni-Di & Ming-Xian (2010), a pressão sobre a segurança dos alimentos torna a seleção de fornecedores uma decisão estratégica importante para as empresas. Desta forma, os autores desenvolveram um modelo hierárquico baseado no AHP para analisar os fatores de avaliação e escolha de fornecedores para cooperação estratégica no setor de varejo agroalimentar. Neste modelo, observou-se que as quatro dimensões críticas para a avaliação dos fornecedores são: qualidade do alimento, preço, tempo de entrega e qualidade do serviço.

Como resultado final, foi obtida uma ordenação decrescente dos fornecedores analisados. Ainda, com relação à segurança alimentar, Xu *et al.* (2010) estabeleceram um sistema baseado no controle de risco na cadeia de suprimentos. Este sistema realizou a integração dos métodos DEA e ANP em um modelo de decisão ANP&DEA para a avaliação e seleção de fornecedores.

Neste contexto, observa-se que existem inúmeros métodos multicritério à disposição para a seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores. Entretanto, não há uma abordagem perfeita, e sim aquela que melhor se adequa à determinada situação. Desta forma, é necessário que a escolha do método considere quais as informações disponíveis, o conhecimento dos decisores sobre o assunto e o nível de informação desejado, entre outros aspectos. Além disso, praticamente nenhum trabalho relacionado à integração entre as etapas de seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores foi encontrado. Entretanto, a integração e entendimento da diferença entre a seleção e avaliação de desempenho são importantes para uma gestão eficiente dos fornecedores. Ademais, existe a necessidade de utilizar métodos simples e flexíveis, que possibilitem a utilização por gerentes no dia-a-dia.

Assim, a maior contribuição do presente trabalho consiste em realizar a modelagem multicritério integrada para as fases de seleção e avaliação de desempenho de fornecedores, a partir de uma sistemática que utiliza métodos simples, o que possibilita a utilização do modelo sem a necessidade de amplo conhecimento na área de multicritério.

3.2 Indústria brasileira de alimentação

Esta seção apresenta estudos desenvolvidos na área de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos para a indústria brasileira de alimentação, nos quais foram observadas as estruturas das cadeias de diversos gêneros alimentícios e os indicadores de desempenho das atividades deste ramo. Pesquisas nesta área são importantes devido à necessidade de integração e alta qualidade na Cadeia de Suprimentos deste setor, já que o mesmo possui produtos essenciais para seus clientes e que podem ter impactos significativos na saúde do consumidor.

Neste contexto, Sim *et al.* (2007) afirmam que a indústria de alimentação passou por enormes transformações nas últimas décadas, pois os desenvolvimentos macro econômicos, estruturais e sociais têm levado a um grande aumento no nível do comércio mundial. Desta forma, as empresas devem ir ao encontro das necessidades dos consumidores, a partir de um maior número de opções de escolha, menores preços, maior qualidade e segurança do

produto, disponibilidade dos itens, entre outros. Neste contexto, o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos surge como uma questão essencial para o alcance destes objetivos.

Azevedo & Chaddad (2005) realizaram um estudo sobre a integração de mercado entre indústrias de suco de laranja localizadas no Brasil e Estados Unidos. Neste trabalho, os autores constataram que esta integração tem implicações relevantes para os gerentes de agronegócios, pelos seguintes motivos: a perspectiva de integração de mercado cria um ambiente positivo para novas alianças estratégicas e redesenho da cadeia de alimentos, e; a existência de capacidades complementares entre companhias estrangeiras e domésticas é uma condição necessária para este tipo de rearranjo da cadeia de suprimentos.

Segundo Vieira & Traill (2007), os exportadores de países em desenvolvimento estão penetrando em mercados de alto valor, e, por este motivo, tem que responder adequadamente às preocupações de seus fornecedores quanto à qualidade e segurança dos alimentos. Desta forma, foi realizada uma avaliação dos exportadores brasileiros quanto aos padrões de segurança e qualidade requeridos para a exportação de carne para a União Europeia. Os resultados sugeriram que há uma necessidade do setor público e privado brasileiro em identificar formas eficientes e eficazes para o cumprimento das normas externas, assim como inspecionar e controlar a segurança e qualidade no mercado doméstico.

Neste mesmo contexto, Talamini *et al.* (2005) identificaram a estrutura, as ligações e o nível de integração na Cadeia de Suprimentos da carne suína brasileira destinada à exportação. Os resultados revelam que esta cadeia possui uma estrutura razoavelmente longa e ampla em alguns níveis, mas tem forte influência das agroindústrias, caracterizadas como empresas focais, que são colocadas como elementos essenciais para o gerenciamento das políticas de segurança da carne suína.

Zylbersztajn & Machado Filho (2003) pesquisaram a estrutura competitiva do sistema de carnes no Brasil. Neste trabalho, observou-se que: o sistema de agronegócios de carne brasileiro é bastante heterogêneo e não é bem definido estrategicamente; para atingir os padrões de qualidade necessários, os matadouros estão em fase de reestruturação, devido principalmente ao tamanho, logística, problemas financeiros e impactos tecnológicos; os produtores de gado estão ampliando seus conhecimentos sobre as necessidades de produção, adicionando serviços e transformando canais de distribuição; e, finalmente, as agências privadas e governamentais coordenam a cadeia, com relação a problemas sanitários, e promovem a carne brasileira no mercado externo. Apesar dos aspectos positivos, existe a necessidade de criar dispositivos de coordenação que atendam as demandas de qualidade,

rastreabilidade, padronização e certificação de alimentos na construção de capacidade dinâmica para inserção no mercado global.

De acordo com Claro & Claro (2004), nos últimos anos, o interesse e a demanda por produtos saudáveis e sustentáveis são crescente. Neste contexto, os autores realizaram um estudo sobre relacionamentos *business-to-business* de companhias de café orgânico brasileiro com empresas holandesas. Neste caso, as estratégias de entrada foram analisadas segundo a dependência, o controle, as incertezas do país, os custos das transações e o valor adicionado. Tais fatores obtiveram melhor desempenho nas cadeias propostas, que possuíam relações de *business-to-business*, que nas cadeias correntes. Conceição & Quintão (2004) realizaram uma avaliação do desempenho logístico da cadeia de suprimentos de refrigerantes no Brasil. Os autores constataram que as empresas preocupam-se mais com os indicadores de desempenho internos do que aqueles que avaliam a logística externa. Desta forma, existe uma necessidade de maior integração entre os elos da cadeia de suprimentos, assim como dos indicadores de desempenho logístico interno e externo.

Quanto ao mercado interno, Cônsoli & Musseti (2010) realizaram um estudo relacionado à sobreposição e concorrência das cadeias de suprimentos de alimentos dos setores varejista e de *foodservice*. Os resultados encontrados mostram que as cadeias de suprimentos destes setores possuem certa sobreposição, principalmente por parte das indústrias e dos agentes de distribuição. Todavia, devido a maior maturidade dos setores e seus agentes, há uma grande tendência para a especialização, com indústrias, atacadistas e distribuidores mais orientados e focados para cada um destes segmentos. Senna *et al.* (2007) realizaram um estudo limitado ao Estado de São Paulo, no qual foram identificadas as formas de comercialização de frutas cítricas de mesa. Neste caso, observou-se que as frutas cítricas sem sementes são pouco cultivadas e comercializadas. Além disso, devido à concorrência com frutas provenientes do Uruguai e Rio Grande do Sul, os produtores necessitam de investimentos para a boa qualidade do produto e maior organização comercial.

Segundo Viana (2009), a crescente importância atribuída ao gerenciamento do relacionamento com os fornecedores tem alertado as empresas sobre a seleção dos mesmos, de modo que, selecionar e monitorar os fornecedores têm se tornado atividades estratégicas para alcançar melhorias contínuas na Cadeia de Suprimentos. Neste sentido, o autor investigou como as companhias brasileiras de alimentos têm selecionado e monitorado seus fornecedores, e se as mesmas têm ou não aplicado ferramentas e técnicas avançadas para tal seleção, a partir de uma pesquisa realizada com as indústrias participantes da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação.

Como resultado do estudo, o autor apresenta um diagnóstico nas seguintes áreas do gerenciamento de fornecedores do setor: relacionamento empresa-fornecedor, seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores e critérios utilizados em tais processos. A pesquisa ressalta que as empresas geralmente reconhecem a influência dos fornecedores em seus processos e a importância de procedimentos de seleção para a contratação de fornecedores adequados. Os respondentes afirmaram que a escolha inapropriada pode acarretar problemas para as empresas contratantes, tais como: atraso de pedidos, não conformidade, problemas de relacionamento e dificuldades de adaptação dos fornecedores às necessidades da organização, o que acarreta perdas financeiras e redução na parcela de mercado.

Viana (2009) afirma ainda que, a maior parcela das organizações firma relacionamentos de longo prazo com seus fornecedores, o que resulta em aumento da produtividade, redução de custos da operação, melhoria do controle de recursos, e, maior agilidade na troca de informações. Entretanto, parte significativa das indústrias não formalizou seus processos para seleção e avaliação de desempenho. Além disso, as que realizam procedimentos de seleção e monitoramento utilizam avaliações informais ou métodos categóricos, ao invés de técnicas mais sofisticadas, tais como o Apoio à Decisão ou Programação Matemática. Adicionalmente, as indústrias pesquisadas apresentaram conjuntos padronizados de critérios para o julgamento de fornecedores, que se distinguem de acordo com o tipo de relacionamento cliente-fornecedor desejado, destacando que o processo possui exigências diferentes para fornecedores de curto/médio prazo e de longo prazo.

Por fim, o estudo de Viana (2009) revelou que empresas que realizam processos formais de seleção e avaliação de fornecedores e possuem critérios padronizados possuem maior preferência em obter relações de longo prazo e têm maior percepção sobre a redução no fluxo de trabalho e melhoria da qualidade do produto/serviço advindas das parcerias com seus fornecedores.

Durante o levantamento bibliográfico, observou-se a dificuldade de encontrar material relacionado ao Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos no setor de alimentação brasileiro. Entretanto, trabalhos nesta área são necessários devido à importância da alta qualidade de alimentos e da segurança alimentar, ligados diretamente às fontes de matéria-prima das empresas de alimentos. Além disso, os trabalhos encontrados realizam diagnósticos sobre as Cadeias de Suprimentos, mas não expõem métodos para a análise dos fornecedores, que são a base desta cadeia. Neste sentido, detectou-se uma lacuna no que diz respeito à abordagem de técnicas estruturadas para a seleção e monitoramento de fornecedores no setor.

Com base no estudo realizado por Viana (2009), notou-se a importância dada à análise de contratados pelas empresas do ramo, principalmente as que procuram o estabelecimento de parcerias de longo prazo. Entretanto, estas organizações não utilizam processos estruturados para tal análise, o que pode ser causado pela falta de conhecimento em técnicas sofisticadas de avaliação. Diante desses vários aspectos, o presente trabalho visa propor um modelo multicritério para o problema em questão, já que as empresas utilizam múltiplos critérios na seleção e avaliação de fornecedores, mesmo na utilização de métodos não estruturados. Este modelo oferece uma sistemática geral para o processo de análise de fornecedores, que auxilie decisores com pouco conhecimento na área a escolher contratados adequados e monitorá-los frequentemente, o que resultará em uma maior vantagem competitiva da empresa.

3.3 Conclusões sobre o capítulo

Neste capítulo, foram apresentados trabalhos relacionados ao Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, que facilitaram a compreensão de aspectos relacionados ao estudo proposto. O primeiro tópico tratou do uso de Modelos Multicritério de Apoio à Decisão para a seleção e avaliação de fornecedores. Observou-se que os vários métodos multicritério foram propostos neste contexto, e que o método utilizado depende do tipo de problemática, das ferramentas disponíveis para análise e das variáveis envolvidas. Daí a importância de escolher o método mais adequado para o problema proposto e, assim, alcançar uma solução aceitável.

Por fim, foi realizado um levantamento de trabalhos sobre o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos na Indústria Brasileira de Alimentação, e observou-se que existem poucos estudos na área. Desta forma, visualizou-se a necessidade de estudos neste setor, que é essencial para a economia do país. Neste sentido, no próximo capítulo será apresentada uma proposta de sistemática para a seleção e avaliação de desempenho de fornecedores, a fim de auxiliar as organizações a escolher os fornecedores que mais se adéquem às suas necessidades, e decidir que tipo de relacionamento construir com tais fornecedores.

Na proposta, a avaliação dos fornecedores será realizada a partir da modelagem multicritério em grupo, como citados nos trabalhos de Kahraman (2003), Chen *et al.* (2006), Boran *et al.* (2009), entre outros. A família de métodos utilizados no modelo multicritério será a família PROMETHEE, com base nos trabalhos de Chen *et al.* (2011), Dagdeviren & Eraslan (2008) e Chen *et al.* (2010).

Na etapa de avaliação de desempenho, a classificação dos fornecedores é realizada de acordo com a relação cliente e fornecedor que deverá existir, com base nas classes

predefinidas *a priori*, de acordo com o trabalho de Aksoy & Öztürk (2011): fornecedores de Classe A, Classe B e Classe C.

Os critérios considerados no trabalho são aqueles propostos por Viana (2009). Para a pré-seleção de fornecedores, são utilizados os seguintes critérios: entrega, preço, localização geográfica, instalações e capacidade de produção, conformidade com os procedimentos da empresa, habilidade em atender as especificações de embalagem, responsividade, capacidades tecnológicas, desejo de fechar negócios, gestão e organização do fornecedor e sistemas gerenciais. Para a seleção de fornecedores são usados: compromisso, credibilidade, eficiência, qualidade do produto/serviço, capacidades técnicas, flexibilidade, capacidade de cooperação e impressão no contato pessoal. Por fim, os critérios determinados para a avaliação de desempenho são: entrega, qualidade do produto/serviço, preço, conformidade com os procedimentos da empresa, eficiência, capacidades técnicas, compromisso, credibilidade, flexibilidade e histórico de *performances*.

4 SISTEMÁTICA PROPOSTA PARA A SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE FORNECEDORES

Devido à alta complexidade do ambiente de negócios, as empresas buscam formas de gerenciamento que as auxiliem no relacionamento com seus clientes. Neste sentido, a escolha de fornecedores adequados e a sua manutenção vêm se tornando fatores fundamentais para o sucesso das organizações. Tal escolha influenciará no preço, prazo e qualidade dos produtos, entre outros aspectos.

Neste contexto, o capítulo apresenta a descrição de uma sistemática para a seleção e avaliação de fornecedores em indústrias de alimentos. Neste sentido, no item 4.1 são determinados os objetivos da organização, a partir da determinação dos decisores e critérios qualificadores e ganhadores de pedidos para a empresa. No item 4.2 é apresentada a sistemática proposta, que é dividida em duas etapas: na primeira etapa é realizada a seleção dos fornecedores, enquanto na segunda é realizada a avaliação de desempenho dos mesmos. Finalmente, o item 4.3 expõe as considerações finais do capítulo.

4.1 Determinação dos objetivos da organização

Em qualquer organização, é preciso primeiramente conhecer quem são os atores responsáveis pelos processos relacionados aos fornecedores, assim como os objetivos da organização.

Dessa forma, a primeira etapa do processo decisório consiste em identificar quais os objetivos da organização quanto aos seus fornecedores, pois a determinação correta destes objetivos será fundamental para a escolha de parceiros adequados às necessidades da empresa. As etapas desta fase são descritas na figura 4.1.

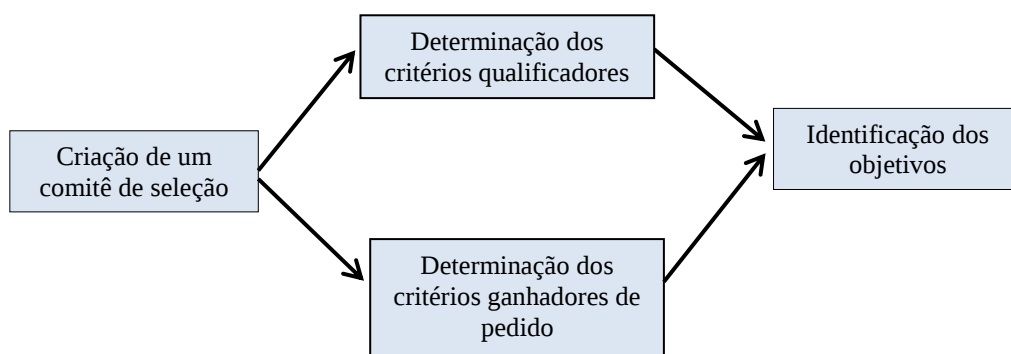


Figura 4.1- Etapas para a identificação dos objetivos da organização

A primeira fase do processo decisório é a identificação dos atores que, direta ou indiretamente, influenciam tal processo. Em várias situações, um único decisor é escolhido para realizar o procedimento. Entretanto, o mesmo deve conhecer as preferências dos demais atores e os limites impostos para sua decisão. Em outros casos, onde ocorre maior divergência entre as preferências dos tomadores de decisão, é necessária a realização de procedimentos de decisão em grupo. A seleção de fornecedores aqui descrita se encaixa na segunda opção. Desta forma, deve ser criado um comitê de decisores familiarizados com as necessidades internas da empresa, como também com o mercado. O número de decisores e a área de atuação dos mesmos poderão variar de acordo com o tipo e tamanho da indústria.

Posteriormente, ocorre a fase de determinação dos critérios qualificadores e ganhadores de pedidos, que poderá contar com o auxílio de um analista. Para a determinação dos critérios, o grupo pode realizar seções de *brainstorming*, que consistem em “anotar num quadro as ideias surgidas de maneira não sistematizada num grupo de pessoas para que depois possam ser discutidas” (ADER, 2010). Neste caso, os decisores se reúnem e cada um deles pode dar ideias de critérios a ser utilizados, em seções estruturadas ou não estruturadas.

Em outras situações, os decisores podem trabalhar de forma separada. Neste caso, cada indivíduo estabelece seus próprios critérios, e, em seguida, o grupo se reúne para discutir abertamente as propostas dadas. Após tal discussão, será determinado o conjunto de critérios globais. Existem ainda casos em que os critérios podem ser estabelecidos a partir de revisão da literatura e o grupo decide quais são os qualificadores e quais são os ganhadores de pedidos. Após a determinação dos critérios qualificadores e ganhadores de pedidos, a empresa obterá uma visão global de seus objetivos frente aos fornecedores.

4.2 Descrição da sistemática

A sistemática proposta para seleção e avaliação integrada dos fornecedores é exposta na Figura 4.2. A metodologia está dividida em duas etapas: na primeira fase será realizada a seleção de fornecedores de produtos estratégicos, já que estes itens são responsáveis pelos maiores custos e riscos na modificação de fornecedores. Na segunda etapa ocorre a avaliação do desempenho dos fornecedores contratados.

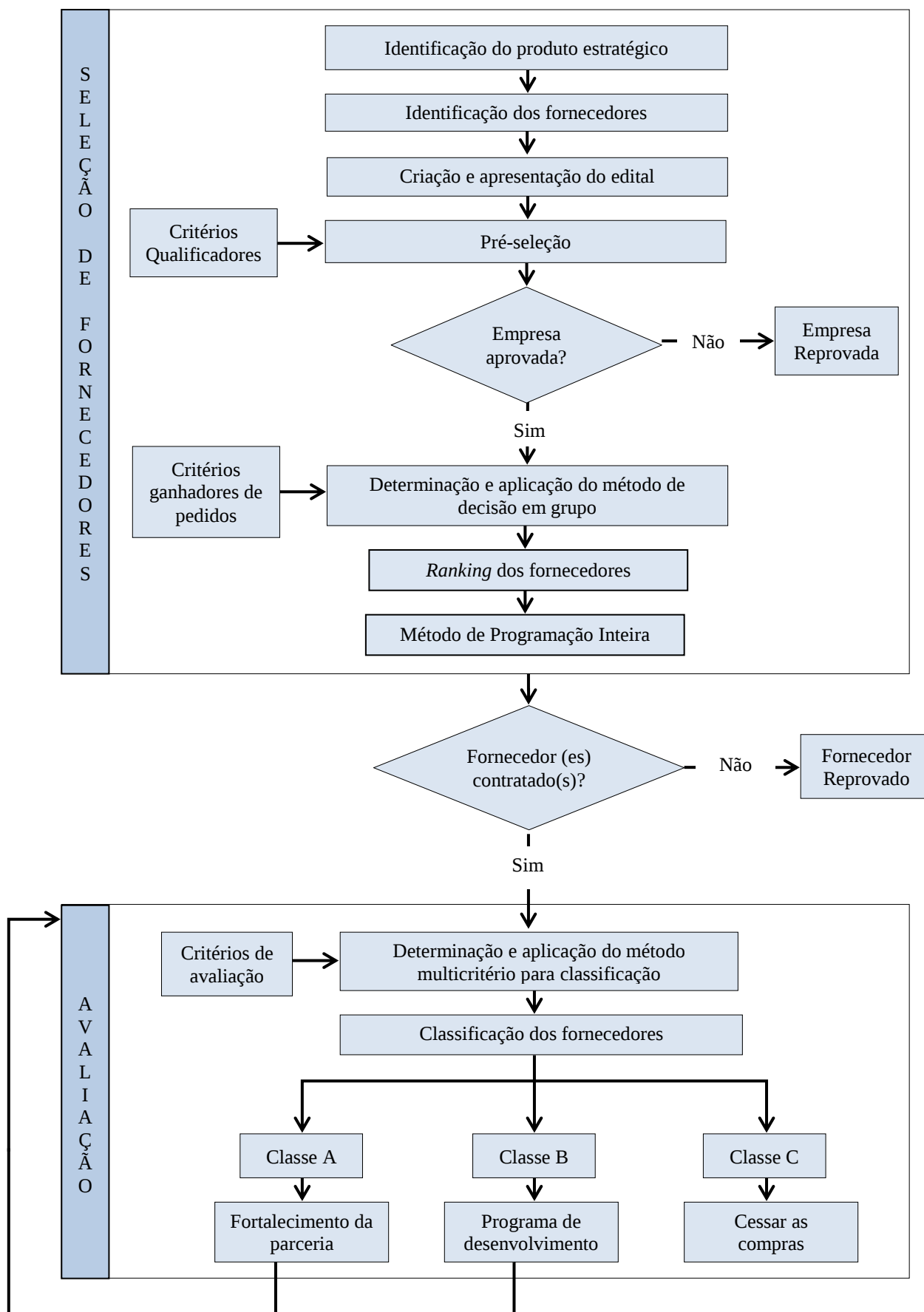


Figura 4.2 - Sistemática para seleção e avaliação de desempenho

Primeira etapa: Seleção dos fornecedores

Esta etapa tem como finalidade a obtenção de um *ranking* dos fornecedores ou a seleção de um subconjunto de fornecedores, a partir dos quais será realizada a seleção daqueles que mais se adéquam às necessidades da empresa.

4.2.1.1 Identificação do produto estratégico

Os procedimentos para a seleção e avaliação de fornecedores demandam tempo e custos para a organização. Neste sentido, é necessária a escolha cuidadosa dos itens a ser analisados. Neste sentido, os métodos estruturados são necessários principalmente para produtos com alto valor e baixa disponibilidade, ou seja, produtos estratégicos para a empresa.

Deste modo, o comitê de seleção deverá identificar quais os produtos estratégicos para a organização, a partir de análises financeiras (porcentagem do custo total de compra, impacto na qualidade do produto, crescimento do negócio) e análises de riscos (disponibilidade do produto no mercado, número de fornecedores, demanda competitiva, riscos de armazenagem e possibilidade de substituição), a fim de analisar os fornecedores destes produtos.

4.2.1.2 Identificação dos fornecedores

Neste estágio, o comitê deverá realizar a identificação dos potenciais fornecedores dos produtos estratégicos a ser adquiridos pela empresa. Tais fornecedores representarão as alternativas do modelo de decisão proposto.

Neste sentido, o modelo será empregado separadamente para os fornecedores de cada item a ser comprado. Deve-se ressaltar que um mesmo vendedor poderá participar de mais de um processo de seleção, de acordo com os itens que oferece.

Para identificação dos fornecedores potenciais, a organização deverá abrir um edital de compras e solicitação de propostas, consultar o cadastro de fornecedores com os quais já trabalha, procurar em *sites* especializados na área dados sobre indústrias do ramo, e, buscar informações sobre fornecedores em empresas concorrentes que utilizam a mesma matéria-prima para fabricação de seus produtos.

4.2.1.3 Pré-seleção de fornecedores

Na fase de pré-seleção será realizada uma triagem dos fornecedores a ser avaliados pelo método multicritério de apoio à decisão.

Inicialmente, a empresa deve elaborar e apresentar um edital de compras para o produto em questão, no qual esclarece quais os objetivos relevantes para a firma. Além disso, o documento requer das empresas candidatas ao negócio informações sobre os critérios

qualificadores de pedidos. Estas informações podem ser recolhidas a partir de questões a ser elaboradas com relação aos critérios quantitativos e qualitativos. Para os critérios com avaliações subjetivas, os decisores devem elaborar questões de múltipla escolha, pois as mesmas proporcionam maior facilidade na tabulação e análise dos dados, devido à maior homogeneidade nas respostas. Quanto às questões objetivas, estas podem ser do tipo aberta.

Com base nas informações contidas no questionário, o grupo de decisores deve analisar quais candidatos apresentam os níveis estipulados pelo comitê como aceitáveis com relação aos critérios qualificadores. Como resultado desta etapa, os fornecedores com níveis de desempenho abaixo do aceitável nestes objetivos são eliminados do processo, enquanto aqueles que têm níveis acima do especificado continuarão a concorrer.

4.2.1.4 Determinação e aplicação do método de decisão em grupo

Para a utilização do modelo, é necessário que a empresa obtenha dados referentes aos níveis de desempenho das alternativas com relação aos critérios ganhadores de pedidos. Estes níveis são estabelecidos *a priori* pelo comitê de seleção. Portanto, inicialmente, deve-se enviar um formulário para os fornecedores que continuarem no processo seletivo com questões acerca destes critérios. Quanto à forma de mensuração dos objetivos quantitativos e qualitativos, devem ser estruturadas de maneira similar às contidas no questionário inicial. Posteriormente, será determinado e aplicado o método para resolução do problema decisório.

Segundo Araz *et al.* (2007), decisões sobre seleção de fornecedores são complicadas porque vários critérios devem ser considerados no processo de tomada de decisão. Além disso, como estes critérios podem estar relacionados tanto a questões objetivas quanto subjetivas, técnicas que lidam com medidas qualitativas e quantitativas são necessárias para modelar estas situações.

Ademais, observou-se a necessidade de utilização de um método que possua lógica de agregação de critérios não-compensatória, já que em problemas de seleção as empresas desejam selecionar alternativas que obtenham uma *performance* equilibrada com relação aos critérios identificados, pois não é interessante trabalhar com fornecedores com desempenho muito alto em certos aspectos, mas que possuam *performance* abaixo do desejado em outros. Portanto, os métodos de sobreclassificação são adequados para esta situação. Estes métodos possuem ainda uma modelagem mais próxima da realidade, devido à utilização de pesos na avaliação inter-critério, são de fácil utilização e possuem maior flexibilidade e liberdade do decisor em relação à escolha das funções de preferência e limiares utilizados no modelo.

Durante a pesquisa bibliográfica, observou-se também que a seleção de fornecedores é geralmente realizada por um grupo de decisores, que possuem sistemas de preferências que

podem ser convergentes ou não. Neste caso, assume-se que os decisores possuem objetivos específicos conflitantes. Desta forma, deve-se utilizar um modelo multicritério de decisão em grupo em nível de saída.

A primeira etapa do processo de seleção consiste na resolução de uma problemática de ordenação, pois tem como objetivo a criação de um *ranking* decrescente dos fornecedores potenciais. Desta forma, o método utilizado deve se adequar a este tipo de problema. Então, nesta fase será utilizada uma adaptação do PROMETHEE em grupo, devido à necessidade de um método de decisão em grupo para a obtenção de um *ranking* das alternativas.

- Proposta da Metodologia de Decisão em Grupo

Seja um conjunto $A = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_n\}$ de alternativas, que serão analisadas considerando k critérios $C = \{c_1, c_2, \dots, c_j, \dots, c_k\}$. Pode-se definir uma matriz de decisão que represente a avaliação de desempenho da alternativa a_i , segundo o critério c_j , de forma que, para cada decisor D_x , pertencente ao grupo $G = \{D_1, D_2, \dots, D_x, \dots, D_X\}$ tem-se uma matriz de decisão ($n \times k$). Após a avaliação das matrizes individuais, os fluxos líquidos de cada decisor comporão uma nova matriz ($n \times X$), que representa o fluxo líquido de cada alternativa a_i com base nas preferências de cada decisor D_x .

Segundo o PROMETHEE-GDSS, proposto por Macharis *et al.* (1997), para a análise individual, o analista deve utilizar os métodos PROMETHEE I e PROMETHEE II para o estabelecimento das pré-ordens parcial e completa das alternativas, respectivamente. Entretanto, nesta proposta, optou-se por utilizar o método PROMETHEE III para realizar a ordenação completa das alternativas, observando-se os fluxos intervalares entre elas.

Esta escolha ocorreu porque o PROMETHEE III é um método de ordenação intervalar, que considera ações que possuem fluxos muito próximos indiferentes, ao passo que, “no PROMETHEE I e II, a indiferença entre duas ações ocorre quando os fluxos correspondentes são estritamente iguais” (Brans *et al.*, 1984), independente da função preferência a ser utilizada. Desta forma, a utilização do PROMETHEE II faria com que houvesse preferência de um fornecedor sobre outro, mesmo que ambos apresentassem desempenhos muito próximos. Entretanto, em situações deste tipo, os fornecedores deveriam se encontrar na mesma posição do *ranking*. O PROMETHEE III auxilia o decisor na determinação dos limites para a indiferença ou preferência entre alternativas.

Na fase de avaliação individual, cada decisor atribui os pesos, funções e parâmetros necessários, de acordo com suas preferências. Desta forma, será construída uma matriz de avaliação para cada um dos membros do comitê. Para a avaliação em grupo, o analista utiliza os fluxos dos decisores para cada alternativa e o peso dos mesmos, decidido pelo supradecisor

com relação ao poder exercido por cada decisor sobre o grupo, como entrada para a matriz de avaliação global. Desta forma, uma nova matriz ($n \times X$) é obtida, incluindo as n alternativas básicas e os X critérios, que correspondem aos X decisores.

A Figura 4.3. expõe o modelo multicritério proposto para a seleção de fornecedores de itens estratégicos, baseado naquele desenvolvido por Macharis *et al.* (1998).

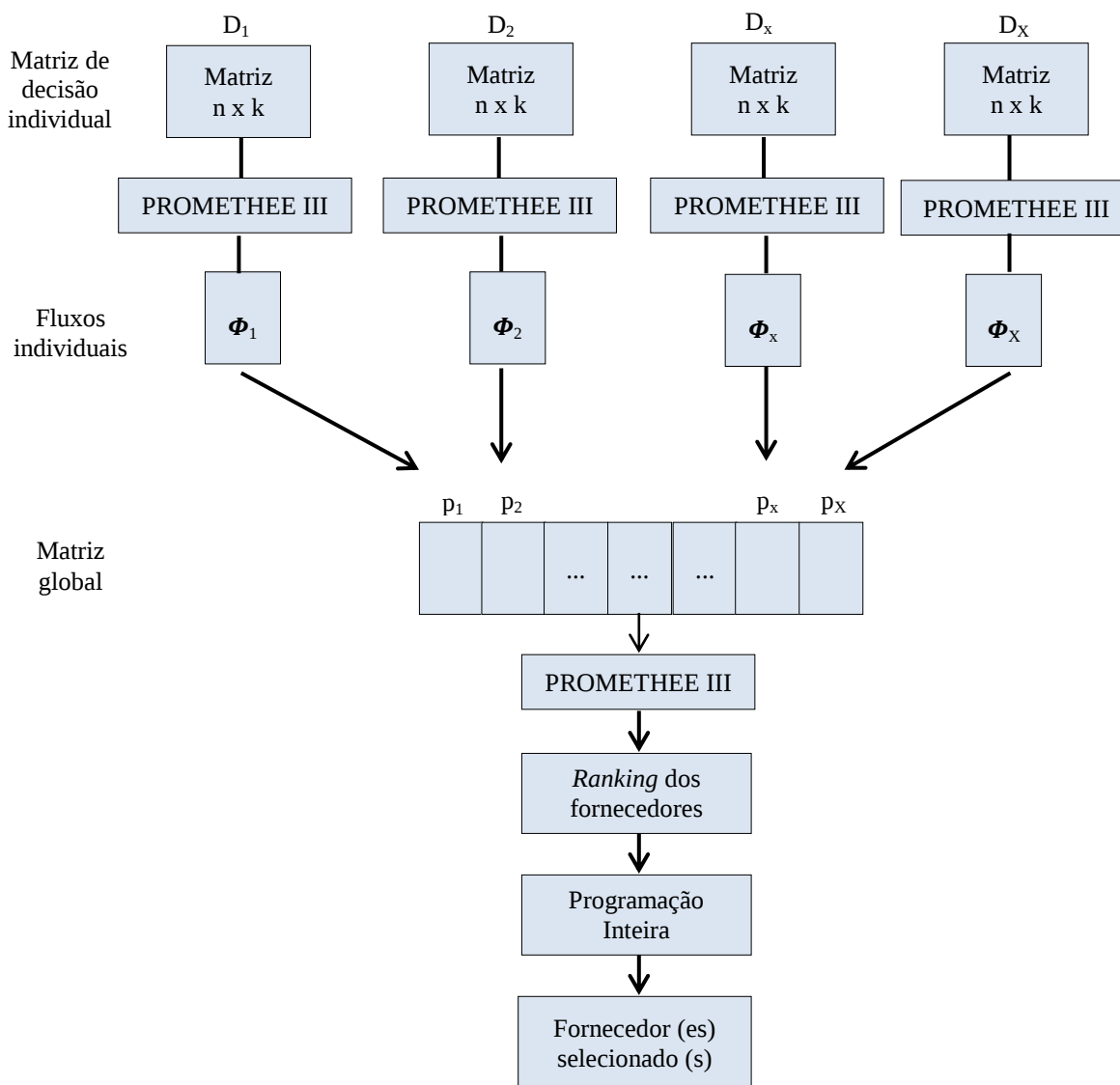


Figura 4.3 – Modelo Multicritério de Decisão em Grupo para a Seleção de Fornecedores

Para a seleção final deverá ser utilizada a adaptação do PROMETHEE V, proposta por Almeida & Vetschera (2012), para a seleção do conjunto de fornecedores que mais se adeque ao problema em questão, com o intuito de inserir todas as alternativas que possam melhorar o *portfólio* da empresa, de acordo com as restrições impostas. Quando se deseja contratar apenas um fornecedor esta avaliação também deverá ser realizada, pois é fundamental

observar se a alternativa que se encontra na primeira posição do *ranking* atende as restrições impostas, ou é necessário contratar um fornecedor que esteja numa posição abaixo, mas atenda tais restrições.

Segunda etapa: Avaliação do desempenho dos fornecedores

A necessidade de encontrar fornecedores adequados para a realização de parcerias estratégicas faz com que, além de técnicas para seleção, as empresas passem a desenvolver métodos para avaliar o desempenho dos fornecedores com os quais já trabalham. Neste sentido, Simpson *et al.* (2002) enfatizam que, sem monitorar cuidadosamente o desempenho do vendedor, a empresa é incapaz de avaliar com precisão se seus atuais fornecedores estão atendendo às suas necessidades, enquanto os fornecedores são incapazes de responder as necessidades não expressas pela organização. Nesta fase, a avaliação será realizada por um único indivíduo, considerado o supradecisor na etapa anterior, pois o tempo despendido para reunir o comitê de seleção periodicamente é bastante elevado. Ademais, o decisor será um dos membros do comitê, que conhece as preferências de todos do grupo, de forma que as opiniões de outros indivíduos afetados pelo processo serão consideradas. O modelo multicritério para a avaliação de desempenho dos fornecedores é exposto na figura 4.4.

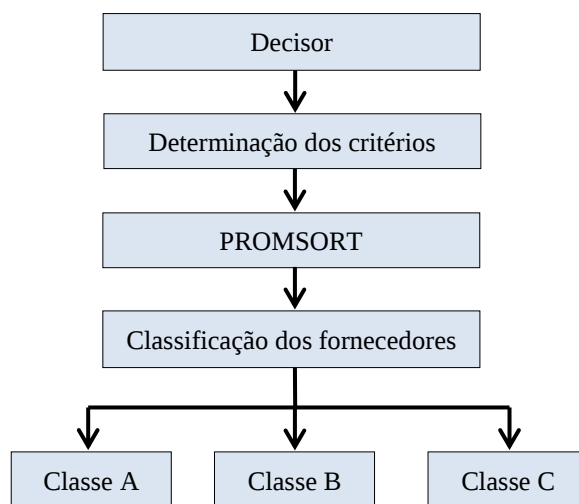


Figura 4.4 – Modelo multicritério para avaliação de desempenho dos fornecedores

Inicialmente, a organização deverá determinar um único decisor para o processo. Em seguida, o decisor irá determinar os critérios a ser considerados. Uma pesquisa bibliográfica poderá auxiliar na identificação destes objetivos. As opiniões de outros indivíduos afetados

pelo processo podem ser consideradas, entretanto, os critérios serão definidos de acordo com as preferências do decisor.

Para determinação do método a ser utilizado, deve-se considerar que vários critérios devem ser analisados para a obtenção de um resultado adequado, o que traz a necessidade de utilização de um Método Multicritério de Apoio à Decisão para a avaliação da *performance* dos vendedores.

Assim como na seleção, os critérios utilizados no estágio de avaliação de desempenho podem ser objetivos ou subjetivos, de forma que o método escolhido deve lidar adequadamente com variáveis quantitativas e qualitativas, como também com a incerteza inerente ao processo decisório. Ademais, além de avaliar a *performance* dos fornecedores, esta etapa visa agrupá-los em classes definidas *a priori*, o que caracteriza uma problemática de classificação.

Desta forma, o método escolhido para esta etapa foi o PROMSORT. Este método se adequa ao problema devido às seguintes características expostas por Araz & Ozkarahan (2007): utiliza os conceitos de perfis limites e alternativas e referências; oferece ao decisor flexibilidade para definir o ponto de vista otimista e pessimista; e garante categorias ordenadas.

Como resultado da análise, os fornecedores serão classificados em três categorias definidas *a priori*, propostas por Aksoy & Öztürk (2011): Classe A (fornecedores fortemente adequados às necessidades da empresa), Classe B (fornecedores moderados, mas que podem melhorar através de políticas de desenvolvimento) e Classe C (fornecedores que não se adequam às necessidades da organização).

A periodicidade das avaliações de desempenho dependerá da organização na qual o modelo será aplicado. De acordo com a empresa, esta avaliação poderá ser realizada mensalmente ou trimestralmente. Além disso, após outros processos de seleção, com a contratação de novos fornecedores, deverão ser reavaliados os limiares relativos a cada classe, e, se houver necessidade, os níveis de desempenho dos perfis limites serão redefinidos.

4.2.1.5 Classificação dos fornecedores

Como resultado da aplicação do método multicritério de apoio à decisão, será obtida a classificação dos fornecedores de acordo com as classes definidas *a priori*. Desta maneira, a empresa obterá informações sobre o tipo de relacionamento que deverá existir com cada um de seus fornecedores, como segue:

- Os fornecedores de Classe A são aqueles que se adéquam fortemente às necessidades da empresa, segundo os critérios propostos no modelo. Desta maneira, a organização deve estabelecer relacionamentos de longo prazo, na forma de parcerias estratégicas, com tais vendedores.
- Os fornecedores de Classe B são capazes de atender as expectativas do cliente em alguns aspectos, mas necessitam de melhorias em áreas específicas. Desta forma, a empresa deverá informar a estes vendedores quais aspectos deverão ser aperfeiçoados para que os mesmos se tornem fornecedores perfeitos. Além disso, o cliente poderá fornecer programas de desenvolvimento de fornecedores aos participantes desta classe.
- Os fornecedores de Classe C são aqueles que não conseguem atender as necessidades da empresa contratante em um nível aceitável. Desta forma, o cliente não deverá realizar parcerias com tais fornecedores, assim como cessar a compra de mercadorias aos mesmos se estes continuarem nesta classe por duas avaliações consecutivas.

A avaliação dos fornecedores deve ser realizada periodicamente, de forma a manter os níveis de desempenho necessários para atingir aos objetivos da organização.

4.3 Considerações finais sobre o capítulo

Neste capítulo foi proposto um modelo integrado para a seleção e avaliação do desempenho de fornecedores. Esta sistemática teve como finalidade auxiliar as organizações na escolha dos vendedores que mais se adéquem às suas necessidades, assim como avaliar o desempenho dos fornecedores já contratados e, a partir daí, definir o tipo de relacionamento cliente-fornecedor que deverá ser estabelecido.

Ademais, foi exposto um modelo que indica métodos multicritério adequados para o problema em questão. Neste sentido, foi proposta uma adaptação do PROMETHEE em grupo para a ordenação dos fornecedores, na qual o PROMETHEE II é substituído pelo PROMETHEE III, que ressalta a indiferença entre as alternativas. Em seguida é utilizado o PROMETHEE V para a seleção final. Na avaliação do desempenho dos fornecedores, será empregado o PROMSORT para a classificação das alternativas quanto ao relacionamento cliente-fornecedor que deverá existir. Esta sistemática, que tem como principal diferencial a integração entre as etapas de seleção e avaliação da *performance* dos decisores, é apropriada para o problema em questão, assim como os métodos de decisão multicritério definidos. Os mesmos podem auxiliar as organizações na escolha e desenvolvimento de parcerias com fornecedores adequados, o que acarretará maior competitividade para a empresa.

5 APLICAÇÃO NUMÉRICA DO MODELO PROPOSTO

Este capítulo aborda a simulação numérica do modelo multicritério de apoio à decisão estruturado anteriormente, com a finalidade de ilustrar o uso do mesmo. A simulação é um processo iterativo, que tem como vantagem o fato de revelar informações importantes e novas percepções a respeito do problema, o que permite melhorias no modelo antes de sua aplicação em situações reais. Para a aplicação, será estruturado um problema típico de seleção e avaliação de desempenho para a indústria alimentícia brasileira, uma vez que no setor de alimentação a importância dos fornecedores é ainda maior, pois, neste ramo, a baixa qualidade dos insumos poderá trazer prejuízos à saúde dos consumidores. Para a aplicação numérica, um gerente de logística que trabalhou vários anos na indústria de alimentação auxiliou na mensuração dos pesos, funções de preferência e parâmetros utilizados nas duas etapas do modelo proposto.

5.1 Descrição da empresa simulada

Suponha que uma empresa do ramo alimentício necessita selecionar fornecedores para os ingredientes de seu principal produto: biscoito recheado de chocolate. Além disso, a organização percebeu a importância de relacionamentos de longo prazo com fornecedores estratégicos e, por este motivo, deseja avaliar aqueles que já trabalham junto à empresa, e classificá-los quanto ao tipo de relacionamento cliente-fornecedor que deverá existir.

Na situação específica, a empresa deseja fornecedores com *performance* equilibrada em todos os critérios, ou seja, um desempenho muito alto em um critério não deve compensar um desempenho baixo em outro. Além disso, o poder de cada decisor no processo decisório deve ser retratado. Neste enfoque, o modelo de decisão multicritério descrito no capítulo anterior será aplicado no processo de seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores de biscoito recheado de chocolate na indústria em questão.

5.2 Determinação dos objetivos da organização

Nesta etapa foram identificados os objetivos da empresa com relação aos seus fornecedores. Para definição dos mesmos, supôs-se que o gerente de compras é o supradecisor, e este determinou os membros do comitê de seleção simulado, formado pelos indivíduos que possuem influência sobre a escolha dos fornecedores. Em seguida, este grupo determinou quais os critérios qualificadores e ganhadores de pedidos, que traduzem os objetivos da firma.

Criação de um comitê de seleção simulado

Vários departamentos da empresa, com interesses e objetivos conflitantes, estão envolvidos na seleção de fornecedores. Portanto, as organizações normalmente optam pela escolha de um comitê de decisão, no qual cada membro represente um setor influenciado diretamente pela escolha dos fornecedores. Nesta aplicação, o comitê simulado é composto pelos decisores expostos no quadro 5.1.:

Quadro 5.1- Membros do comitê de seleção

Membros do Comitê de Seleção	
Codificação	Cargo
D1	Gerente de Logística
D2	Gerente de Compras
D3	Gerente de Produção

Após a designação dos decisores, estes devem determinar quais os critérios qualificadores e ganhadores de pedidos, que serão utilizados na fase de pré-seleção e seleção de fornecedores, respectivamente.

Determinação dos critérios para a seleção de fornecedores

Os critérios estão relacionados aos objetivos do decisor quanto às alternativas. Desta forma, devem expor de forma clara e objetiva as necessidades da organização com relação aos seus fornecedores. Os fornecedores escolhidos na resolução do modelo multicritério apenas serão adequados às preferências da empresa se os critérios estiverem de acordo com tais preferências.

Na maioria dos casos, a primeira etapa para a definição dos critérios é a realização de uma reunião, na qual os membros do comitê expressam suas opiniões individuais acerca do problema em questão. Cada decisor pode ser convidado a definir seus critérios qualificadores e ganhadores de pedidos em uma folha, sem a interferência de outros atores. Após a definição individual, é realizada uma sessão de *brainstorming*, na qual os indivíduos citam os objetivos identificados. Estes são colocados em um quadro e discutidos abertamente. Assim, o grupo define quais os critérios qualificadores e quais os ganhadores de pedidos.

Os critérios utilizados neste estudo foram definidos a partir da pesquisa realizada por Viana (2009), em empresas do setor alimentício, cadastradas na Associação Brasileira das

Indústrias de Alimentação (ABIA), que resultou na determinação dos critérios mais utilizados pelas empresas na seleção e avaliação de fornecedores de longo prazo (ANEXO I).

Neste contexto, foram determinados como critérios qualificadores de pedidos aqueles citados por mais de 50% dos pesquisados, quando questionados a respeito dos critérios utilizados para a pré-seleção de fornecedores (Quadro A.1 – ANEXO I). Os critérios ganhadores de pedidos foram os mencionados por mais de 40% dos respondentes, quando perguntados sobre os critérios empregados para a seleção de fornecedores de longo prazo (Quadro A.2 – ANEXO I). Alguns critérios estavam presentes nas duas classes, sendo alocados na categoria em que obtiveram uma maior porcentagem de citações.

5.2.1.1 Critérios qualificadores

São os critérios a ser utilizados para a pré-seleção dos fornecedores. Se uma alternativa não obtiver os níveis mínimos estabelecidos nos mesmos, será excluída do processo seletivo. Neste estudo, são considerados os seguintes objetivos qualificadores de pedidos:

- Entrega: refere-se à entrega do produto no prazo estipulado, qualidade e padrões conforme o solicitado. Apesar de levar em consideração fatores quantitativos, como tempo de entrega e medidas de padronização, a qualidade da entrega é subjetiva. Desta forma, o critério tem mensuração subjetiva, e será analisado de acordo com os seguintes níveis de preferência apresentados no quadro 5.2. O nível qualificador para este critério é ‘Bom’.

Quadro 5.2 – Níveis de preferência para a entrega

Nível de Preferência	Conceito
Muito Bom	Entrega no prazo estipulado, produtos com qualidade especificada e padronizados
Bom	Entrega no prazo estipulado, com pequenos defeitos de qualidade ou padronização
Regular	Entrega no prazo estipulado, com defeitos de qualidade e padronização
Ruim	Entrega fora do prazo estipulado, com defeitos de qualidade ou padronização
Muito ruim	Entrega fora do prazo estipulado, com defeitos de qualidade e padronização

- Preço: é a expressão monetária numérica relacionada a um bem transacionado no mercado. Este critério é mensurado através do valor por quantias monetárias expressas no orçamento. São preferíveis alternativas com menor valor monetário.
- Localização geográfica: está relacionada a distância entre o comprador e o vendedor, assim como a fatores relacionados às condições da planta industrial do fornecedor e a fatores naturais do local onde a mesma encontra-se instalada. Este critério influencia a

relação cliente-fornecedor devido à sua importância na rapidez de entrega e suporte técnico, como também nos custos de transporte. Pode ser mensurado pela distância entre as cidades do cliente e o fornecedor. Quanto menor for a distância, melhor será a alternativa.

- Instalações e capacidade de produção: é a taxa máxima de produtos e serviços produzidos em uma instalação, dado um período de tempo determinado. Este critério será mensurado de acordo com a eficiência de capacidade, em porcentagem, de acordo com a equação 5.1.

$$\text{Eficiência da capacidade (\%)} = \frac{\text{Capacidade atual}}{\text{Capacidade efetiva}} \times 100\% \quad 5.1$$

Onde,

Capacidade atual = Horas padrão trabalhadas

Capacidade efetiva = Horas efetivamente trabalhadas

- Conformidade com os procedimentos da empresa: grau de conformidade entre as atividades desempenhadas pelo fornecedor e os procedimentos da empresa contratante. O conceito de procedimento está relacionado ao método para execução das atividades, a fim de realizar um trabalho corretamente e atingir os objetivos da organização. Desta forma, é necessário que a empresa contratante liste os procedimentos padrões para a realização das atividades do fornecedor. O fornecedor assinala os itens que estão de acordo com as especificações do contratante. Neste sentido, ao receber o questionário, a organização deverá observar a porcentagem de conformidade com os procedimentos da empresa, de acordo com a equação 5.2.

$$\text{Conformidade (\%)} = \frac{\text{Número de itens em conformidade}}{\text{Número total de itens listados}} \times 100\% \quad 5.2$$

- Habilidade em atender as especificações de embalagem: as características dos produtos devem estar de acordo com as informações dispostas na embalagem. Como o número de informações difere de acordo com a empresa, a análise do critério é realizada de acordo com os níveis de preferência expostos no quadro 5.3. O nível qualificador para este objetivo é ‘Média’:

Quadro 5.3 - Níveis de preferência para a habilidade em atender às especificações da embalagem

Nível de Preferência	Conceito
Alta	O fornecedor possui itens com características exatamente iguais às especificações da embalagem
Média	O fornecedor possui itens com pequenas alterações com relação às especificações da embalagem
Baixa	O fornecedor possui itens com alterações significativas com relação às especificações da embalagem
Muito baixa	O fornecedor possui itens completamente diferentes das especificações de embalagem

- Responsividade: resposta rápida e eficiente às mudanças de requerimento. Este critério será analisado de forma subjetiva, de acordo com os níveis de preferência apresentados no quadro 5.4. O nível qualificador para a responsividade é ‘Baixa’.

Quadro 5.4 - Níveis de preferência para a responsividade

Nível de Preferência	Conceito
Alta	O fornecedor possui respostas imediatas às mudanças de requerimento
Baixa	O fornecedor possui respostas lentas às mudanças de requerimento
Inaceitável	O fornecedor não atende às mudanças de requerimento

- Capacidades tecnológicas: é a capacidade de adquirir, assimilar, empregar, adequar, modificar ou criar tecnologia, assim como utilizar e gerar inovações. Este item não pode ser mensurado quantitativamente. Desta forma, será realizada uma abordagem subjetiva, com base nos níveis de preferência determinados no quadro 5.5. O nível qualificador para este critério é ‘Média’.

Quadro 5.5 - Níveis de preferência para as capacidades tecnológicas

Nível de Preferência	Conceito
Muito alta	A empresa apresenta um grau bastante elevado de inovação e uso de novas tecnologias.
Alta	A empresa apresenta um grau elevado de inovação e uso de novas tecnologias.
Média	A empresa apresenta um grau moderado de inovação e uso de novas tecnologias.
Baixa	A empresa apresenta um pequeno grau de inovação e uso de novas tecnologias.
Muito baixa	A empresa não apresenta inovação e uso de novas tecnologias.

- Desejo de fechar negócio: está ligado ao desejo manifestado pelo fornecedor em realizar o negócio, ou seja, se o mesmo está disponível a negociações sobre aspectos relativos ao preço, prazo de entrega, entre outros. Este critério será mensurado de forma subjetiva, de acordo com os níveis de preferência identificados no quadro 5.6.

Como a empresa em questão procura fornecedores de longo prazo, o nível qualificador para este critério é ‘Alto’.

Quadro 5.6 - Níveis de preferência para o desejo de fechar negócio

Nível de Preferência	Conceito
Alto	O fornecedor manifesta um forte desejo na realização do negócio
Médio	O fornecedor manifesta um desejo moderado na realização do negócio
Baixo	O fornecedor manifesta um fraco desejo na realização do negócio

- Gestão e organização do fornecedor: estão relacionados ao alinhamento dos propósitos, pessoas e processos através de decisões gerenciais internas. Avalia a clareza com que a organização define as funções de cada indivíduo na empresa, criando uma estrutura organizacional adequada. Os níveis de preferência deste critério estão expostos no quadro 5.7. Seu nível qualificador é ‘Boa’.

Quadro 5.7 - Níveis de preferência para gestão e organização do fornecedor

Nível de Preferência	Conceito
Boa	O fornecedor possui um organograma fortemente estruturado
Média	O fornecedor possui um organograma pouco estruturado
Ruim	O fornecedor não possui um organograma

- Sistemas gerenciais: são sistemas que fornecem informações para a administração da empresa sobre as diferentes áreas do processo. Podem gerar relatórios, controle de qualidade e estoques, entre outros. Este critério será mensurado de acordo com os níveis de preferência determinados no quadro 5.8. Seu nível qualificador é ‘Médio’.

Quadro 5.8 - Níveis de preferência para os sistemas gerenciais

Nível de Preferência	Conceito
Bom	O fornecedor utiliza sistemas gerenciais na maior parte dos processos
Médio	O fornecedor faz uso regular de sistemas gerenciais
Ruim	O fornecedor não utiliza sistemas gerenciais

5.2.1.2 Critérios ganhadores de pedidos

São os objetivos que diferenciam as alternativas qualificadas. De forma que, quanto maior o desempenho de um dado fornecedor com relação aos critérios ganhadores de pedidos, maior sua chance de ser escolhido. Estes objetivos serão os critérios utilizados no modelo de decisão. Os critérios determinados foram:

- Compromisso: é a intenção da empresa em construir e manter relacionamentos de longo prazo com os clientes. Não há como realizar uma análise objetiva deste critério. Desta forma, serão adotados os níveis subjetivos para as preferências do decisor expostos no quadro 5.9.:

Quadro 5.9 - Níveis de preferência para o compromisso

Nível de Preferência	Conceito
Bom	O fornecedor possui um bom nível de compromisso com seus clientes
Regular	O fornecedor possui um nível regular de compromisso com seus clientes
Ruim	O fornecedor possui um baixo nível de compromisso com seus clientes
Muito ruim	O fornecedor não possui compromisso com relação a seus clientes

- Credibilidade: capacidade de manter os compromissos de entrega assumidos com os clientes. Ou seja, fazer com que os consumidores recebam os itens comprados exatamente quando prometidos. Pode ser mensurado pelo número de dias de atraso do pedido. Quanto menor o número de dias atrasados, melhor será a alternativa.
- Eficiência: trata-se da capacidade de atingir as metas programadas. Além disso, no momento em que existe a necessidade de retorno da mercadoria, o fornecedor se responsabiliza por perda no tempo, custos e demais recursos necessários para a resolução do problema. Este critério será avaliado subjetivamente o grau de eficiência dos mesmos, de acordo com os níveis de preferência do quadro 5.10.:

Quadro 5.10 - Níveis de preferência para a eficiência

Nível de Preferência	Conceito
Alta	O fornecedor possui um bom nível eficiência
Média	O fornecedor possui um nível regular de eficiência
Baixa	O fornecedor possui um baixo nível eficiência
Muito Baixa	O fornecedor não é eficiente

- Qualidade do produto/serviço: é a capacidade de fornecer bens e serviços de acordo com as especificações, de modo a satisfazer as necessidades dos consumidores. No setor de alimentação, a qualidade está intimamente ligada à segurança dos alimentos, o que inclui aspectos referentes às boas práticas de fabricação e qualidade sanitária. Neste caso, o contratante poderá listar as especificações de qualidade que deseja. Uma amostra do material de cada fornecedor será avaliada com base nos padrões de qualidade estabelecidos. Em seguida, será calculada a porcentagem de especificações para as quais o item está de acordo, como expõe a equação 5.3.

$$\text{Porcentagem de adequação} = \frac{\text{Nº de especificações que a amostra se adequa}}{\text{Nº total de especificações}} \quad 5.3$$

- Capacidades técnicas: está relacionado à qualificação do pessoal disponível para a execução das atividades do fornecedor. Na avaliação das alternativas com relação a este critério, foram utilizados os níveis de preferência apresentados no quadro 5.11:

Quadro 5.11 - Níveis de preferência para as capacidades técnicas

Nível de Preferência	Conceito
Alta	Mão de obra especializada e com grande experiência
Média	Mão de obra especializada e com pouca experiência
Baixa	Mão de obra pouco especializada e com grande experiência
Muito Baixa	Mão de obra pouco especializada e com pouca experiência

- Flexibilidade: é a capacidade de reagir às situações inesperadas, a partir de modificações na programação de produção, sem diminuir a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos. Pode ocorrer em quatro níveis: produto ou serviço, *mix*, volume e entrega. Este critério é mensurado de forma subjetiva, de acordo com os níveis de preferência colocados no quadro 5.12:

Quadro 5.12 - Níveis de preferência da flexibilidade

Nível de Preferência	Conceito
Muito alta	O fornecedor possui flexibilidade nos quatro níveis: produto/serviço, <i>mix</i> , volume e entrega.
Alta	O fornecedor possui flexibilidade em três níveis
Regular	O fornecedor possui flexibilidade em dois níveis
Baixa	O fornecedor possui flexibilidade em um nível
Muito baixa	O fornecedor não possui flexibilidade

- Capacidade de cooperação: possibilidade de construir uma dependência mútua e confiável entre vendedor e fornecedor, por meio de trocas de informações e metas acordadas, a fim de aumentar a vantagem competitiva da Cadeia de Suprimentos. A avaliação das alternativas com relação a este critério é realizada de forma subjetiva, de acordo com os níveis de preferência expostos no quadro 5.13:

Quadro 5.13 - Níveis de preferência da capacidade de cooperação

Nível de Preferência	Conceito
Alta	Grande possibilidade de construir um relacionamento de parceria
Média	Possibilidade regular de construir um relacionamento de parceria
Baixa	Pequena possibilidade de construir um relacionamento de parceria
Muito baixa	Não existe possibilidade de construir um relacionamento de parceria

- Impressão no contato pessoal: referem-se à percepção do cliente em relação ao vendedor quando os mesmos encontram-se pessoalmente. Está relacionada à forma de atendimento, confiança passada, entre outros. Este critério possui mensuração objetiva, conforme os níveis de desempenho apresentados no quadro 5.14:

Quadro 5.14 - Níveis de preferência para a impressão no contato pessoal

Nível de Preferência	Conceito
Muito Boa	Nível de atendimento e confiança percebidos pelo cliente muito altos
Boa	Nível de atendimento e confiança percebidos pelo cliente altos
Regular	Nível de atendimento e confiança percebidos pelo cliente regulares
Ruim	Nível de atendimento e confiança percebidos pelo cliente baixos
Muito ruim	Nível de atendimento e confiança percebidos pelo cliente muito baixos

Os critérios propostos serão utilizados para a seleção de fornecedores de todos os produtos a ser adquiridos pela empresa, pois são questões gerais relacionadas aos objetivos da organização. Em situações específicas poderá haver a necessidade de utilizar outros critérios. Entretanto, em se tratando de uma simulação, este estudo optou por utilizar apenas aqueles descritos anteriormente.

5.3 Primeira Etapa: Seleção de Fornecedores

A fase de seleção identifica quais fornecedores deverão ser escolhidos pela organização para a compra de itens estratégicos. Portanto, nesta etapa são identificados o produto estratégico, os fornecedores potenciais e os métodos de decisão multicritério a ser utilizados, além da aplicação destes métodos.

Identificação do produto estratégico

Suponha que, após a determinação dos critérios, o comitê de decisores determinou os itens estratégicos para a produção do biscoito recheado de chocolate. Inicialmente, foram listados todos os ingredientes utilizados na fabricação do mesmo. São eles: farinha de trigo, açúcar, gordura vegetal, cacau em pó, açúcar invertido, sal, corantes, fermentos químicos,

bicarbonato de sódio, bicarbonato de amônio, pirofosfato ácido de sódio, emulsificante, aromatizante e glúten.

Posteriormente, realizaram-se análises financeiras e de disponibilidade, e os seguintes itens foram identificados como estratégicos: cacau em pó, açúcar invertido, fermentos químicos e pirofosfato ácido de sódio. É importante ressaltar que o modelo multicritério deverá ser realizado separadamente para cada produto. Assim, o presente estudo demonstrará a utilização da sistemática de seleção para um único item, o açúcar invertido, para o qual a empresa deseja contratar múltiplos fornecedores.

Identificação dos fornecedores

Após a determinação dos itens estratégicos, é necessário identificar os possíveis fornecedores destes produtos. Tais vendedores serão as alternativas do modelo de decisão. Um mesmo fornecedor poderá prover mais de um produto estratégico. Porém, deverá participar de cada processo seletivo separadamente, pois o modelo realiza a seleção de fornecedores de um único item por vez.

Para a determinação das alternativas, o grupo simulado realizou a identificação dos fornecedores que já se encontram na carteira da empresa, a partir da documentação interna, como também buscou novas opções em *sites* especializados e publicação de um edital de compras. Assim, foi determinada uma lista de 10 fornecedores potenciais para o açúcar invertido.

A codificação dos fornecedores foi realizada da seguinte maneira: F_x , na qual ‘F’ significa Fornecedor e ‘x’ representa o número do fornecedor, como exposto no quadro 5.15:

Quadro 5.15 – Determinação dos fornecedores

Item	Código do fornecedor
Açúcar invertido	F_1
	F_2
	F_3
	F_4
	F_5
	F_6
	F_7
	F_8
	F_9
	F_{10}

Pré-seleção de fornecedores

Após a identificação, é realizada a pré-seleção dos fornecedores a partir de seu desempenho nos critérios qualificadores de pedidos. A forma de mensuração destes critérios é exposta no item 5.2.2.1. Para facilitar a visualização da tabela de avaliação, estes critérios foram codificados, de acordo com o quadro 5.16.

Quadro 5.16 – Codificação dos critérios para pré-seleção

Código	Critério
Cr ₁	Entrega
Cr ₂	Preço
Cr ₃	Localização geográfica
Cr ₄	Instalações e capacidade de produção
Cr ₅	Conformidade com os procedimentos da empresa
Cr ₆	Habilidade em atender as especificações de embalagem
Cr ₇	Responsividade
Cr ₈	Capacidades tecnológicas
Cr ₉	Desejo de fechar negócio
Cr ₁₀	Gestão e organização do fornecedor
Cr ₁₁	Sistemas gerenciais

Os critérios preço, localização geográfica, instalações e capacidade de produção e conformidade com os procedimentos da empresa possuem avaliação objetiva, sendo mensurados pelo valor monetário (em reais), a distância (em quilômetros), a porcentagem de eficiência da capacidade e a porcentagem de conformidade, respectivamente. No estudo em questão, o nível qualificador para o preço é de R\$ 4000 por 1000 kg, para a localização geográfica 3000 km, para as instalações e capacidade de produção de 75% e da conformidade com os procedimentos da empresa é de 90%.

Os demais critérios têm uma avaliação subjetiva, e, por este motivo, foram avaliados através de uma escala verbal. Os níveis qualificadores dos mesmos são expostos no subitem 5.2.2.1.

Na etapa de pré-seleção, os membros do grupo chegam a um acordo no que diz respeito à avaliação das alternativas com relação aos critérios, pois nesta fase não se observam os pesos dos critérios para o resultado, mas apenas se as alternativas têm um desempenho mínimo aceitável no mesmo, enquanto desempenhos acima do nível qualificador não irão interferir na seleção final.

A partir da avaliação realizada pelo comitê no que diz respeito ao desempenho dos fornecedores com relação aos critérios qualificadores, foi elaborada a tabela 5.1.

Tabela 5.1 – Tabela de Avaliação para a Pré-seleção

Alternativa	Critérios										
	Cr ₁	Cr ₂ (R\$)	Cr ₃	Cr ₄	Cr ₅	Cr ₆	Cr ₇	Cr ₈	Cr ₉	Cr ₁₀	Cr ₁₁
F ₁	Muito Bom	3140,00	2.672	80%	90%	Alta	Alta	Muito Alta	Alto	Boa	Bom
F ₂	Bom	3070,00	788	85%	94%	Alta	Baixa	Alta	Alto	Boa	Bom
F ₃	Bom	3070,00	2.306	75%	96%	Alta	Baixa	Alta	Alto	Boa	Bom
F ₄	Muito Bom	5100,00	250	90%	90%	Alta	Inaceitável	Muito Alta	Alto	Boa	Médio
F ₅	Bom	2000,00	788	80%	92%	Média	Baixa	Alta	Alto	Boa	Médio
F ₆	Bom	1200,00	2.672	75%	80%	Baixa	Alta	Média	Alto	Ruim	Bom
F ₇	Muito Bom	3400,00	3.752	80%	90%	Média	Baixa	Média	Média	Boa	Médio
F ₈	Muito Bom	3800,00	120	85%	94%	Alta	Alta	Média	Alto	Boa	Bom
F ₉	Bom	3200,00	2.672	90%	94%	Alta	Alta	Muito Alta	Alto	Boa	Bom
F ₁₀	Bom	3140,00	788	85%	90%	Média	Baixa	Alta	Médio	Boa	Bom

De acordo com a tabela acima, observa-se que as alternativas F₄, F₆, F₇ e F₁₀ obtiveram desempenhos abaixo do nível qualificador em certos critérios. Desta forma, as alternativas citadas serão retiradas do processo de seleção, que será composto pelos seguintes concorrentes: F₁, F₂, F₃, F₅, F₈ e F₉.

Seleção dos fornecedores

De acordo com o modelo estruturado no Capítulo 4, na etapa inicial da seleção, o PROMETHEE em grupo, com a utilização do PROMETHEE III, é utilizado para a ordenação dos fornecedores. Em seguida, o PROMETHEE V é empregado para a seleção do portfólio de fornecedores que mais se adéque as necessidades da empresa.

5.3.1.1 Avaliação das alternativas

Após a definição das alternativas que continuaram no processo seletivo dos critérios a ser utilizados e dos níveis de preferência dos mesmos, foi construída a matriz de avaliação (alternativas x critérios), na qual são geradas as entradas para o modelo de decisão. Para facilitar a visualização das matrizes de avaliação dos decisores, a codificação das alternativas utilizada no quadro 5.16 será utilizada nesta fase, enquanto os critérios são codificados como exposto no quadro 5.17.

Quadro 5.17 – Codificação dos critérios para seleção de fornecedores

Código	Critério
Cr ₁₂	Compromisso
Cr ₁₃	Credibilidade
Cr ₁₄	Eficiência
Cr ₁₅	Qualidade do produto/serviço
Cr ₁₆	Capacidades técnicas
Cr ₁₇	Flexibilidade
Cr ₁₈	Capacidade de cooperação
Cr ₁₉	Impressão no contato pessoal

Dentre os critérios expostos, aqueles que possuem mensuração objetiva são: a credibilidade, calculada a partir do número de dias de atraso e; a qualidade, mensurada pela porcentagem de adequação das amostras com relação às especificações de qualidade. Neste caso, as opiniões dos decisores não poderão influenciar a avaliação dos critérios, pois a análise dos mesmos será realizada de forma objetiva, de acordo com estudos específicos, que não permitem contestação por parte dos membros do grupo.

Para os critérios que possuem avaliação subjetiva, as escalas de comparação verbal, definidas a partir dos níveis de preferência determinados, foram convertidas em escala numérica, como forma de obter maior objetividade na avaliação. A conversão das escalas é exposta nas tabelas 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 e 5.7.

Tabela 5.2 – Escala para julgamento da importância relativa do compromisso

Escala Verbal	Escala Numérica
Bom	3,00
Regular	2,00
Ruim	1,00
Muito Ruim	0,00

Tabela 5.3 - Escala para julgamento da importância relativa da eficiência

Escala Verbal	Escala Numérica
Alta	3,00
Média	2,00
Baixa	1,00
Muito baixa	0,00

Tabela 5.4 - Escala para julgamento da importância relativa das capacidades técnicas

Escala Verbal	Escala Numérica
Alta	3,00
Média	2,00
Baixa	1,00
Muito baixa	0,00

Tabela 5.5 - Escala para julgamento da importância relativa da flexibilidade

Escala Verbal	Escala Numérica
Muito alta	1,00
Alta	0,75
Regular	0,50
Baixa	0,25
Muito baixa	0,00

Tabela 5.6 - Escala para julgamento da importância relativa da capacidade de cooperação

Escala Verbal	Escala Numérica
Alta	3,00
Média	2,00
Baixa	1,00
Muito baixa	0,00

Tabela 5.7 - Escala para julgamento da importância relativa da impressão pessoal

Escala Verbal	Escala Numérica
Muito boa	1,00
Boa	0,75
Regular	0,50
Ruim	0,25
Muito ruim	0,00

Para a avaliação dos critérios subjetivos, os decisores poderão ter opiniões divergentes no que diz respeito à *performance* dos fornecedores. Portanto, cada decisor realizou a avaliação dos fornecedores individualmente. Neste sentido, as matrizes de avaliação dos decisores estão expostas nas tabelas 5.8, 5.9, 5.10.

Tabela 5.8 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios (Decisor 1)

Alternativas	Critérios							
	Cr ₁₂	Cr ₁₃	Cr ₁₄	Cr ₁₅	Cr ₁₆	Cr ₁₇	Cr ₁₈	Cr ₁₉
F ₁	3	4	0	90%	3	0,75	3	2
F ₂	2	7	3	80%	0	1,00	3	3
F ₃	0	3	2	85%	2	0,25	1	3
F ₅	1	10	0	90%	2	0,75	0	1
F ₈	2	5	2	95%	3	0,25	1	2
F ₉	3	2	3	90%	0	0,00	2	3

Tabela 5.9 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios (Decisor 2)

Alternativas	Critérios							
	Cr ₁₂	Cr ₁₃	Cr ₁₄	Cr ₁₅	Cr ₁₆	Cr ₁₇	Cr ₁₈	Cr ₁₉
F ₁	3	4	3	90%	3	0,75	2	3
F ₂	2	7	0	80%	1	1,00	3	2
F ₃	1	3	2	85%	0	0,50	2	3
F ₅	0	10	1	90%	3	0,50	0	1
F ₈	3	5	2	95%	2	0,75	2	3
F ₉	2	2	3	90%	3	0,25	3	2

Tabela 5.10 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios (Decisor 3)

Alternativas	Critérios							
	Cr ₁₂	Cr ₁₃	Cr ₁₄	Cr ₁₅	Cr ₁₆	Cr ₁₇	Cr ₁₈	Cr ₁₉
F ₁	2	4	3	90%	1	0,50	3	2
F ₂	1	7	2	80%	3	0,75	2	1
F ₃	0	3	2	85%	3	1,00	2	3
F ₅	3	10	0	90%	2	0,50	1	2
F ₈	2	5	1	95%	0	0,50	3	2
F ₉	2	2	1	90%	2	0,50	3	3

5.3.1.2 Avaliação individual dos pesos dos critérios e seus parâmetros

Na fase de avaliação individual, cada decisor determinou o peso para os critérios, ou seja, a importância relativa dos mesmos, de acordo com suas preferências. Além disso, foram determinadas as funções de preferência e os parâmetros para cada critério.

Inicialmente, o supradecisor pediu para que cada decisor dispusesse os critérios em ordem decrescente de prioridade, de forma que, quanto mais importante o critério, melhor sua posição. Aqueles que possuíssem o mesmo grau de importância poderiam ocupar o mesmo lugar no *ranking*. Posteriormente, os decisores atribuíram pesos para cada critério de forma

individual. O decisor poderia atribuir peso zero para o critério que não julgasse relevante ou não possuísse condições de avaliar. Os pesos foram normalizados, dividindo-se cada um deles pela soma total dos pesos atribuídos pelo decisor, a fim de adquirir valores entre 0 e 1, e cujo somatório fosse igual a 1. Em seguida, o supradecisor apresentou as seis funções de preferência propostas por Brans *et al.* (1985) expostas na Tabela 2.1, para que os decisores escolhessem qual destas será utilizada para cada critério, assim como os parâmetros necessários e a decisão entre minimizar ou maximizar cada um deles.

No caso em questão, os dados referentes ao decisor 1 foram determinados por um gerente que trabalhou por vários anos no setor de alimentação, aqueles referentes foram identificados com base na pesquisa de Viana (2009) e do decisor 3 de acordo com o conhecimento do pesquisador. A forma de determinação dos pesos por parte do gerente foi realizada como citada no parágrafo anterior. A tabela 5.11 apresenta as informações referentes aos pesos, funções de preferência e parâmetros para cada decisor.

Tabela 5.11 – Pesos, funções de preferência e parâmetros para cada decisor

		Cr_{12}	Cr_{13}	Cr_{14}	Cr_{15}	Cr_{16}	Cr_{17}	Cr_{18}	Cr_{19}
D1	Peso	0,12	0,14	0,13	0,15	0,14	0,13	0,10	0,09
	Função Preferência	Tipo III	Tipo I	Tipo II	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo I	Tipo IV
	Maximizar ou minimizar	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max	Max
	Parâmetros	p=1	-	q=2	-	q=2	p=0,50	-	q=1 p=2
D2	Peso	0,15	0,15	0,13	0,13	0,12	0,12	0,10	0,10
	Função Preferência	Tipo II	Tipo I	Tipo II	Tipo I	Tipo III	Tipo II	Tipo IV	Tipo I
	Maximizar ou minimizar	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max	Max
	Parâmetros	q=1	-	q=1	-	p=2	q=0,25	q=1 p=2	-
D3	Peso	0,12	0,16	0,12	0,16	0,13	0,14	0,09	0,08
	Função Preferência	Tipo IV	Tipo I	Tipo IV	Tipo I	Tipo IV	Tipo II	Tipo IV	Tipo IV
	Maximizar ou minimizar	Max	Min	Max	Max	Max	Max	Max	Max
	Parâmetros	q=1 p=2	-	q=1 p=2	-	q=1 p=2	q=0,25	q=1 p=2	q=1 p=2

5.3.1.3 Aplicação do PROMETHEE III para ordenação individual das alternativas

Após a definição dos pesos dos critérios, funções de preferência e parâmetros necessários, assim como a definição das matrizes de avaliação individual, o PROMETHEE III foi utilizado para realizar a ordenação decrescente das alternativas.

Como consequência, foi elaborada uma matriz para a avaliação par a par das alternativas. Inicialmente, foram identificadas as diferenças de desempenho entre as ações, em seguida, foram calculadas as intensidades de preferência entre cada par de alternativas em relação a cada critério individualmente e as intensidades globais, ou seja, com relação a todos os critérios. Finalmente, calcularam-se os fluxos positivos, fluxos negativos e fluxos líquidos de cada alternativa para os decisores, como exposto nas tabelas 5.12, 5.13 e 5.14.

Tabela 5.12 – Fluxos para o decisor 1

Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
F ₁	2,270	0,755	1,515
F ₂	1,650	1,830	-0,225
F ₃	0,920	2,030	-1,110
F ₅	0,810	2,290	-1,480
F ₈	1,715	1,350	0,365
F ₉	2,085	1,150	0,935

Tabela 5.13 – Fluxos para o decisor 2

Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
F ₁	2,040	0,430	1,610
F ₂	0,920	2,490	-1,570
F ₃	1,210	1,630	-0,420
F ₅	0,560	2,710	-2,150
F ₈	2,030	0,630	1,400
F ₉	1,920	0,790	1,130

Tabela 5.14 - Fluxos para o decisor 3

Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
F ₁	1,145	0,750	0,390
F ₂	0,415	1,580	-1,165
F ₃	1,655	1,100	0,555
F ₅	0,565	1,475	-0,910
F ₈	1,225	1,070	0,155
F ₉	1,330	0,360	0,970

Nos métodos PROMETHEE I e PROMETHEE II, a indiferença entre duas alternativas ocorre apenas quando os respectivos fluxos são exatamente iguais. Entretanto, é racional acreditar que, quando os fluxos de um par de alternativas são muito próximos, estas duas

ações são indiferentes. Neste sentido, foi utilizado o PROMETHEE III para ressaltar a indiferença entre as ações, a fim de posicionar fornecedores com fluxos líquidos muito próximos na mesma colocação. Para a ordenação dos fornecedores, foram calculados os fluxos intervalares para cada alternativa, utilizando $\alpha = 0,15$, pois é necessário que o comprimento dos intervalos seja menor que a distância média entre dois fluxos médios sucessivos. Para que duas alternativas sejam indiferentes, deverá ocorrer uma intercessão entre os seus fluxos intervalares. Neste sentido, a ordenação e os intervalos para cada alternativa são exibidos nas tabelas 5.15, 5.16 e 5.17.

Tabela 5.15 – Fluxos intervalares para o decisor 1

Ordenação	Alternativa	$\bar{\Phi}$	Intervalo
1º	F ₁	0,2525	[0,2370;0,2680]
2º	F ₉	0,1558	[0,1463;0,1654]
3º	F ₈	0,0608	[0,0571;0,0646]
4º	F ₂	-0,0376	[-0,0398;-0,0352]
5º	F ₃	-0,1850	[-0,1963;-0,1737]
6º	F ₅	-0,2467	[-0,2618;-0,2316]

Tabela 5.16 – Fluxos intervalares para o decisor 2

Ordenação	Alternativa	$\bar{\Phi}$	Intervalo
1º	F ₁	0,2683	[0,2519;0,2848]
2º	F ₈	0,2333	[0,2190;0,2476]
3º	F ₉	0,1883	[0,1768;0,1999]
4º	F ₃	-0,0700	[-0,0743;-0,0657]
5º	F ₂	-0,2617	[-0,2777;-0,2456]
6º	F ₅	-0,3583	[-0,3803;-0,3364]

Tabela 5.17-Fluxos intervalares para o decisor3

Ordenação	Alternativa	$\bar{\Phi}$	Intervalo
1º	F ₉	0,1617	[0,1518;0,1716]
2º	F ₃	0,0925	[0,0868;0,0982]
3º	F ₁	0,0658	[0,0618;0,0699]
4º	F ₈	0,0258	[0,0252;0,0274]
5º	F ₅	-0,1516	[-0,1609;-0,1423]
6º	F ₂	-1,1941	[-0,2061;-0,1822]

Como se pode observar nas tabelas acima, não ocorreram intercessões entre intervalos de alternativas com ordenação sucessiva, de modo que não existem indiferenças entre as alternativas identificadas.

5.3.1.4 Ordenação global das alternativas

Para a criação de um *ranking* global das alternativas, foi utilizado o método PROMETHEE III. Inicialmente, elaborou-se uma matriz de avaliação, composta pelas alternativas citadas anteriormente e com os decisores representando os critérios. Neste caso, os membros possuem a mesma importância para a decisão, ou seja, cada decisor tem peso 1/3.

O cálculo do fluxo líquido foi realizado segundo a metodologia proposta na figura 4.3. Portanto, foi elaborada uma matriz de avaliação global, na qual os decisores se tornaram os critérios do problema. Supõe-se que todos os decisores possuem o mesmo peso (1/3) e a função de preferência escolhida foi o critério usual. Os fluxos líquidos globais para cada alternativa são expostos na tabela 5.18.

Tabela 5.18 – Fluxos Líquidos Globais

Alternativa	Fluxo Líquido
F ₁	3,667
F ₉	2,999
F ₈	0,999
F ₃	-0,333
F ₂	-2,999
F ₅	-4,333

Posteriormente, os fluxos líquidos foram utilizados na obtenção dos fluxos intervalares do PROMETHEE III, como forma de determinar se existe indiferença entre alternativas, que poderão assumir a mesma colocação no *ranking* final. Os dados são expostos na tabela 5.19.

Tabela 5.19 - Fluxos intervalares globais

Ordenação	Alternativa	Fluxo Líquido	$\bar{\Phi}$	Intervalo
1º	F ₁	3,667	0,611	[0,574 ; 0,649]
2º	F ₉	2,999	0,499	[0,469 ; 0,530]
3º	F ₈	0,999	0,166	[0,156 ; 0,177]
4º	F ₃	-0,333	-0,055	[-0,059 ; -0,052]
5º	F ₂	-2,999	-0,499	[-0,530 ; -0,469]
6º	F ₅	-4,333	-0,722	[-0,766 ; -0,678]

A ordenação global dos fornecedores está coerente com os *rankings* individuais, apresentados nas tabelas 5.15, 5.16 e 5.17. A alternativa F_1 , primeira colocada na ordenação global, ocupou a primeira posição para os decisores 1 e 2, e a terceira para o decisor 3. A segunda colocada, F_9 permaneceu em posições diferentes para cada decisor, mas não foi colocada abaixo da terceira posição. A alternativa F_8 , terceira colocada na ordenação global também apresentou colocações diferentes para os decisores, porém não ocupou nenhuma posição abaixo da quarta colocação. A quarta colocada F_3 variou entre a segunda e quinta posições, coincidindo na quarta colocação para o decisor 2. Finalmente, a quinta e sexta colocadas F_2 e F_5 ficaram entre a quarta e sexta posição para todos os decisores.

A consistência dos resultados com os *rankings* individuais demonstra que a agregação das preferências dos decisores foi realizada de forma coerente, ou seja, a ordenação global está de acordo com as preferências dos membros do grupo, de acordo com os critérios identificados. O *ranking* global pode ser utilizado para a escolha do fornecedor único ou como entrada para a escolha de múltiplos fornecedores. Neste caso, foi realizada a segunda opção, ou seja, os fluxos líquidos globais foram utilizados como entrada para o uso da adaptação do PROMETHEE V proposta por Almeida & Vetschera (2012), para a escolha do melhor portfólio de fornecedores para a empresa.

5.3.1.5 Aplicação do PROMETHEE V para a seleção de múltiplos fornecedores

Para a seleção de múltiplos fornecedores, os fluxos líquidos globais, obtidos a partir do PROMETHEE II, foram utilizados como entrada do método PROMETHEE V, que identifica o melhor *portfólio* de fornecedores entre as alternativas existentes, com relação às restrições de recursos impostas.

Neste caso, foi utilizada a adaptação de Almeida & Vetschera (2012) para o PROMETHEE V, que aceita a inclusão de alternativas com fluxos negativos, desde que a escolha das mesmas traga melhorias no resultado. Desta forma, foram consideradas as otimizações de *portfólios* do mesmo tamanho, e, definidos os *portfólios* c -ótimos para cada número c de itens. Em seguida a ordenação dos *portfólios* foi realizada, de acordo com o resultado da função objetivo e uso de recursos para cada um deles. Os dados de entrada para o problema são expostos na tabela 5.20.

Tabela 5.20 – Dados do Problema

Alternativa	Preço/1000 kg (R\$)	Fluxo Líquido
F ₁	3140,00	3,667
F ₂	3070,00	-2,999
F ₃	3070,00	-0,333
F ₅	2000,00	-4,333
F ₈	3800,00	0,999
F ₉	3200,00	2,999

Supõe-se que a restrição imposta seja o fluxo de caixa disponível para a contratação e que o fornecedor poderá ser escolhido apenas uma vez, ou seja, serão comprados 1000 kg a cada fornecedor. Conforme a adaptação citada para o PROMETHEE V (equação 2.4), utilizando os fluxos líquidos do PROMETHEE II como os coeficientes da função objetivo, o seguinte problema de Programação Linear Inteira foi obtido:

$$\max \sum \Phi_i x_i$$

Sujeito às restrições

$$\sum r_i x_i \leq R$$

$$\sum x_i = c$$

$$x_i \in \{0,1\}$$

Onde,

Φ_i representa o fluxo líquido de cada alternativa;

x_i representa os fornecedores do processo de seleção;

r_i representa os preços de cada fornecedor para 1000kg do material;

$R = 15.000,00$ reais (restrição de fluxo de caixa disponível)

$c =$ número de fornecedores a ser contratados.

Neste trabalho, utilizou-se a ferramenta de análise Solver do Excel, com tolerância de 0,1%.

Passo 1: calculou-se a solução do PROMETHEE V clássico, utilizando a transformação de escala de acordo com Mavrotas *et al.* (2006). Assim, adicionou-se uma constante igual ao módulo do menor fluxo líquido dentre todos os itens e somou-o a todos os fluxos líquidos, de forma que todos os fluxos se tornaram positivos. Os mesmos estão expostos na tabela 5.21:

Tabela 5.21- Fluxos líquidos segundo a transformação de Mavrotas et al. (2006)

Alternativa	Fluxo Líquido	Fluxo Líquido + 4,333
F ₁	3,667	8
F ₂	-2,999	1,334
F ₃	-0,333	4
F ₅	-4,333	0
F ₈	0,999	5,332
F ₉	2,999	7,332

Neste caso, o portfólio p-ótimo, onde p é o número de alternativas da solução, inclui os itens: F₁, F₃, F₈ e F₉, com o $Z_{(ótimo)}$ igual a 24,664.

Passo 2: Realizou-se uma mudança de escala, de acordo com Almeida & Vetschera (2012), na qual adicionou-se uma constante marginalmente maior que o módulo do menor fluxo líquido e somou-se aos fluxos líquidos de todos os itens. A tabela 22 expõe os valores dos fluxos de acordo com a transformação proposta por Almeida & Vetschera (2012).

Tabela 5.22- Fluxos líquidos segundo a transformação de Almeida & Vetschera (2012)

Alternativa	Fluxo Líquido	Fluxo Líquido + 4,555
F ₁	3,667	8,222
F ₂	-2,999	1,556
F ₃	-0,333	4,222
F ₅	-4,333	0,222
F ₈	0,999	5,554
F ₉	2,999	7,554

Em seguida, calcularam-se os portfólios c-ótimos para $c=p+1$, aumentando c até que a solução seja viável. Encontrou-se apenas um conjunto viável, com $c=5$. Como resultado, tem-se o seguinte portfólio: F₁, F₂, F₃, F₅ e F₉.

Passo 3: Calculou-se os valores dos portfólios ótimos para cada critério k. Como haviam três decisores, os valores de cada alternativa para determinado critério foi calculado de acordo com a avaliação do supradecisor. Em seguida, tais médias foram somadas e encontrou-se os valores dos portfólios para todos os critérios como expõe a tabela 5.23.

Tabela 5.23 – Valores dos portfólios c-ótimos para os k critérios

Critério	PROMETHEE V (Clássico)	Portfólio c-ótimo (c=5)
Cr ₁₂	9	8
Cr ₁₃	14	26
Cr ₁₄	10	9
Cr ₁₅	360	435
Cr ₁₆	8	10
Cr ₁₇	2,25	3
Cr ₁₈	9	10
Cr ₁₉	11	11

Passo 4: calculou-se o índice de concordância para o qual portfólio c-ótimo sobreclassifica o p-ótimo, e, em seguida, comparou-se os dois e escolher o melhor. Como os decisores atribuíram pesos diferentes para os critérios, os pesos utilizados para encontrar este índice foram aqueles dados pelo supradecisor.

Para calcular o índice de concordância utilizamos a seguinte função:

$$C(c, p) = \sum_{v_k^c > v_k^p} p_k$$

Onde,

p_k = peso do critério

V_k^c = valor do portfólio c – ótimo para o critério k

V_k^p = valor do portfólio p – ótimo para o critério k

Assim,

$$C(c, p) = 0,47$$

Desta forma, observou-se que o portfólio c-ótimo foi melhor que o portfólio resultante do PROMETHEE V clássico em 47% dos pesos, e igual em 10%, de forma que este deve ser escolhido.

Neste sentido, o portfólio de fornecedores será composto por F₁, F₂, F₃, F₅ e F₉. Embora F₂, F₃, F₅ tenham fluxos negativos, não significa que as alternativas tenham valor negativo, mas que são sobreclassificadas pelas demais. Desta forma, as alternativas serão incorporadas ao conjunto composto por aquelas que possuem fluxos positivos, de forma a melhorar o desempenho global do portfólio.

5.3.1.6 Análise de sensibilidade

Para a verificação da robustez do modelo proposto, foi realizada uma análise de sensibilidade, a partir da variação dos pesos dos critérios para cada decisor. Esta análise é realizada aumentando ou diminuindo os pesos de determinados critérios e distribuindo essa variação de forma proporcional entre os demais.

Inicialmente, foi realizada uma diminuição de 15% no peso dos critérios credibilidade (Cr_{13}) e qualidade (Cr_{15}), com uma variação proporcional no peso dos critérios restantes, conforme a tabela 5.22.

Tabela 5.24 – Pesos dos critérios para decréscimo nos pesos credibilidade e qualidade

Decisores	Critérios							
	Cr_{12}	Cr_{13}	Cr_{14}	Cr_{15}	Cr_{16}	Cr_{17}	Cr_{18}	Cr_{19}
Decisor 1	0,127	0,119	0,138	0,127	0,149	0,138	0,106	0,096
Decisor 2	0,159	0,127	0,138	0,110	0,127	0,127	0,106	0,106
Decisor 3	0,128	0,136	0,128	0,136	0,139	0,150	0,097	0,086

Com os pesos redefinidos, foram calculados os fluxos líquidos para cada decisor e, em seguida, o PROMETHEE III e PROMETHEE V para o *ranking* global e escolha do portfólio, respectivamente. As ordenações dos fluxos individuais são expostas nas tabelas 5.23, 5.24 e 5.25.

Tabela 5.25 – Ordenação das alternativas para o decisor 1 (análise 1)

Ordenação	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
1º	F_1	2,255	0,71	1,545
2º	F_9	1,999	1,189	0,810
3º	F_8	1,600	1,343	0,257
4º	F_2	1,673	1,663	0,010
5º	F_3	0,826	1,994	-1,168
6º	F_5	0,795	2,249	-1,454

Tabela 5.26 – Ordenação das alternativas para o decisor 2 (análise 1)

Ordenação	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
1º	F_1	2,0105	0,364	1,6465
2º	F_8	1,9485	0,5715	1,377
3º	F_9	1,8195	0,809	1,0105
4º	F_3	1,127	1,5835	-0,4565
5º	F_2	0,9425	2,3725	-1,43
6º	F_5	0,5375	2,685	-2,1475

Tabela 5.27 – Ordenação das alternativas para o decisor 3 (análise 1)

Ordenação	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
1º	F ₉	1,117	0,35	0,827
2º	F ₃	1,5955	1	0,5955
3º	F ₁	1,0485	0,697	0,3515
4º	F ₈	1,0645	1,039	0,0255
5º	F ₅	0,5335	1,3675	-0,834
6º	F ₂	0,4085	1,374	-0,9655

A partir das tabelas acima, observa-se que a modificação dos pesos dos critérios credibilidade e qualidade, a partir do decréscimo de 15% nos respectivos pesos, não modificaram a ordenação dos critérios para os decisores.

A tabela 5.26 expõe o a ordenação global das alternativas, a partir da agregação das preferências dos decisores, assim como os fluxos líquido e médio, e o fluxo intervalar resultante do PROMETHEE III.

Tabela 5.28 – Ordenação do ranking global (análise 1)

Ordenação	Alternativa	Φ	$\bar{\Phi}$	Intervalo
1º	F ₁	3,667	0,611	[0,574 ; 0,649]
2º	F ₉	2,999	0,499	[0,469 ; 0,530]
3º	F ₈	0,999	0,166	[0,156 ; 0,177]
4º	F ₃	-0,333	-0,055	[-0,059 ; -0,052]
5º	F ₂	-2,999	-0,499	[-0,530 ; -0,469]
6º	F ₅	-4,333	-0,722	[-0,766 ; -0,678]

Observou-se que, assim como nos *rankings* individuais, não ocorreu nenhuma alteração na ordenação global das alternativas. Ademais, o resultado da seleção de portfólio do PROMETHEE V não foi modificado, ou seja, os fornecedores selecionados foram F₁, F₂, F₃, F₅ e F₉.

Posteriormente, ocorreu um acréscimo de 15% no peso dos critérios credibilidade e qualidade, com uma variação proporcional no peso dos critérios restantes, como exposto na tabela 5.28. As tabelas 5.29, 5.30 e 5.31 mostram as ordenações dos rankings individuais.

Tabela 5.29- Pesos dos critérios para acréscimo nos pesos credibilidade e qualidade

Decisores	Critérios							
	Cr ₁₂	Cr ₁₃	Cr ₁₄	Cr ₁₅	Cr ₁₆	Cr ₁₇	Cr ₁₈	Cr ₁₉
Decisor 1	0,113	0,161	0,122	0,173	0,131	0,122	0,094	0,084
Decisor 2	0,141	0,173	0,122	0,150	0,113	0,113	0,094	0,094
Decisor 3	0,111	0,184	0,111	0,184	0,121	0,130	0,084	0,075

Tabela 5.30 – Ordenação das alternativas para o decisor 1 (análise 2)

Ordenação	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
1º	F ₁	2,285	0,8	1,485
2º	F ₉	2,171	1,111	1,060
3º	F ₈	1,830	1,357	0,473
4º	F ₂	1,537	1,997	-0,460
5º	F ₃	1,014	2,066	-1,052
6º	F ₅	0,825	2,331	-1,506

Tabela 5.31 - Ordenação das alternativas para o decisor 2 (análise 2)

Ordenação	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
1º	F ₁	2,0695	0,4960	1,5735
2º	F ₈	2,1115	0,6885	1,4230
3º	F ₉	2,0205	0,7710	1,2495
4º	F ₃	1,2930	1,6765	-0,3835
5º	F ₂	0,8975	2,6075	-1,7100
6º	F ₅	0,5825	2,7350	-2,1525

5.32 - Ordenação das alternativas para o decisor 3 (análise 2)

Ordenação	Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
1º	F ₉	1,4835	0,3695	1,1140
2º	F ₃	1,7145	1,1975	0,5170
3º	F ₁	1,2395	0,803	0,4365
4º	F ₈	1,3855	1,1005	0,2850
5º	F ₅	0,595	1,582	-0,9870
6º	F ₂	0,421	1,7865	-1,3655

Em seguida, foi realizada a agregação das preferências dos decisores para a ordenação global das alternativas, segundo o PROMETHEE III, como expõe a tabela 5.33.

Tabela 5.33- Ordenação do ranking global (análise 2)

Ordenação	Alternativa	Fluxo Líquido	$\bar{\Phi}$	Intervalo
1º	F ₁	3,667	0,611	[0,574 ; 0,649]
2º	F ₉	2,999	0,499	[0,469 ; 0,530]
3º	F ₈	0,999	0,166	[0,156 ; 0,177]
4º	F ₃	-0,333	-0,055	[-0,059 ; -0,052]
5º	F ₂	-2,999	-0,499	[-0,530 ; -0,469]
6º	F ₅	-4,333	-0,722	[-0,766 ; -0,678]

A partir da tabela 5.33, observou-se que o fluxo líquido de F₁ é maior que o fluxo líquido de F₉. Entretanto, existe uma intercessão entre os fluxos intervalares destas duas alternativas, o que caracteriza uma indiferença para o PROMETHEE III. Desta forma, as alternativas F₁ e F₉ são consideradas indiferentes. As demais alternativas continuaram com a mesma ordenação. Além disso, o resultado da seleção de portfólio no PROMETHEE V não sofreu modificações.

De acordo com os resultados, observou-se que a única modificação ocorrida nos *rankings* dos critérios foi a indiferença entre as alternativas F₁ e F₉ para a ordenação global das alternativas com acréscimo de 15% nos pesos da qualidade e credibilidade. Entretanto, não ocorreram mudanças na posição destes critérios em relação aos outros. Devido ao fato de ocorrerem pequenas modificações nos resultados, quando ocorrem variações nos pesos dos principais critérios, pode-se afirmar que o modelo proposto é robusto.

5.4 Segunda Etapa: Avaliação do Desempenho dos Fornecedores

Na fase de análise da *performance* dos fornecedores contratados, apenas um indivíduo realizou o papel de decisor, pois a criação de um comitê para a avaliação contínua dos vendedores tornaria o custo do processo muito elevado. Desta forma, supõem-se que o gerente de logística foi o decisor no processo de avaliação dos fornecedores.

Determinação dos critérios para avaliação do desempenho dos fornecedores

Inicialmente, o decisor deverá identificar os critérios para avaliação, de acordo com os objetivos da empresa na criação de parcerias estratégicas. Neste estudo, a determinação dos critérios utilizados para a simulação teve como base o trabalho realizado por Viana (2009) nas empresas alimentícias cadastradas na ABIA, sendo utilizados os critérios mencionados por mais de 40% dos respondentes da pesquisa citada. O preço citado por mais de 40% dos respondentes no estudo de Viana (2009) foi retirado da avaliação, pois cada tipo de produto

possui uma média de preços diferentes, não podendo haver comparação das alternativas quanto a este critério. Assim, os critérios a ser avaliados foram:

- Entrega: refere-se à entrega do produto no prazo estipulado, qualidade e padrões conforme o solicitado. Apesar de levar em consideração fatores quantitativos, como tempo de entrega e medidas de padronização, a qualidade da entrega é subjetiva. Desta forma, o critério tem mensuração subjetiva, e será analisado de acordo com os seguintes níveis de preferência apresentados no quadro 5.18.

Quadro 5.18 – Níveis de preferência para a entrega

Nível de Preferência	Conceito
Muito Bom	Entrega no prazo estipulado, produtos com qualidade especificada e padronizados
Bom	Entrega no prazo estipulado, com pequenos defeitos de qualidade ou padronização
Regular	Entrega no prazo estipulado, com defeitos de qualidade e padronização
Ruim	Entrega fora do prazo estipulado, com defeitos de qualidade ou padronização
Muito ruim	Entrega fora do prazo estipulado, com defeitos de qualidade e padronização

- Qualidade do produto/serviço: é a capacidade de fornecer bens e serviços de acordo com as especificações, de modo a satisfazer as necessidades dos consumidores. No setor de alimentação, a qualidade está intimamente ligada à segurança dos alimentos, o que inclui aspectos referentes às boas práticas de fabricação e qualidade sanitária. Neste caso, o contratante poderá listar as especificações de qualidade que deseja. Uma amostra do material de cada fornecedor será avaliada com base nos padrões de qualidade estabelecidos. Em seguida, será calculada a porcentagem de especificações para as quais o item está de acordo, como expõe a equação 5.3.
- Conformidade com os procedimentos da empresa: grau de conformidade entre as atividades desempenhadas pelo fornecedor e os procedimentos da empresa contratante. O conceito de procedimento está relacionado ao método para execução das atividades, a fim de realizar um trabalho corretamente e atingir os objetivos da organização. Desta forma, é necessário que a empresa contratante liste os procedimentos padrões para a realização das atividades do fornecedor. O fornecedor assinala os itens que estão de acordo com as especificações do contratante. Nesta sequência, ao receber o questionário, a organização deverá observar a porcentagem de conformidade com os procedimentos da empresa, de acordo com a equação 5.2.

- Eficiência: trata-se da capacidade de atingir as metas programadas. Além disso, no momento em que existe a necessidade de retorno da mercadoria, o fornecedor se responsabiliza por perda no tempo, custos e demais recursos necessários para a resolução do problema. Este critério será avaliado subjetivamente o grau de eficiência dos mesmos, de acordo com os níveis de preferência do quadro 5.19.:

Quadro 5.19 - Níveis de preferência para a eficiência

Nível de Preferência	Conceito
Alta	O fornecedor possui um bom nível eficiência
Média	O fornecedor possui um nível regular de eficiência
Baixa	O fornecedor possui um baixo nível eficiência
Muito Baixa	O fornecedor não é eficiente

- Capacidades técnicas: está relacionado à qualificação do pessoal disponível para a execução das atividades do fornecedor. Na avaliação das alternativas com relação a este critério, foram utilizados os níveis de preferência apresentados no quadro 5.20:

Quadro 5.20 - Níveis de preferência para as capacidades técnicas

Nível de Preferência	Conceito
Alta	Mão de obra especializada e com grande experiência
Média	Mão de obra especializada e com pouca experiência
Baixa	Mão de obra pouco especializada e com grande experiência
Muito Baixa	Mão de obra pouco especializada e com pouca experiência

- Compromisso: é a intenção da empresa em construir e manter relacionamentos de longo prazo com os clientes. Não há como realizar uma análise objetiva deste critério. Desta forma, serão adotados os níveis subjetivos para as preferências do decisor expostos no quadro 5.21.:

Quadro 5.21 - Níveis de preferência para o compromisso

Nível de Preferência	Conceito
Bom	O fornecedor possui um bom nível de compromisso com seus clientes
Regular	O fornecedor possui um nível regular de compromisso com seus clientes
Ruim	O fornecedor possui um baixo nível de compromisso com seus clientes
Muito ruim	O fornecedor não possui compromisso com relação a seus clientes

- Credibilidade: capacidade de manter os compromissos de entrega assumidos com os clientes. Ou seja, fazer com que os consumidores recebam os itens comprados

exatamente quando prometidos. Pode ser mensurado pelo número de dias de atraso do pedido. Quanto menor o número de dias atrasados, melhor será a alternativa.

- Flexibilidade: é a capacidade de reagir às situações inesperadas, a partir de modificações na programação de produção, sem diminuir a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos. Pode ocorrer em quatro níveis: produto ou serviço, *mix*, volume e entrega. Este critério é mensurado de forma subjetiva, de acordo com os níveis de preferência colocados no quadro 5.22:

Quadro 5.22 - Níveis de preferência da flexibilidade

Nível de Preferência	Conceito
Muito alta	O fornecedor possui flexibilidade nos quatro níveis: produto/serviço, <i>mix</i> , volume e entrega.
Alta	O fornecedor possui flexibilidade em três níveis
Regular	O fornecedor possui flexibilidade em dois níveis
Baixa	O fornecedor possui flexibilidade em um nível
Muito baixa	O fornecedor não possui flexibilidade

- Histórico de performances: está relacionado ao histórico de desempenho do fornecedor na realização de negócios anteriores. A avaliação das alternativas com relação a este critério é realizada de forma subjetiva, de acordo com os seguintes níveis de preferência:

Quadro 5.23 – Níveis de preferência para o histórico de performances

Nível de Preferência	Conceito
Muito Bom	O fornecedor possui um excelente histórico, com ausência de problemas relacionada ao seu desempenho.
Bom	O fornecedor possui um bom histórico, com poucos problemas no desempenho.
Regular	O fornecedor possui um histórico regular, com um número moderado de problemas no desempenho.
Ruim	O fornecedor possui um histórico ruim, com diversos problemas no desempenho.

Após a determinação dos critérios, que traduzem os objetivos da empresa, quanto aos fornecedores com os quais pretende criar parcerias de longo prazo, foram identificadas as alternativas do problema de decisão.

Identificação das alternativas

Os itens caracterizados como estratégicos para a produção do biscoito de chocolate foram: cacau em pó, açúcar invertido, fermentos químicos e pirofosfato ácido de sódio. Neste

sentido, a escolha dos fornecedores destes produtos foi realizada de acordo com a etapa de seleção de fornecedores descrita anteriormente, conforme exemplificado na seleção de açúcar invertido. Após a aplicação do modelo multicritério de seleção para todos os produtos, as alternativas do modelo de avaliação de desempenho, ou seja, os fornecedores contratados pela empresa foram identificados, como exposto no quadro 5.24.

Quadro 5.24 – Determinação das alternativas para o modelo

Item	Código do item	Código do fornecedor
Açúcar invertido	I_1	F_1I_1
		F_5I_1
		F_8I_1
		F_9I_1
Cacau em pó	I_2	F_4I_2
Fermentos químicos	I_3	F_2I_3
		F_4I_3
		F_5I_3
Pirofosfato ácido de sódio	I_4	F_1I_4
		F_3I_4

A codificação dos fornecedores na tabela acima é realizada da seguinte maneira: F_xI_y , na qual ‘F’ significa Fornecedor, ‘x’ representa o número do fornecedor, ‘I’ significa Item e ‘y’ o número do item.

Avaliação das alternativas

Após a identificação das alternativas para o processo de avaliação de desempenho dos fornecedores, o decisor construiu uma matriz de avaliação (alternativas x critérios), como forma de definir as entradas do modelo de decisão. Para facilitar a visualização desta matriz, os critérios foram codificados de acordo com o quadro 5.16.

Quadro 5.25 – Codificação dos critérios

Código	Critério
Cr ₂₀	Entrega
Cr ₂₁	Qualidade do produto/serviço
Cr ₂₂	Conformidade com os procedimentos da empresa
Cr ₂₃	Eficiência
Cr ₂₄	Capacidades técnicas
Cr ₂₅	Compromisso
Cr ₂₆	Credibilidade
Cr ₂₇	Flexibilidade
Cr ₂₈	Histórico de performances

Dentre os critérios expostos, possuem mensuração objetiva: a qualidade do produto/serviço mensurada a partir da porcentagem de especificações para as quais o item está de acordo com as determinações da empresa; a conformidade com os procedimentos da empresa definida pela porcentagem de conformidades do fornecedor, em relação às especificações da empresa e; credibilidade mensurada pelo número de dias de atraso do pedido.

Com relação aos critérios de avaliação subjetiva, as escalas de comparação verbal, determinadas com base nos níveis de preferência, foram convertidas em escalas numéricas, como expõem as tabelas 5.34, 5.35, 5.36, 5.37, 5.38 e 5.39.

Tabela 5.34 - Escala para julgamento da importância relativa da entrega

Escala Verbal	Escala Numérica
Muito bom	1,00
Bom	0,75
Regular	0,50
Ruim	0,25
Muito ruim	0,00

Tabela 5.35 - Escala para julgamento da importância relativa da eficiência

Escala Verbal	Escala Numérica
Alta	3,00
Média	2,00
Baixa	1,00
Muito baixa	0,00

Tabela 5.36 - Escala para julgamento da importância relativa das capacidades técnicas

Escala Verbal	Escala Numérica
Alta	3,00
Média	2,00
Baixa	1,00
Muito baixa	0,00

Tabela 5.37 – Escala para julgamento da importância relativa do compromisso

Escala Verbal	Escala Numérica
Bom	3,00
Regular	2,00
Ruim	1,00
Muito Ruim	0,00

Tabela 5.38 - Escala para julgamento da importância relativa da flexibilidade

Escala Verbal	Escala Numérica
Muito alta	1,00
Alta	0,75
Regular	0,50
Baixa	0,25
Muito baixa	0,00

Tabela 5.39 – Escala para julgamento da importância relativa do histórico de performances

Escala Verbal	Escala Numérica
Muito Bom	3,00
Bom	2,00
Regular	1,00
Ruim	0,00

Neste contexto, os critérios com mensuração objetiva serão calculados de acordo com estudos específicos, que não permitem a influência da subjetividade inerente ao decisor, enquanto os critérios qualitativos são avaliados de acordo com as opiniões do decisor de acordo com determinado critério. A matriz de avaliação das alternativas é exposta na tabela 5.40.

Tabela 5.40 - Matriz de avaliação das alternativas em relação aos critérios

Alternativas	Critérios								
	Cr ₂₀	Cr ₂₁	Cr ₂₂ (%)	Cr ₂₃	Cr ₂₄	Cr ₂₅	Cr ₂₆	Cr ₂₇	Cr ₂₈
F ₁ I ₁	1	95	90	3	2	3	4	1	3
F ₅ I ₁	0,75	85	92	2	1	1	0	0,50	3
F ₈ I ₁	1	90	94	2	3	2	1	0,75	2
F ₉ I ₁	0,50	85	94	1	2	2	1	0,50	2
F ₄ I ₂	0,75	90	96	3	3	3	3	0,75	3
F ₂ I ₃	1	75	90	0	2	0	2	0	2
F ₄ I ₃	0,50	80	88	1	2	3	6	0,25	1
F ₅ I ₃	1	85	86	2	0	2	8	0,75	3
F ₁ I ₄	0,75	85	96	2	1	1	4	0,25	3
F ₃ I ₄	0,75	95	94	3	2	3	3	0	2

Para a aplicação do método PROMSORT, foi necessário determinar o valor de cada critério para os perfis limites, que representam o que é necessário para determinado fornecedor se enquadrar em uma das categorias pré-definidas. Como os fornecedores poderiam se enquadrar em três classes (Classe A, Classe B e Classe B), foram definidos dois perfis limites (L₁ e L₂). A matriz de avaliação das alternativas para estes perfis são expostas na tabela 5.41.

Tabela 5.41- Matriz de avaliação dos perfis limites em relação aos critérios

Alternativas	Critérios								
	Cr ₂₀	Cr ₂₁	Cr ₂₂ (%)	Cr ₂₃	Cr ₂₄	Cr ₂₅	Cr ₂₆	Cr ₂₇	Cr ₂₈
L ₁	0,75	90	85	2	3	3	2	0,75	3
L ₂	0,25	90	85	1	1	1	3	0,5	2

Em seguida, realizou-se a avaliação dos parâmetros dos critérios do problema de decisão, como exposto na próxima seção.

Avaliação dos parâmetros dos critérios

Nesta fase, o decisor determinou o peso para cada critério, de acordo com as suas preferências. Para a identificação destes pesos, o decisor listou-os em ordem decrescente de prioridade, podendo haver empates entre critérios. Em seguida, atribuiu os pesos para cada critério que, posteriormente, foram normalizados pelo analista. A normalização foi realizada

dividindo-se cada peso pela soma total dos pesos, de forma que os mesmos obtivessem valores entre 0 e 1 e soma total igual a 1.

Posteriormente, o decisor determinou as funções de preferência para cada critério, com base nos seis critérios generalizados propostos por Brans *et al.* (1985) assim como os parâmetros necessários para cada função. Os valores dos pesos, tipos de função e parâmetros são expostos na tabela 5.42.

Tabela 5.42 – Parâmetros dos critérios

Critério	Peso	Maximizar ou Minimizar?	Função Preferência	Parâmetros
Cr ₂₀	0,12	Maximizar	Tipo II	p=0,25
Cr ₂₁	0,13	Maximizar	Tipo I	-
Cr ₂₂	0,12	Maximizar	Tipo I	-
Cr ₂₃	0,10	Maximizar	Tipo IV	q=1 p=2
Cr ₂₄	0,11	Maximizar	Tipo III	p=2
Cr ₂₅	0,10	Maximizar	Tipo IV	q=1 p=2
Cr ₂₆	0,12	Minimizar	Tipo I	-
Cr ₂₇	0,11	Maximizar	Tipo III	p=0,50
Cr ₂₈	0,09	Maximizar	Tipo III	p=1

Aplicação do PROMSORT para a classificação das alternativas

Após a definição dos pesos dos critérios, funções de preferência e parâmetros necessários, o PROMSORT foi utilizado para classificar as alternativas, de acordo com as classes definidas *a priori*.

Neste sentido, foi elaborada uma matriz para a avaliação par a par das alternativas. Inicialmente, foram identificadas as diferenças de desempenho entre as ações, e, em seguida, calculadas as intensidades de preferência entre cada par de alternativas, em relação a cada critério individualmente, além das intensidades globais, ou seja, com relação a todos os critérios.

Desta forma, calcularam-se os fluxos positivos, negativos e líquidos das alternativas e perfis limites, como expõe a tabela 5.43.

Tabela 5.43- Fluxos das alternativas

Alternativa	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Líquido
F_1I_1	4,565	1,845	2,720
F_5I_1	3,395	2,435	0,960
F_8I_1	4,700	1,215	3,485
F_9I_1	2,925	2,620	0,305
F_4I_2	5,190	1,035	4,155
F_2I_3	1,925	5,405	-3,480
F_4I_3	1,125	6,080	-4,955
F_5I_3	1,930	4,270	-2,340
F_1I_4	2,575	3,180	-0,605
F_3I_4	3,605	2,535	1,070
L_1	4,390	1,395	2,995
L_2	1,215	5,525	-4,310

Após a determinação dos fluxos positivos e negativos, as alternativas foram comparadas com os perfis limites, de acordo com a relação de sobreclassificação do PROMETHEE I. As relações de sobreclassificação encontradas são expostas no quadro 5.26.

Quadro 5.26 – Relações de sobreclassificação

Alternativa	Relação com L_1	Relação com L_2
F_1I_1	$F_1I_1RL_1$	$F_1I_1PL_2$
F_5I_1	$L_1PF_5I_1$	$F_5I_1PL_2$
F_8I_1	$F_8I_1PL_1$	$F_8I_1PL_2$
F_9I_1	$L_1PF_9I_1$	$F_9I_1PL_2$
F_4I_2	$F_4I_2PL_1$	$F_4I_2PL_2$
F_2I_3	$L_1PF_2I_3$	$F_2I_3PL_2$
F_4I_3	$L_1PF_4I_3$	$L_2PF_4I_3$
F_5I_3	$L_1PF_5I_3$	$F_5I_3PL_2$
F_1I_4	$L_1PF_1I_4$	$F_1I_4PL_2$
F_3I_4	$L_1PF_3I_4$	$F_3I_4PL_2$

Como se pode observar no quadro 5.26, a alternativa F_1I_1 é incomparável ao perfil limite L_1 . Neste caso, foi realizada a classificação desta alternativa de acordo com a visão pessimista ($b=1$), ou seja, a alternativa não designada é atribuída à pior classe, entre as duas as quais pode se destinar, pois é mais interessante que o fornecedor seja classificado em uma classe mais baixa e seus problemas sejam trabalhados, do que em uma classe mais alta, e tais

deficiências esquecidas. Desta forma, a partir da utilização da equação 2.6, a alternativa F_1I_1 foi atribuída à Classe B. As alternativas foram classificadas como expõe o quadro 5.27.

Quadro 5.27 – Classificação dos fornecedores

Categoria	Alternativas
Classe A	F_8I_1 e F_4I_2
Classe B	F_1I_1 , F_5I_1 , F_9I_1 , F_2I_3 , F_5I_3 , F_1I_4 e F_3I_4
Classe C	F_4I_3

De acordo com os resultados provenientes da aplicação do PROMSORT, a organização deverá estabelecer relacionamentos duradouros com os fornecedores F_8I_1 e F_4I_2 (Classe A), pois estes se adéquam fortemente às necessidades do cliente. Os fornecedores F_1I_1 , F_5I_1 , F_9I_1 , F_2I_3 , F_5I_3 , F_1I_4 e F_3I_4 (Classe B) atendem de forma adequada as necessidades dos clientes, mas necessitam de melhorias, assim, devem ser informadas dos aspectos a ser melhorados e, se possível, o fornecedor deverá oferecer programas de desenvolvimento aos mesmos. Finalmente, as compras ao fornecedor F_4I_3 devem ser suspensas se o mesmo obtiver tal classificação por duas avaliações consecutivas, pois este não atinge um nível de desempenho aceitável quanto aos critérios estabelecidos.

A empresa deverá dar um *feedback* aos fornecedores, expondo a classe em que foram enquadrados e as implicações desta classificação. Além disso, os fornecedores de Classe B devem ser comunicados acerca das melhorias necessárias para a maior adequação com relação as necessidades dos clientes. Ademais, os fornecedores que se encontram na Classe C deverão ser advertidos sobre seu baixo desempenho e as necessidades de melhoria e, se for o fornecedor for alocado a esta classe por duas avaliações consecutivas, deverá ter o contrato suspenso.

5.4.1.1 Análise de sensibilidade

Para a verificação da robustez do modelo proposto, foi realizada uma análise de sensibilidade, a partir da variação dos pesos dos critérios para cada decisor. Esta análise é realizada aumentando ou diminuindo os pesos de determinados critérios e distribuindo essa variação de forma proporcional entre os demais. Com isso estabelecido, foi realizada uma variação de $\pm 15\%$ no peso dos critérios qualidade (Cr_{21}) e credibilidade (Cr_{26}). A tabela 5.44 expõe os pesos dos critérios para as variações de $+15\%$ e -15% .

Tabela 5.44 – Pesos dos critérios para variações na qualidade e credibilidade

Alternativas	Critérios								
	Cr ₂₀	Cr ₂₁	Cr ₂₂	Cr ₂₃	Cr ₂₄	Cr ₂₅	Cr ₂₆	Cr ₂₇	Cr ₂₈
+15%	0,114	0,150	0,114	0,095	0,104	0,095	0,138	0,104	0,086
-15%	0,126	0,111	0,126	0,105	0,115	0,105	0,102	0,115	0,095

Com a modificação dos pesos dos critérios, foram obtidos os fluxos das alternativas para as duas situações citadas, conforme explicita a tabela 5.45.

Tabela 5.45–Fluxos das alternativas

Alternativa	+ 15%		- 15%	
	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo	Fluxo Positivo	Fluxo Negativo
F ₁ I ₁	4,647	1,944	4,487	1,744
F ₅ I ₁	3,543	2,441	3,251	2,425
F ₈ I ₁	4,861	1,234	4,535	1,203
F ₉ I ₁	3,045	2,646	2,802	2,600
F ₄ I ₂	5,209	1,156	5,16	0,915
F ₂ I ₃	1,996	5,496	1,852	5,320
F ₄ I ₃	1,117	6,282	1,130	5,890
F ₅ I ₃	1,887	4,448	1,976	4,087
F ₁ I ₄	2,549	3,339	2,595	3,013
F ₃ I ₄	3,785	2,526	3,433	2,515
L ₁	4,521	1,450	4,26	1,341
L ₂	1,302	5,500	1,127	5,552

Nas duas situações colocadas, o resultado da classificação continuou o mesmo. No caso em que houve decréscimo nos pesos da qualidade e credibilidade, a alternativa F₄I₃ foi incomparável com o perfil limite L₂. Entretanto, quando realizada a terceira etapa do procedimento, este fornecedor continuou na Classe C. Desta forma, observou-se que o método proposto é considerado robusto a pequenas variações nos pesos dos critérios.

5.5 Considerações finais sobre o capítulo

Neste capítulo foi realizada uma simulação numérica para ilustrar a utilização do modelo sugerido, com o emprego do Microsoft Excel, para a aplicação dos métodos indicados anteriormente.

Observou-se que o modelo é consistente com seus objetivos, ou seja, selecionar e analisar o desempenho de fornecedores, além de ser robusto a pequenas variações no peso dos critérios, como determinam as análises de sensibilidade realizadas. Em casos reais, o número de decisores e alternativas podem variar, como também poderá ocorrer o acréscimo ou retirada de critérios de acordo com a empresa e tipo de produto em questão. Entretanto, o modelo pode ser adaptado para tais situações.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Este capítulo apresenta as principais conclusões acerca do estudo realizado, assim como sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros.

6.1 Conclusões

O crescente interesse por relacionamentos de longo prazo com fornecedores estratégicos, devido principalmente à alta competitividade do mercado, faz com que as empresas busquem utilizar procedimentos estruturados para a seleção e avaliação de desempenho de fornecedores. Além disso, as organizações passaram a perceber que, para uma análise adequada, é necessário considerar diversos aspectos referentes aos objetivos da empresa, que podem ser mensurados de forma objetiva ou subjetiva. Portanto, observa-se a necessidade do uso de sistemáticas de apoio à decisão multicritério para a resolução deste problema.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo a proposição de um modelo multicritério de apoio à decisão para a seleção de fornecedores e avaliação do desempenho daqueles já contratados. Desta forma, foi discutida a importância do relacionamento de longo prazo com fornecedores estratégicos e a necessidade de processos estruturados para o gerenciamento dos mesmos.

Neste sentido, foi proposta uma sistemática metodológica que tem como principal diferencial a integração entre as fases de seleção e avaliação de desempenho de fornecedores. Observa-se que existe a necessidade de modelos de integração para cobrir estes dois estágios. Tal necessidade deriva do fato de que processos de seleção desestruturados podem resultar na contratação de fornecedores que não se adéquem às necessidades da empresa, adicionado à questão de que, mesmo que a organização possua um processo de escolha estruturado, quando não avalia o desempenho dos fornecedores após o contrato, os mesmos podem diminuir sua *performance* ao longo do tempo, prejudicando o cliente. Portanto, os dois processos devem ser realizados de forma integrada.

Pode-se ainda citar as seguintes vantagens da sistemática proposta:

- Oferece um procedimento estruturado para abordar as preferências dos decisores, o que facilita a resolução do problema;
- Incorpora os aspectos qualitativos e quantitativos do processo, o que auxilia na obtenção de um resultado adequado às necessidades dos clientes;

- Na etapa de seleção, utiliza um método multicritério de decisão em grupo, de forma a abranger indivíduos de vários departamentos da organização, que são afetados diretamente por tal escolha;
- Ainda na etapa de seleção, é flexível na decisão da organização entre a contratação de um único ou de múltiplos fornecedores, definindo a forma de proceder nas duas situações;
- Na etapa de avaliação de desempenho, não só atribui os contratados a classes pré-definidas, como também determina o tipo de relação que a organização deve construir com os fornecedores de cada uma dessas classes;
- Não é necessária a presença de todos os decisores para a aplicação do modelo. As reuniões serão necessárias apenas na fase de identificação dos critérios a ser considerados.

Após a sistematização do processo, foram propostos os métodos multicritério que se adequam às problemáticas em questão. Na primeira fase, observou-se a necessidade de um método multicritério aplicado sob a problemática de ordenação, pois o resultado do mesmo pode ser utilizado como entrada de um novo método na contratação de fornecedores. Para a seleção final, observou-se a necessidade de um método que se adequasse à problemática de *portfólio*, pois, neste caso, procura-se escolher um conjunto de alternativas sujeitas a uma determinada restrição. No presente trabalho, a restrição imposta é o fluxo de caixa disponível para a compra do material. Na fase de avaliação do desempenho, propôs-se um método aplicado sob a problemática de classificação. A determinação desta problemática ocorreu devido à necessidade de atribuir os fornecedores avaliados a classes pré-definidas, de acordo com o relacionamento entre cliente e fornecedor que deverá existir.

Portanto, para a seleção de fornecedores, propôs-se uma adaptação do PROMETHEE em grupo, onde o PROMETHEE II é substituído pelo PROMETHEE III nas fases de avaliação individual e avaliação em grupo. Em seguida é utilizada uma adaptação do PROMETHEE V (Almeida & Vetschera, 2012) para a seleção do portfólio adequado. Finalmente, na avaliação de desempenho, é utilizado o PROMSORT, para atribuir os fornecedores às classes definidas *a priori*.

Neste sentido, algumas observações podem ser relatadas com relação ao modelo:

- A utilização dos métodos da família PROMETHEE incorpora a noção de pesos como importância relativa dos critérios, o que ocasiona uma modelagem mais próxima da realidade;

- Os métodos da família PROMETHEE são flexíveis e de fácil entendimento por parte dos decisores;
- Na fase de decisão em grupo, o método permite que sejam atribuídos pesos aos decisores, que refletem o seu poder sobre o processo decisório, e influenciam no impacto de cada indivíduo na decisão final;
- A utilização da ordem intervalar do PROMETHEE III permite que as alternativas com diferenças insignificantes no fluxo líquido fiquem na mesma posição;
- Para a seleção de múltiplos fornecedores, trabalha-se com o PROMETHEE V para a problemática de *portfólio*, o que possibilita a utilização máxima dos recursos disponíveis;
- Na etapa de avaliação do desempenho, o modelo se destina à problemática de classificação, que se encaixa a necessidade de agrupamento dos fornecedores quanto às relações que deverão existir entre cliente e fornecedor;
- O PROMSORT se adequa à problemática de classificação utilizada na etapa de avaliação de desempenho dos fornecedores.

Dessa forma, observa-se que os métodos escolhidos se adequam às problemáticas de referência determinadas na sistemática. Além disso, os mesmos são de fácil entendimento por parte dos decisores, já que os parâmetros requeridos têm um significado econômico muito claro. Além disso, o fato de utilizar métodos não compensatórios evita que alternativas que possuem *performance* muito elevada em um critério e desempenho muito baixo em outros sejam escolhidas, pois na seleção e avaliação de fornecedores são preferíveis alternativas com boa *performance* média.

Assim, a sistemática e os modelos propostos são considerados adequados ao contexto de problema e podem auxiliar as organizações na seleção e avaliação de desempenho de seus fornecedores. Entretanto, dependendo das informações disponíveis e do grau de convergência entre os decisores, outros métodos multicritério de decisão podem ser utilizados tomando como base a mesma sistemática.

Por fim, realizou-se uma aplicação numérica do modelo no setor de alimentação, que contou com dados realísticos. Os critérios utilizados nas fases de pré-seleção, seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores foram identificados a partir do trabalho de Viana (2009) nas empresas de alimentação cadastradas na ABIA. Os pesos, funções e demais parâmetros utilizados na construção do método foram determinados por um gestor de logística, que trabalhou por um longo período em uma indústria de alimentos. Neste sentido, observou-se a importância da escolha dos critérios e determinação dos pesos adequados para a

realização do modelo, pois se os mesmos forem determinados de forma errônea, o resultado não se adequará às necessidades reais do decisor.

Embora a aplicação tenha sido realizada na indústria de alimentação, a sistemática proposta não se restringe a este setor, mas pode ser utilizada para a seleção e avaliação de fornecedores em diversos tipos de organização, como forma de aperfeiçoar o gerenciamento dos fornecedores estratégicos e adquirir parcerias de longo prazo com aqueles adequados às suas necessidades, a fim de alcançar os objetivos estratégicos da empresa e adquirir maior competitividade no mercado.

6.2 Sugestões para futuros trabalhos

Neste tópico, são descritas sugestões para futuros trabalhos para a utilização da sistemática proposta:

- A sistemática de seleção e avaliação de desempenho dos fornecedores pode ser aplicada em outros setores da indústria;
- Aplicação de um estudo de caso em uma empresa real;
- Outros procedimentos podem ser desenvolvidos para a atribuição dos pesos dos critérios por parte dos decisores, como, por exemplo, o *swing weighting*;
- Podem-se utilizar outros métodos multicritério não compensatórios para a aplicação da sistemática proposta, como, por exemplo, os métodos da família ELECTRE;
- Pode ser desenvolvido um sistema de informação que possibilite que a etapa de definição dos critérios seja realizada pela internet.

REFERÊNCIAS

- ABID, M. *Operational Research for Management*. New Delhi. Global India Publications PVT LTD, 2008.
- ACKOFF, R. L. & SASIENI, M. W. *Pesquisa Operacional*. 1. ed. Rio de Janeiro, LIVROS TÉCNICOS E CIENTÍFICOS EDITORA S. A., 1971.
- ADER - AGENCIA DE DESAROLLO ECONÓMICO REGIONAL DA LA RIOJA. *Manual de Criatividade Empresarial*. Faro, Litográfis – Artes Gráficas, 2010.
- AKSOY, A. & ÖZTÜRK, N. Supplier Selection and Performance Evaluation in Just-in-Time Production Environments. *Expert Systems with Applications*, s.l., 38 (2011): 6351-6359, 2011.
- ALMEIDA, A. T. & COSTA, A. P. C. S., coord. *A Utilização de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão*. Recife, Editora Universitária UFPE, 2003.
- ALMEIDA, A. T. & MORAIS, D. C. & COSTA, A. P. C. S. & ALENCAR, L. H. & DAHER, S. F. D. *Decisão em Grupo e Negociação: Métodos e Aplicações*. São Paulo, Atlas, 2012.
- ALMEIDA, A. T. & VETSCHERA, R. A Note on Scale Transformation in the PROMETHEE V Method. *European Journal of Operational Research*. 219 (2012): 198-200. 2012.
- ALMEIDA, A. T. *O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio à Decisão*. Recife, Editora Universitária UFPE, 2011.
- AMIN, S. H. & RAZMI, J. An Integrated Fuzzy Model for Supplier Management: A Case Study of ISP Selection and Evaluation. *Expert Systems with Applications*. 36 (2009): 8639–8648, 2009.
- AMIN, S. H. & RAZMI, J. An Integrated Fuzzy Model for Supplier Management: A Case Study of ISP Selection and Evaluation. *Expert Systems with Applications*. 36: 8639-8648, 2009.
- ARAZ, C. & OZFIRAT, M. P. & OZKARAHAN, I. An Integrated Multicriteria Decision-making Methodology for Outsourcing Management. *Computers & Operations Research*. 34 (2007): 3738-3756, 2007.
- ARAZ, C. & OZKARAHAN, I. Supplier Evaluation and Management System for Strategic Sourcing Based on a New Multicriteria Sorting Procedure. *International Journal of Production Economics*. 106 (2): 585-606, 2007.
- ARAZ, C. & OZKARAHAN. In: PROCEEDINGS OF IDEAL 2005 – INTELLIGENT DATA ENGINEERING AND AUTOMATED LEARNING. Brisbane, Australia. *A Multicriteria Sorting Procedure for Financial Classification Problems: The Case of Business Failure Risk Assessment*. 2005.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTAÇÃO (ABIA). Disponível em: <<http://www.abia.org.br>>. Acesso em: 01 de junho de 2012.
- AZEVEDO, P. F. & CHADDAD, F.R. In: PROCEEDINGS OF 2005 WORLD FOOD AND AGRIBUSINESS SYMPOSIUM. Chicago, United States. *Redesigning the Food Chain: Trade, Investment and Strategic Alliances in the Orange Juice Industry*. 2005.
- BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial*. 5. ed. Porto Alegre, Bookman, 2006.
- BORAN, F. E. & GENÇ, S. & KURT, M. & AKAY, D.A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making for Supplier Selection with TOPSIS Method. *Expert Systems with Applications*.36 (8): 11363-11368, 2009.
- BOWERSOX, D. J. & CLOSS, D. J. *Logística Empresarial; O Processo de Integração da Cadeia de Suprimento*. 1. ed. São Paulo, Atlas, 2008.
- BOWERSOX, D. J. & COOPER, M. B. & CLOSS, D. J. *Gestão Logística de Cadeias de Suprimentos*. Porto Alegre, Bookman, 2006.
- BOZARTH, C. C. & HANDFIELD, R. B. *Introduction to Operations and Supply Chain Management*. 2.ed. New Jersey, Prentice Hall, 2008.
- BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. & VINCKE, P. PROMETHEE: In PROCEEDINGS OF IFORS CONFERENCE. Washington, United States. *A New Family of Outranking Methods in Multicriteria Analysis*.1984.
- BRANS, J. P. & MARESCHAL, B. The PROMCALC & GAIA Decision Support System for Multicriteria Decision Aid. *Decision Support Systems*.12: 297-310, 1994.
- BRANS, J. P. & VINCKE, P. & MARESCHAL, B. How to Select and how to rank Projects: The PROMETHEE Method. *European Journal of Operational Research*.24: 228-238, 1986.
- BRANS, J. P. & VINCKE, PH.A Preference Ranking Organisation Method: The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making. *Management Science*, United States of America, 31 (6): 647-656, 1985.
- BRANS, J. P. L'ingénierie de la décision; Elaboration d'instruments d'aide à la décision. La méthode PROMETHEE.In: NADEAU, R. & LANDRY, M. *L'aide à la décision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir*. Québec, Presses de l'Université Laval, 1982. p. 183-213.
- BURT, D. N. & DOBLER, D. W. & STARLING, S. L. *World Class Supply Management, the Key to Supply Chain Management*. 7.ed. McGraw-Hill Irwin, 2002.
- CHAN, F. T. S. & CHAN, H. K. An AHP Model for Selection of Suppliers in the Fast Changing Fashion Market. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. s.l., 51 (9-12): 1195-1207, 2010.
- CHEN, C & LIN, C. & HUANG, S.A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management. *International Journal of Production Economics*.102 (2): 289-301, 2006.

- CHEN, C. & PAI, P & HUNG, W. An Integrated Methodology Using Linguistic PROMETHEE and Maximum Deviation Method for Third-Party Logistics Supplier Selection. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. s.l., 3 (4): 438-451, 2010.
- CHEN, Y. & CHAO, R. Supplier Selection Using Consistent Fuzzy Preference Relations. *Expert Systems with Applications*.s.l.39 (12): 3233-3240, 2012.
- CHEN, Y. & WANG, T. WU, C. Strategic Decisions Using the Fuzzy PROMETHEE for IS Outsourcing. *Expert Systems with Applications*. s.l., 38 (2011): 13216-13222, 2011.
- CHOPRA, S.& MEINDL, P. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos; Estratégia, Planejamento E Operação*. São Paulo, Pearson Prentice Hall, 2003.
- CHOU, S. & CHANG, Y. A Decision Support System for Supplier Selection Based on a Strategic-aligned Fuzzy SMART Approach. *Expert Systems with Applications*.34: 2241-2253, 2008.
- CLARO, D. P. & CLARO, P. B. O. Coordinating B2B Cross-Border Chains: The Case of The Organic Coffee Industry. *Journal of Business & Industrial Marketing*.19 (6): 405 – 414, 2004.
- CONCEIÇÃO, S. V. & QUINTÃO, R. T. Avaliação do Desempenho Logístico da Cadeia Brasileira de Suprimentos de Refrigerantes. *Gestão & Produção*. 11(3): 441-453, 2004.
- CÔNSOLI, M. A. & MUSETTI, M. A. In: 3º CONGRESSO LATINO AMERICANO DE VAREJO. São Paulo, Brasil. Sobreposição de Cadeias de Suprimentos: *Distribuição de Alimentos no Varejo e no Foodservice*. 2010.
- COSTA, J.P. & MELO, P. & GODINHO, P. & DIAS, L.C. The AGAP System: A GDSS for Project Analysis and Evaluation. *European Journal of Operational Research*. 145(2): 287-303, 2003.
- COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. *Supply Chain Management Terms and Glossary*. Illinois, 2010. Texto extraído do site <http://cscmp.org> em 18 de janeiro de 2012.
- DAGDEVIREN, M. & ERASLAN, E. Supplier Selection Using PROMETHEE Sequencing Method. *Journal of the Facult of Engineering and Architerure of Gazi University*. s.l., 23 (1): 69-75, 2008.
- DIAS, L. C. & CLÍMACO, J. N. Additive Aggregation with Variable Interdependent Parameters: The VIP Analysis Software. *Journal of the Operational Research Society*.51:1070-1082, 2000.
- DIAS, L. C. & CLÍMACO, J. N. Dealing with Imprecise Information in Group Multicriteria Decisions: A Methodology and a GDSS Architecture. *European Journal of Operational Research*. 160: 291-307, 2005.
- DOUMPOS, M. & ZOPOUNIDIS, C. *Multicriteria Decision Aid Classification Methods*. Kluwer Academic Publishers, 2004.

- EDWARDS, W. & BARRON, F. H. SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods for Multiattribute Utility Measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*.60: 306-325, 1994.
- EDWARDS, W. How to Use Multiattribute Utility Measurement for Social Decision Making. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*.7 (5): 326-340, 1977.
- FIGUEIRA, J. & GRECO, S. & EHRGOTT, MATTHIAS., ed. *Multiple Criteria Decision Analysis; State of the Art Surveys*. Estados Unidos, Springer Science, 2005.
- GENCER, C. & GÜRPINAR, D. Analytic Network Process in Supplier Selection: A Case Study in an Electronic Firm. *Applied Mathematical Modelling*. s.l., 31 (2007): 2475-2486, 2006.
- GOMES, C. F. S. & RIBEIRO, P. C. C. *Gestão da Cadeia de Suprimentos Integrada à Tecnologia da Informação*. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2004.
- GOMES, L. F. A. M. & ARAYA, M. C. G. & CARIGNANO, C. *Tomada de Decisões em Cenários Complexos; Introdução aos Métodos Discretos do Apoio Multicritério à Decisão*. São Paulo, Pioneira Thomson Learning, 2004.
- HALEH, H. & HAMIDI, A.A Fuzzy MCDM Model for Allocating Orders to Suppliers in a Supply Chain under Uncertainty over a Multi-Period Time Horizon. *Expert Systems with Applications*, s.l., 38 (2011): 9076-9083, 2010.
- HANDFIELD, R. B. & KRAUSE, D. R. & SCANNELL, T. A. & MONCZKA, R. M. Avoid the Pitfalls in Supplier Development. *Sloan Management Review*. 41 (2): 37-49, 2000.
- 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*, s.l., 202 (2010): 16-24, maio/2009.
- HÖRTE, S. A. & YLINENPÄÄ. The Firm's and its Customers' Views on Order-Winning Criteria. *International Journal of Operations & Production Management*.17 (10): 1006 – 1019, 1997.
- IZADIKHAH, M. Group Decision Making Process for Supplier Selection with TOPSIS Method under Interval – Valued Intuitionistic Fuzzy Numbers. *Advance in Fuzzy Systems*. 2012: 1-14, 2012.
- KAHRAMAN, C. & CEBECI, U. & ULUKAN, Z. Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP. *Logistics Information Management*.16 (6): 382 – 394, 2003.
- KANG, H. & LEE, A. H. I. A New Supplier Performance Evaluation Model: A Case Study of Integrated Circuit (IC) Packaging Companies. *Kybernetes*, s.l., 38 (1): 37-54, 2010.
- KEENEY, R. L. & RAIFFA, H. *Decisions with Multiple Objects: Preferences and Value Tradeoffs*. United States of America, John Wiley & Sons, 1976.
- KHORRAMSHAHGOL, R. An Integrated Strategic Approach to Supplier Evaluation and Selection. *International Journal of Information Technology & Decision Making*.55: 11(1): 55-76, 2012.

- KILGOUR, M. D. & EDEN, C. *Handbook of Group Decision and Negotiation*. New York, Springer, 2010.
- KILLINCE, O. & ONAL, S. A. Fuzzy Approach for Supplier Selection in a Washing Machine Company. *Expert Systems with Applications*, s.l., 38 (2011): 9656-9664, 2011.
- KRALJIC, P. Purchasing Must Become Supply Management. *Havard Business Review*. 61 (5): 109-117. Boston, 1983.
- LEE, A. H. I. & CHANG, H. & LIN, C. An Evaluation Model of Buyer-Supplier Relationships in High-Tech Industry - The Case of an Electronic Components Manufacturer in Taiwan. *Computers & Industrial Engineering*, s.l., 57 (2009), agosto, 2009.
- LEYVA-LÓPEZ, J.C & FERNÁNDEZ-GONZALEZ, E. A New Method for Group Decision Support Based on ELECTRE III Methodology. *European Journal of Operational Research*. 148: 14-27, 2003.
- LI, W. & CUI, W. & CHEN, Y. & FU, Y. In PROCEEDINGS OF IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS. Beijing, China. *A Group Decision-making Model for Multi-criteria Supplier Selection in the Presence of Ordinal Data*. 2008.
- LI, W. & HUMPHREYS, P. K. & YEUNG, A. C. L. & CHENG, T. C. E. The Impact of Supplier Development on Buyer Competitive Advantage: A Path Analytic Model. *International Journal of Production Economics*, s.l., 135 (2012): 353-356, 2011.
- LIN, R. An Integrated FANP-MOLP for Supplier Evaluation and Order Allocation. *Applied Mathematical Modelling*, s.l., 33 (2009): 2730-2736, agosto, 2008.
- LIU, P. & ZHANG, X. Research on the Supplier Selection of a Supply Chain Based on Entropy Weight and Improved ELECTRE-III Method. *International Journal of Production* .s.l., 49: 637-646, 2011.
- LYSONS, K. & FARRINGTON, B. *Purchasing and Supply Chain Management*. 7. ed. Great Britain, Prentice Hall, 2006.
- MA, J. & LU, J. & ZHANG, G. Decider: A fuzzy multi-criteria group decision support system. *Knowledge-Based Systems*. 23(1): 23-31, 2010.
- MACHARIS, C. & BRANS, J. & MARESCHAL, B. The GDSS PROMETHEE Procedure. *Journal of Decision Systems*. 7: 283-307, 1998.
- MAVROTAS, G. & DIAKOULAKI, D. & CALOGHIROU, Y. Project Prioritization under Policy Restrictions: a Combination of MCDA with 0-1 Programming. *European Journal of Operational Research*. 171 (1): 296-308, 2006.
- MENDOZA, A. *Effective Methodologies for Supplier Selection and Order Quantity Allocation*. Pennsylvania, 2007. 174p. (Doutorado – The Pennsylvania State University).
- MIOCEVIC, D. Organizational Buying Effectiveness in Supply Chain Context: Conceptualization and Empirical Assesment. *Journal of Purchasing & Supply Management*. s.l., 17 (2001): 246-255, 2011.

- MONCZKA, R. M. & HANDFIELD, R. B. & GUINIPERO, L. C. & PATTERSON, J. L. *Purchasing and Supply Chain Management*. United Kingdom, Cengage Learning, 2010.
- NI-DI, Z. & MING-XIAN, L. PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION MANAGEMENT AND EVALUATION, Cape Town, South Africa. *The Choice and Evaluation of Agri-Food Supplier Based on AHP*, 2010.
- NOVAES, A. G. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. 3 ed., Rio de Janeiro, Elsevier, 2007.
- OLSON, D. L. *Decision Aids for Selection Problems*. New York, Springer, 1995.
- ÖNÜT, S. & KARA, S. S. ISIK, E. Long Term Supplier Selection Using a Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for a Telecommunication Company. *Expert Systems with Applications*. s.l., 36 (2009): 3887-3895, 2008.
- ORDOOBADI, S. M. & WANG, S. A Multiple Perspectives Approach to Supplier Selection. *Industrial Management & Data Systems*, s.l., 111 (4): 629-648, 2011.
- PONGPENG, J. & LISTON, J. A Multicriteria Model's Survey: State of the Art and some Necessary Capabilities of Future Models. *Construction Management and Economics*. 21(7): 665-670, 2003.
- ROOSTAEE, R. & IZADIKHAH, M. & LOFTI, F. H. & ROSTAMY-MALKHALIFEH, M.A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making Method for Supplier Selection with VIKOR Method. *International Journal of Fuzzy System Applications*.2(1): 1-17, 2012.
- ROY, B. *Multicriteria Methodology for Decision Aiding*. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- SAATY, T. L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*.15 (3): 234-281, 1977.
- SCHRAMM, F. & MORAIS, D. C. Decision Support Model for Selecting and Evaluating Suppliers in the Construction Industry. *Pesquisa Operacional*. 32 (3): 1-20, 2012.
- SENNA, A. J. T. & PEDROZO, E. A. & KOLLER, O. C. Identificação e Análise da Cadeia de Distribuição das Frutas Cítricas de Mesa Sem Sementes: Um Estudo de Caso na Cidade de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 29 (3): 508-512, 2007.
- SEVKLI, M. An Application of the Fuzzy ELECTRE Method for Supplier Selection. *International Journal of Production Research*, s.l., 48 (12): 3393-3405, 2010.
- SHEN, X. In: PROCEEDINGS OF 2010 LOGISTICS FOR SUSTAINED ECONOMIC DEVELOPMENT. Chengdu, China. *Supplier Selection in Supply Chain Based on Data Envelopment Analysis*.4644 - 4650, 2010.
- SILVA, E. L. & MENEZES, E. M. *Metodologia de Pesquisa e Elaboração de Dissertação*. 3. ed., Florianópolis, Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.
- SIM, S. & BARRY, M & CLIFT, R & COWELL, S. J. The Relative Importance of Transport in Determining an Appropriate Sustainability Strategy for Food Sourcing: A Case Study

- of Fresh Produce Supply Chains. *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 12(6): 422-431, 2007.
- SIMPSON, P. M. & SIGUAW, J.A. & WHITE, S. C. Measuring the Performance of Suppliers: An Analysis of Evaluation Process. *Journal of Supply Chain Management*; s.l., 38(1): 29-41, fevereiro/2002.
- SLACK, N. & CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R. *Administração da Produção*. 3.ed. São Paulo, Atlas, 2009.
- TALAMINI, E. & PEDROZO, E. A. & SILVA, A. L. Gestão da Cadeia de Suprimentos e a Segurança do Alimento: Uma Pesquisa Exploratória na Cadeia Exportadora de Carne Suína. *Gestão&Produção*.12 (1): 107-120, 2005.
- VAHDANI, B.& JABBARI, A. H. K. & ROSHANAELI, V.& ZANDICH, M. Extension of the ELECTREE Method for Decision – Making Problems with Interval Weights and Data. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, s.l., 50: 793-800, 2010.
- VETSCHERA, R. & ALMEIDA, A. T.A PROMETHEE-based Approach to Portfolio Selection Problems. *Computers& Operations Research*.39: 1010:1020, 2012.
- VIANA, J.C. *Ferramentas e técnicas para a seleção e avaliação de fornecedores: um estudo na indústria brasileira de alimentos*. Recife, 2009. 140p. (Mestrado – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção/UFPE).
- VIEIRA, L. M. & TRAILL, W. B. The Role of Food Standards in International Trade: Evidence From Brazilian Beef Exports to the EU Market. *Journal of International Development*.19: 755 – 764, 2007.
- VINCKE, P. *Multicriteria Decision-aid*. Bruxelles, João Wiley & Sons, 1992.
- WANG, W. A Fuzzy Linguistic Computing Approach to Supplier Evaluation. *Applied Mathematical Modelling*, s.l., 34(2010): 3130- 3141, fevereiro/2010.
- WANG, Y. & CHIN, K. Fuzzy analytic hierarchy process: A Logarithmic Fuzzy Preference Programming Methodology. *International Journal of Approximate Reasoning*, s.l., 52 (2011): 541-553, 2010.
- WEBER, C. A. & CURRENT, J. R. & BENTON, W. C. Vendor Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*.50: 2-18, 1991.
- XU, C. & LIANG, S. & JIANG, J. & LIU, D. & HUANG, S. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION MANAGEMENT AND EVALUATION, Cape Town, South Africa. *A Study on Supplier Evaluation in Risk Control Based on Food Supply Chain*, 2010.
- YANG, Z. & XU, Q. & QIU, X. & WANG, H. In: PROCEEDINGS OF 2008 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SERVICE OPERATIONS AND LOGISTICS, AND INFORMATICS, Beijing, China. *An Applied Study on the Method for Supplier Selection with PCA and ELECTRE*. 1: 2151-2156, 2008.

- YEH, C. & DENG, H. & WIBOWO, S. & XU, Y. In: PROCEEDINGS OF 22nd INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OTHER APPLICATIONS OF APPLIED INTELLIGENT SYSTEMS. Tainan, Taiwan. *Multicriteria Group Decision Support for Information Systems Project Selection*. 2009.
- YÜCENUR, G. N. & VAYVAY, Ö. & DEMIREL, N. Ç. Supplier Selection Problem in Global Supply Chains by AHP and ANP Approaches under Fuzzy Environment. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, s.l., 56: 823-833, 2011
- ZEYDAN, M. & ÇOLPAN, C. ÇOBANOGLU, C.A Combined Methodology for Supplier Selection and Performance Evaluation. *Expert Systems with Applications*, s.l., 38 (2011): 2741-2751, 2010.
- ZYLBERSZTAJN, D. & MACHADO FILHO, C.A.P. Competitiveness of Meat Agri-Food Chain in Brazil. *Supply Chain Management: An International Journal*. 8 (2): 155 – 165, 2003.

ANEXO I

A seguir são exibidos os critérios utilizados para na simulação do modelo de decisão proposto no trabalho. Estas informações têm como fonte o estudo realizado por Viana (2009), que expõe os critérios mais utilizados pelas empresas de alimentação brasileiras para a seleção e avaliação do desempenho dos seus fornecedores.

Quadro A.1 – Relação de critérios para a pré-seleção de fornecedores. Fonte: Viana (2009)

CRITÉRIOS	CITAÇÕES	%
Entrega (Pontualidade e conformidade)	16	100,00
Preço	14	87,50
Credibilidade	13	81,25
Localização geográfica	13	81,25
Compromisso	12	75,00
Instalações e capacidade de produção	11	68,75
Qualidade do produto/serviço	11	68,75
Conformidade com os procedimentos da empresa	10	62,50
Eficiência	10	62,50
Flexibilidade	10	62,50
Habilidade em atender as especificações de embalagem	10	62,50
Responsividade	10	62,50
Capacidades tecnológicas (Infraestrutura)	9	56,25
Desejo de fechar negócio	9	56,25
Capacidade de cooperação	8	50,00
Capacidades técnicas (Pessoal)	8	50,00
Gestão e organização do fornecedor	8	50,00
Sistemas gerenciais (relatórios, controle de qualidade e estoques, etc).	8	50,00
Atitudes em relação à empresa contratante	7	43,75
Certificações de Qualidade (Ex: ISO)	7	43,75
Reputação e posição na indústria	7	43,75
Disponibilidade de fornecer apoio e treinamento para o uso do produto	6	37,50
Histórico de <i>performances</i>	6	37,50
Impressão no contato pessoal	6	37,50
Políticas de garantias e reclamações	6	37,50
Posição financeira	6	37,50
Previsão de futuras compras	6	37,50
Responsabilidade socioambiental	6	37,50
Serviço de manutenção fornecido	6	37,50
Cultura organizacional (Valores e Missão)	5	31,25
Desejo de investir recursos no relacionamento	4	25,00
Total de negócios passados feitos com a empresa	4	25,00
Histórico das relações trabalhistas	1	6,25
Sistema de informações com acesso ao progresso de ordens	0	0,00

Quadro A.2 – Relação de critérios para a seleção de fornecedores de longo prazo

CRITÉRIOS	CITAÇÕES	%
Compromisso	9	69,23
Credibilidade	9	69,23
Eficiência	8	61,54
Qualidade do produto/serviço	8	61,54
Capacidades técnicas (Pessoal)	7	53,85
Entrega (Pontualidade e conformidade)	7	53,85
Flexibilidade	7	53,85
Localização geográfica	7	53,85
Preço	7	53,85
Capacidade de cooperação	6	46,15
Conformidade com os procedimentos da empresa	6	46,15
Habilidade em atender as especificações de embalagem	6	46,15
Impressão no contato pessoal	6	46,15
Instalações e capacidade de produção	6	46,15
Atitudes em relação à empresa contratante	5	38,46
Capacidades tecnológicas (Infraestrutura)	5	38,46
Certificações de qualidade (Ex: ISO)	5	38,46
Desejo de fechar negócio	5	38,46
Reputação e posição na indústria	5	38,46
Serviço de manutenção fornecido	5	38,46
Cultura organizacional (Valores e missão)	4	30,77
Disponibilidade de fornecer apoio e treinamento para o uso do produto	4	30,77
Gestão e organização do fornecedor	4	30,77
Posição financeira	4	30,77
Previsão de futuras compras	4	30,77
Responsividade	4	30,77
Sistemas gerenciais (relatórios, controle de qualidade e estoques, etc.)	4	30,77
Histórico de <i>performances</i>	3	23,08
Políticas de garantias e reclamações	3	23,08
Total de negócios passados feitos com a empresa	3	23,08
Desejo de investir recursos no relacionamento	2	15,38
Histórico de relações trabalhistas	2	15,38
Responsabilidade socioambiental	2	15,38
Sistema de informações com acesso ao progresso de ordens	2	15,38

Quadro A.3 – Relação dos critérios para a avaliação de desempenho de fornecedores

CRITÉRIOS	CITAÇÕES	%
Entrega (pontualidade e conformidade)	12	80,00
Qualidade do produto/serviço	11	73,33
Preço	8	53,33
Conformidade com os procedimentos da empresa	7	46,67
Eficiência	7	46,67
Capacidades técnicas (Pessoal)	6	40,00
Compromisso	6	40,00
Credibilidade	6	40,00
Flexibilidade	6	40,00
Histórico de <i>performances</i>	6	40,00
Capacidades tecnológicas (Infraestrutura)	5	33,33
Certificações de qualidade (Ex: ISO)	5	33,33
Atitudes em relação à empresa contratante	4	26,67
Capacidade de cooperação	4	26,67
Disponibilidade de fornecer apoio e treinamento para o uso do produto	4	26,67
Gestão e organização do fornecedor	4	26,67
Habilidade em atender as especificações de embalagem	4	26,67
Responsabilidade socioambiental	4	26,67
Responsividade	4	26,67
Serviço de manutenção fornecido	4	26,67
Cultura organizacional (Valores e Missão)	3	20,00
Desejo de investir recursos no relacionamento	3	20,00
Políticas de garantias e reclamações	3	20,00
Sistema de informações com acesso ao progresso de ordens	3	20,00
Sistemas gerenciais (relatórios, controle de qualidade e estoques, etc.)	2	13,33
Previsão de futuras compras	1	6,67
Outros: Quantidade / Aspectos financeiros	2	13,33