UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LAURO OSIRO

**Uso da lógica *fuzzy* para avaliação e desenvolvimento de fornecedores
baseado em modelos de portfólio**

São Carlos
2013

Lauro Osiro

Uso da lógica *fuzzy* para avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado em modelos de portfólio

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Processos e Gestão de Operações

Orientador: Prof. Assoc. Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti

São Carlos
2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

O81u Osiro, Lauro
Uso da lógica fuzzy para avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado em modelos de portfólio / Lauro Osiro; orientador Luis Cesar Ribeiro Carpinetti. São Carlos, 2013.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Área de Concentração em Processos e Gestão de Operações -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013.

1. Gestão de fornecedores. 2. Avaliação de fornecedores. 3. Modelo de portfólio. 4. Sistemas de inferência fuzzy. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Engenheiro LAURO OSIRO.

Título da tese: "Uso da lógica *fuzzy* para avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado em modelos de portfólio".

Data da defesa: 30/01/2013

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Associado Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Prof. Dr. Marcel Andreotti Musetti
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

Aprovado

Prof. Dr. Gilberto Miller Devós Ganga
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado

Prof. Dr. Paulo Rogério Politano
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado

Prof. Dr. José Geraldo Vidal Vieira
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Prof. Titular Henrique Rozenfeld

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular Denis Vinicius Coury

Dedicatória

À minha esposa por sua paciência e compreensão

Agradecimentos

Ao Professor Orientador Luiz César Ribeiro Carpinetti, pelas suas orientações e amizade.

Aos demais membros da banca: Gilberto, José Geraldo, Marcel e Paulo Politano.

Aos colegas do grupo de pesquisa em Gestão da Qualidade e Melhoria, em especial: Francisco, Rafael, Lillian, Mateus, Edwin, Camila e Jeferson.

Aos colegas do Laboratório de Gestão de Operações, em especial: Catarina, Danilo, Juliana, Yovana, Thomas, Rodrigo, Larissa, Lie.

Aos professores e funcionários do departamento, em especial: Kleber, Edmundo, Fábio, Fernando, Rentes, Marcelo, Tachibana, Claudete, Laura, Luiz Fernando, Sueli e Talita.

Aos colegas do ICTE/UFTM, em especial: Bruno, Daniel, Júlio, Flávio, Heloísa, Shih, Ana Paula, Cláudia, Mário, Nelson, Rubens, Luana e Natália.

Aos colegas do UNIFEG, em especial: Gysele, Samuel, Washington, Onadir, Luciana, Tataio, Egberto, Ana Paula, Rita, Gilberto, Celso, José Lázaro, Irmã Neusa.

Aos colegas da UFU, em especial: Fabi, Marcelo, Déborah, Guilherme, Alzemar, Jamil, Luiz Fernando, Armindo, Sílvio.

Aos amigos: Carlão, Gargamel, Alessandra, Fábio Jr, Mateus e Raquel.

À minha família: meus pais: Anézia e José; meus irmãos: Cláudio, Ricardo e Denise; meus cunhados: Donizete; Sandra e Joelma e meus sobrinhos: Gustavo, Geovanna, Henrique e Rodrigo por todo apoio e compreensão das minhas ausências.

Aos profissionais que colaboraram para a coleta de dados nas empresas: Cisotto, Rocco, Victor, Rui, Tonon, Quinova, Livia, Marcos e Dani.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo pelo auxílio à pesquisa de campo e a aquisição de software e equipamentos.

“Não há fatos eternos, como não há verdades absolutas.”

Friedrich Nietzsche

Resumo

OSIRO, L. **Uso da lógica fuzzy para avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado em modelos de portfólio.** Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013, 225 p.

A gestão de fornecedores é uma atividade crítica para a gestão do desempenho de empresas inseridas em redes produtivas. O modelo de segmentação ou portfólio de compras é definido como um processo de separação de fornecedores em grupos em função de diferentes necessidades e características, requerendo diferentes tipos de relacionamentos. Esta técnica tem recebido uma atenção cada vez maior no meio acadêmico e empresarial devido a sua estrutura simples e eficaz na organização de diferentes estratégias de suprimentos. Diferentes propostas de modelos têm sido apresentadas, mas todas com grande presença de variáveis qualitativas. Embora a teoria da lógica *fuzzy* tenha se demonstrado adequada no tratamento deste tipo de variável, que tem forte presença de incerteza e imprecisão na coleta e tratamento dos dados, não há na literatura uma investigação de como um sistema de inferência *fuzzy* poderia ser utilizado em um modelo de portfólio de compras. Desta forma, este trabalho tem por objetivo a proposição de um sistema de inferência *fuzzy* para auxiliar no processo de tomada de decisão na avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado em modelos de portfólio. Busca-se contribuir com o conhecimento das pesquisas cujo tema envolve a segmentação, avaliação e desenvolvimento de fornecedores. Os procedimentos de pesquisa utilizados no trabalho podem ser agrupados em três partes: pesquisa bibliográfica, desenvolvimento do modelo quantitativo axiomático descritivo e ilustração por meio de duas aplicações práticas. A construção do modelo proposto evidenciou a grande flexibilidade do sistema de inferência, que possibilita modificações nas variáveis e nas bases de regras de acordo com os objetivos estratégicos de suprimentos. As duas aplicações práticas mostraram que os resultados das avaliações e as diretrizes para melhoria foram coerentes com as percepções dos especialistas em gestão de fornecedores das duas empresas. Os sistemas de inferência *fuzzy* demonstraram ser uma alternativa adequada no tratamento das variáveis, em grande parte qualitativas, que compõem as dimensões das matrizes de item comprado e de relacionamento com os fornecedores.

Palavras-chave: Gestão de fornecedores, Avaliação de fornecedores, Modelo de portfólio, Sistemas de inferência *fuzzy*.

Abstract

OSIRO, L. *Using fuzzy logic for supplier evaluation and development based on portfolio models*. PhD Thesis. Engineering School of São Carlos – University of São Paulo, São Carlos, 2013. 227 p.

Purchasing and buyer-supplier relationship management have become very critical activities to the performance management of organizations and supply chains. The segmentation or purchase portfolio model is defined as a process of supplier's separation in groups as a function of different needs and characteristics, requiring different kinds of relationships to create value in their exchanges. This approach has received increasing attention in the academic and business due to its simple structure and effective in organizing different supplier's approaches. Different proposals have been presented and all have great use of qualitative variables. Although the theory of fuzzy logic has been developed to the treatment of this type of variable, which has a strong presence of uncertainty and imprecision in the data collection and processing, it couldn't be found any research exploring how a fuzzy inference system could be used in purchase portfolio models. Thus, this thesis aims to propose a fuzzy inference system to aid the decision making process in the supplier assessment and development based on portfolio models. This research intends to contribute to the segmentation, evaluation and supplier development knowledge. The research procedures used in this study can be grouped into three parts: literature review, development of axiomatic descriptive quantitative model and illustration through two practical applications. The construction of the proposed model showed the great inference system flexibility allows changes in the variables and the rule bases in accordance with the supply strategic objectives. The evaluations results and improvement guidelines in two practical applications were consistent with the supply manager perceptions from both companies. The fuzzy inference systems have shown to be a suitable alternative in the treatment of the variables that make up the dimensions of the purchased items and supplier relationships matrices.

Key-words: *Supplier management, Supplier assessment, Portfolio model, Fuzzy inference systems.*

Lista de Figuras

Figura 1 – Matriz de itens comprados	31
Figura 2 – Estrutura integrada de SRM	31
Figura 3 – Análise do relacionamento com o fornecedor.....	32
Figura 4 – Estrutura integrada de SRM	48
Figura 5 – Estrutura de avaliação estratégica do material e análise dos relacionamentos de suprimentos	49
Figura 6 – Estágios de sofisticação de compras	52
Figura 7 – Posicionamentos estratégicos.....	54
Figura 8 – Modelo de portfólio	55
Figura 9 – Matriz de análise de relacionamento com fornecedores	56
Figura 10 – Gerenciamento estratégico de fornecedores das OEM japonesas.....	61
Figura 11 – Características do gerenciamento de fornecedores	62
Figura 12 – Segmentos de relação entre fornecedor e cliente	64
Figura 13 – Gerenciamento dos portfólios de relacionamento comprador-fornecedor.....	66
Figura 14 – Situações de desenvolvimento da especificação do projeto de produto	67
Figura 15 – Relacionamento para itens estratégico	70
Figura 16 – Relacionamento para itens gargalo	71
Figura 17 – Relacionamento para itens alavancados.....	71
Figura 18 – Relacionamento para itens não críticos.....	72
Figura 19 – Competencias centrais: as raízes da competitividade	73
Figura 20 – Contínuo do grau de controle e proximidade das operações.....	74
Figura 21 – Segmentação de fornecedores por centralidade da competência e custo de transação.	75
Figura 22 – Matriz do portfólio de compras sustentável.....	79

Figura 23 – Modelo genérico para o processo de desenvolvimento de fornecedor	87
Figura 24 – Modelo ISM de relacionamento entre os critérios de desenvolvimento de fornecedores.....	90
Figura 25 – Função de pertinência booleana para o conjunto encomendas atrasadas.....	93
Figura 26 – Função de pertinência <i>fuzzy</i> para o conjunto encomendas atrasadas	93
Figura 27 – Hierarquia da variável linguística cumprimento do prazo de entrega.....	95
Figura 28 – Função triangular	96
Figura 29 – Função trapezoidal	96
Figura 30 – Função gaussiana	97
Figura 31 – Relação <i>fuzzy</i> $X \times Y$ por um grafo direcionado	102
Figura 32 – Diagrama de blocos de controlador <i>fuzzy</i> (FIS)	105
Figura 33 – Grau de pertinência do termo velho	107
Figura 34 – Estrutura de uma regra	110
Figura 35 – Defuzzificação pelo centro de área (CoA).....	112
Figura 36 – Defuzzificação pelo centro dos máximos (CoM).....	112
Figura 37 – Defuzzificação pela media do máximo (MoM).....	113
Figura 38 – Defuzzificação pelo primeiro máximo (FM)	114
Figura 39 – Defuzzificação por melhor compromisso	115
Figura 40 – Influência de todos os termos na determinação do ponto de equilíbrio.....	115
Figura 41 – Situação do carro com um obstáculo no meio	116
Figura 42 – Média das contribuições das soluções possíveis para o exemplo do carro com obstáculo	116
Figura 43 – Defuzzificação por método de resultado mais plausível.....	117
Figura 44 – Estrutura teórica geral do modelo	120
Figura 45 – Modelo para avaliação e desenvolvimento da base de suprimento.....	123

Figura 46 – Análise e classificação de itens fornecidos	127
Figura 47 – Dimensão complexidade do mercado fornecedor	128
Figura 48 – Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada dos FISs	130
Figura 49 – Parâmetros das funções de pertinência da variável de saída complexidade do mercado fornecedor	132
Figura 50 – Dimensão importância da compra.....	137
Figura 51 – Parâmetros das funções de pertinência da variável de saída importância da compra.....	140
Figura 52 – Matriz de itens comprados com os padrões fornecidos pelos FISs.....	142
Figura 53 – Análise e classificação de relacionamentos	143
Figura 54 – Dimensão intensidade do relacionamento com desdobramento em fatores de coordenação e fatores de recursos e riscos estratégicos.....	146
Figura 55 – Parâmetros das funções de pertinência da variável coordenação.....	149
Figura 56 – Parâmetros das funções de pertinência da variável recursos e riscos estratégicos	153
Figura 57 – Funções de pertinência da variável de saída intensidade do relacionamento	156
Figura 58 – Dimensão atratividade relativa do fornecedor	158
Figura 59 – Parâmetros das funções de pertinência da variável de saída atratividade relativa do fornecedor	161
Figura 60 – Matriz de relacionamento com o fornecedor com os padrões fornecidos pelos FISs	166
Figura 61 – Combinação ideal dos tipos de itens comprados com os relacionamentos.....	167
Figura 62 – Item estratégico com necessidade de melhoria no relacionamento com o fornecedor	169
Figura 63 – Item avançado com necessidade de melhoria na atratividade do fornecedor ..	170
Figura 64 – Item não-crítico com a possibilidade de diminuição de recursos	170
Figura 65 – Organização do processo de compras na Empresa A.....	174
Figura 66 – Janela da variável de saída do FIS complexidade do mercado fornecedor.....	176

Figura 67 – Janela da variável de saída do FIS importância da compra	178
Figura 68 – Classificação dos itens comprados pela empresa A.....	180
Figura 69 – Janela da variável de saída do FIS Intensidade do relacionamento para o fornecedor I da empresa A.....	182
Figura 70 – Janela da variável de saída do FIS Atratividade relativa para o fornecedor I da empresa A	184
Figura 71 – Classificação dos fornecedores analisados da empresa A.....	186
Figura 72 – Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens não críticos da empresa A	187
Figura 73 - Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens gargalos da empresa A.....	188
Figura 74 - Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens estratégicos da empresa A	189
Figura 75 – Janela da variável de saída do FIS complexidade do mercado fornecedor.....	194
Figura 76 – Janela da variável de saída do FIS importância da compra	196
Figura 77 – Classificação dos itens comprados pela empresa B	198
Figura 78 – Janela da variável de saída do FIS Intensidade do relacionamento para o fornecedor I da empresa B	200
Figura 79 – Janela da variável de saída do FIS Atratividade relativa para o fornecedor I da empresa B.....	202
Figura 80 – Classificação do relacionamento com os fornecedores da empresa B.....	203
Figura 81 – Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens não críticos da empresa A	204
Figura 82 - Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens estratégicos da empresa B.....	205

Lista de Quadros

Quadro 1 – Escala de números absolutos do AHP	35
Quadro 2 – Classificação do tipo de pesquisa baseado em modelos quantitativos	40
Quadro 3 – Segmentos de fornecedores	63
Quadro 4 – Relação entre especificação e portfólio	69
Quadro 5 – Práticas de continuidade da base de suprimentos	77
Quadro 6 – Categoria do portfólio de compras revisado	78
Quadro 7 – Fatores de análise de avaliação de fornecedores.	83
Quadro 8 – Iniciativas de desenvolvimento de fornecedores	88
Quadro 9 – Levantamento teórico das variáveis de entrada do modelo	121
Quadro 10 – Etapas do modelo.....	126
Quadro 11 – Aspectos das variáveis de entrada do FIS complexidade do mercado fornecedor	129
Quadro 12 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do FIS complexidade do mercado fornecedor	130
Quadro 13 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída complexidade do mercado fornecedor	132
Quadro 14 – Bloco de regras para complexidade do mercado fornecedor.....	134
Quadro 15 – Aspectos das variáveis de entrada da importância da compra.....	138
Quadro 16 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do FIS Importância da compra.....	138
Quadro 17 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída importância da compra.....	140
Quadro 18 – Bloco de regras para importância da compra	141
Quadro 19 – Aspectos das variáveis de entrada do bloco de regras coordenação.....	147
Quadro 20 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do bloco de regras coordenação	147

Quadro 21 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída coordenação	149
Quadro 22 – Bloco de regras para Coordenação	150
Quadro 23 – Aspectos das variáveis de entrada do bloco de regras recursos e riscos estratégicos.....	151
Quadro 24 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do bloco de recursos e riscos estratégicos.....	152
Quadro 25 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída recursos e riscos estratégicos.....	153
Quadro 26 – Bloco de regras para recursos e riscos estratégicos	154
Quadro 27 – Caracterização das variáveis de entrada para intensidade do relacionamento ..	155
Quadro 28 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída intensidade do relacionamento.....	156
Quadro 29 – Bloco de regras para intensidade do relacionamento	157
Quadro 30 – Aspectos das variáveis de entrada da atratividade relativa do fornecedor	159
Quadro 31 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do FIS atratividade relativa do fornecedor.....	159
Quadro 32 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída atratividade relativa do fornecedor	162
Quadro 33 – Regras do FIS atratividade relativa do fornecedor	163
Quadro 34 – Descrição dos itens comprados analisados na empresa A.....	177
Quadro 35 - Classificação dos itens comprados pela empresa A	179
Quadro 36 – Descrição dos fornecedores analisados na empresa A	180
Quadro 37 – Relação entre fornecedores e itens fornecidos na empresa A	181
Quadro 38 – Classificação dos fornecedores analisados da empresa A	185
Quadro 39 – Descrição dos itens comprados analisados na empresa B	195
Quadro 40 – Classificação dos itens comprados pela empresa B.....	197
Quadro 41 – Descrição dos fornecedores analisados na empresa A	198

Quadro 42 – Relação entre fornecedores e itens fornecidos na empresa B.....	199
---	-----

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Determinação da complexidade do mercado fornecedor dos itens comprados pela empresa A	177
Tabela 2 – Determinação da importância da compra dos itens comprados pela empresa A..	179
Tabela 3 – Determinação da intensidade do relacionamento com os fornecedores da empresa A.....	183
Tabela 4 – Determinação da atratividade relativa dos fornecedor	184
Tabela 5 – Relação dos fornecedores de itens não críticos	187
Tabela 6 – Relação de fornecedores com itens fornecidos analisado para empresa A	190
Tabela 7 – Determinação da complexidade do mercado fornecedor dos itens comprados pela empresa B.....	195
Tabela 8 – Determinação da importância da compra dos itens comprados pela empresa B..	197
Tabela 9 – Determinação da intensidade do relacionamento com os fornecedores da empresa B.....	201
Tabela 10 – Determinação da atratividade relativa dos fornecedores da empresa B	202
Tabela 11 – Classificação do relacionamentos com os fornecedores da empresa B.....	203
Tabela 12 – Relação de fornecedores com itens fornecidos analisado para empresa A	206
Tabela 13 – Variáveis da dimensão complexidade do mercado fornecedor	235
Tabela 14 – Variáveis da dimensão importância da compra	235
Tabela 15 – Variáveis da dimensão intensidade do relacionamento	236
Tabela 16 – Variáveis da dimensão atratividade relativa do fornecedor.....	236

Lista de Abreviaturas e Siglas

AHP - *Analytic Hierarchy Process*
ANP - *Analytic Network Process*
BCG - *Boston Consulting Group*
CoA - *Center-of-Area*
CoM - *Center-of-Maximum*
CPFR - *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment*
CRM - *Customer Relationship Management*
EUA - *Estados Unidos da América*
ERP - *Enterprise Resource Planning*
FAPESP - *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*
FIS - *Fuzzy Inference System*
FLC - *Fuzzy Logic Control*
FM - *First-Maximum*
GUI - *Graphical User Interface*
ISM - *Interpretative Structural Modeling*
JIT - *Just in Time*
MoM - *Mean-of-Maximum*
MRP - *Material Requirement Planning*
OEM - *Original Equipment Manufacturer*
PPM - *Partes Por Milhão*
SCM - *Supply Chain Management*
SMART - *Simple Multi-attribute Rating Technique*
SRM - *Supplier Relationship Management*
SSCM - *Sustainable Supply Chain Management*
TBL - *Triple Bottom Line*
TQM - *Total Quality Management*
VMI - *Vendor Management Inventory*

Sumário

1	INTRODUÇÃO	29
1.1	CARACTERIZAÇÃO DO TEMA DE PESQUISA.....	29
1.2	ESTADO DA ARTE E LACUNA DE PESQUISA	33
1.3	PROBLEMA E OBJETIVO DE PESQUISA	37
1.4	PROCEDIMENTO DE PESQUISA.....	38
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	40
2	GESTÃO DA BASE DE SUPRIMENTOS.....	43
2.1	SEGMENTAÇÃO OU PORTFÓLIO DE COMPRAS	46
2.2	MODELOS DE SEGMENTAÇÃO E PORTFÓLIO DE COMPRAS	51
2.2.1	<i>Kraljic (1983).....</i>	<i>51</i>
2.2.2	<i>Olsen e Ellram (1997).....</i>	<i>55</i>
2.2.3	<i>Dyer, Cho e Chu (1998)</i>	<i>59</i>
2.2.4	<i>Bensaou (1999).....</i>	<i>63</i>
2.2.5	<i>Nellore e Söderquist (2000)</i>	<i>67</i>
2.2.6	<i>Correa (2010).....</i>	<i>72</i>
2.2.7	<i>Pagell, Wu e Wasserman (2010)</i>	<i>76</i>
2.3	CRITÉRIOS QUALITATIVOS.....	81
2.4	DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES.....	85
3	TEORIA DOS CONJUNTOS FUZZY	91
3.1	CONJUNTOS FUZZY	92
3.1.1	<i>Representação</i>	<i>93</i>
3.1.2	<i>Tipos de funções de pertinência</i>	<i>94</i>
3.1.3	<i>Operações com conjuntos fuzzy.....</i>	<i>98</i>
3.1.4	<i>Relações fuzzy.....</i>	<i>101</i>
3.2	SISTEMAS DE INFERÊNCIA FUZZY.....	105
3.2.1	<i>Variáveis linguísticas descritas por conjuntos fuzzy</i>	<i>106</i>
3.2.2	<i>Regras de inferência</i>	<i>108</i>
3.2.3	<i>Inferência fuzzy.....</i>	<i>109</i>
3.2.4	<i>Defuzzificação.....</i>	<i>111</i>
4	MODELO PROPOSTO.....	119
4.1	DETALHAMENTO DA SISTEMÁTICA PROPOSTA.....	125
4.1.1	<i>Análise e classificação de itens fornecidos</i>	<i>126</i>
4.1.2	<i>Análise e classificação de relacionamentos.....</i>	<i>143</i>

4.1.3	<i>Avaliação do fornecedor em função da classificação do item</i>	166
4.1.4	<i>Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores</i>	168
5	APLICAÇÃO PRÁTICA	173
5.1	EMPRESA A	173
5.1.1	<i>Análise e classificação de itens fornecidos</i>	175
5.1.2	<i>Análise e classificação de relacionamentos</i>	180
5.1.3	<i>Avaliação do fornecedor em função da classificação do item</i>	186
5.1.4	<i>Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores</i>	189
5.1.5	<i>Discussão dos resultados</i>	191
5.2	EMPRESA B	192
5.2.1	<i>Análise e classificação de itens fornecidos</i>	193
5.2.2	<i>Análise e classificação de relacionamentos</i>	198
5.2.3	<i>Avaliação do fornecedor em função da classificação do item</i>	204
5.2.4	<i>Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores</i>	205
5.2.5	<i>Discussão dos resultados</i>	207
6	CONCLUSÃO	209
	REFERÊNCIAS	215
	APÊNDICE A	229

1 Introdução

1.1 Caracterização do tema de pesquisa

No atual ambiente competitivo, as empresas tem se concentrado nas suas competências centrais (PRAHALAD; HAMEL, 1990) e aumentado a participação dos fornecedores na entrega de valor ao cliente (KRAUSE, 1997; COX, 2001; DUBOIS; PEDERSEN, 2002; GUNASEKARAN; PATEL; MCGAUGHEY, 2004; BALLOU, 2006; CHRISTOPHER, 2009; CORREA, 2010; CHOPRA; MEINDL, 2011; INEMEK; MATTHYSSENS, 2011). Entretanto, a gestão de fornecedores nem sempre teve grande relevância. De acordo com Richardson (1993); Dyer (1994); Trent e Monczka (1999) e Cox (2001), até a década de 1980, as empresas ocidentais mantinham uma visão tradicional no relacionamento com seus fornecedores, baseado em contratos de curto prazo. A proliferação de produtos japoneses no mercado ocidental, com qualidade superior e custos baixos, mostrou que uma vantagem competitiva poderia ser construída por meio de relações cooperativas, com contratos de longo prazo com uma base reduzida de fornecedores.

Apesar da grande quantidade de trabalhos sobre o desenvolvimento de parcerias de longo prazo com os fornecedores devido a essa invasão no mercado ocidental, Kamath e Liker (1994); Dyer, Cho e Chu (1998); Bensaou (1999); Sarkar e Mohapatra (2006) e Krajewski Ritzman e Malhotra (2009) destacam que não é viável desenvolver esse tipo de relacionamento com todos os fornecedores. O desenvolvimento de parcerias exige investimento em recursos específicos, como máquinas, equipamentos, empréstimos, treinamentos, visitas etc. Porém, os compradores tem uma escassez de recursos destinados para esta finalidade. Além disso, muitos fornecedores não desejam vender itens “customizados” para os clientes, pois preferem vender componentes padronizados em grandes volumes para diversos compradores, inclusive concorrentes. Um exemplo disso são os fabricantes de pneus na indústria automotiva. Para Bensaou (1999) e Cox (2001), o

desenvolvimento de parcerias e outros tipos de relacionamentos entre empresas dependem do poder relativo de cada parte. Desta forma, diferentes segmentos de fornecedores necessitam de diferentes tipos de relacionamentos.

O modelo de segmentação ou portfólio de compras tem recebido uma atenção cada vez maior no meio acadêmico e empresarial devido a sua estrutura simples e eficaz na segmentação da base de suprimentos (DUBOIS; PEDERSEN, 2002; GELDERMAN; WEELE, 2003; GELDERMAN; SEMEIJN (2006); SARKAR; MOHAPATRA, 2006; CANIELS; GELDERMAN, 2007; DAY MAGNAN; MOELLER, 2010; PAGELL; WU; WASSERMAN, 2010; PARK et al., 2010; LUZZINI et al., 2012; DRAKE; LEE; HUSSAIN, 2013). Day, Magnan e Moeller (2010) definem segmentação de fornecedores como um processo de separação de fornecedores em grupos com diferentes necessidades e características, requerendo diferentes tipos de relacionamentos para criar valor nas suas trocas. A categorização em diferentes portfólios possibilita uma alocação mais racional dos recursos investidos nos relacionamentos e o desenvolvimento de diferentes estratégias (abordagens) de compras (KRALJIC, 1983; OLSEN; ELLRAM, 1997; NELLORE; SÖDERQUIT, 2000; COX, 2001; LEE; DRAKE, 2010 e PARK et al., 2010). De fato, a origem e o desenvolvimento dos modelos de portfólios estiveram relacionados com decisões de investimentos e estratégias. Markowitz (1952) foi o pioneiro no uso de modelo de portfólio, com a primeira aplicação na área de gestão de investimentos. Na gestão estratégica de negócios, segundo Porter (1980), a matriz do *Boston Consulting Group* (BCG), cujos quatro portfólios são formados pela combinação das dimensões: crescimento do mercado e *Market share* relativo, tem constituído uma importante ferramenta estratégica.

A primeira aplicação do modelo de portfólio para compras foi estruturada por Kraljic (1983). A Figura 1 apresenta a matriz com os diferentes portfólios de itens fornecidos: itens não críticos, itens alavancados, itens gargalos e itens estratégicos. Eles são formados pelas combinações das dimensões complexidade do mercado fornecedor (eixo horizontal) e importância da compra (eixo vertical). Outros modelos foram desenvolvidos nos anos seguintes, mas segundo Gelderman e Semeijn (2006); Caniels e Gelderman (2007); Day, Magnan e Moeller (2010) e Luzzini et al. (2012), o tema ainda está em desenvolvimento e o modelo de Kraljic (1983) continua sendo o mais influente. Para Nellore e Söderquist (2000), o aumento da importância estratégica da gestão de compras tem aumentado o interesse de pesquisadores e gestores pelos modelos de portfólio em compras.

Figura 1 – Matriz de itens comprados
 Fonte: Kraljic (1983).

Em uma abordagem ampla do processo de gestão de suprimentos, a segmentação está na etapa de avaliação e desenvolvimento de fornecedores, em uma base de suprimento predefinida. Esta base segue o conceito de Choi e Krause (2006, p. 638): “base de suprimento é a parte da cadeia de suprimentos que é de fato gerenciada por uma empresa focal por meio de contratos e compras de materiais e serviços”. De acordo com Park et al. (2010), em uma estrutura integrada de SRM (*Supplier Relationship Management*) a segmentação ou uso do modelo de portfólio de fornecedores deve ocorrer na etapa de avaliação e desenvolvimento de fornecedores e possibilitar subsídios para uma melhoria contínua, conforme ilustrado na Figura 2. Ou seja, a segmentação da base de fornecedores deve ser realizada depois da etapa de seleção dos fornecedores, que define a composição da base de suprimento.

Figura 2 – Estrutura integrada de SRM
 Fonte: Park et al. (2010).

De acordo com Olsen e Ellram (1997); Nellore e Söderquist (2000) e Park et al. (2010), a utilização do modelo de portfólio não envolve somente a avaliação dos itens comprados em termos de duas dimensões: importância da compra e complexidade do mercado fornecedor, conforme ilustrado na Figura 1. Após esta etapa, é necessário analisar o relacionamento com o fornecedor, que envolve geralmente uma nova matriz de categorização, ilustrado na Figura 3, sendo composta pelas dimensões intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor. Por fim, após as duas análises, desenvolve-se um plano de ação para melhoria da gestão da base de suprimentos, buscando compatibilizar as características dos relacionamentos com as necessidades dos itens comprados. Desta forma, as três etapas de um modelo de portfólio de compras segundo esses autores são:

1. Análise de produtos comprados e sua classificação;
2. Análise do relacionamento com o fornecedor necessário para compra do produto;
3. Plano de ação para compatibilizar as necessidades do produto com o relacionamento com o fornecedor.

Atratividade relativa do fornecedor	alto	1	2	3
	médio	4	5	6
	baixo	7	8	9
		baixo	médio	alto
		Intensidade do relacionamento		

Figura 3 – Análise do relacionamento com o fornecedor
Fonte: Olsen e Ellram (1997).

1.2 Estado da arte e lacuna de pesquisa

De acordo com Gelderman e Weele (2003) e Luzzini et al. (2012), os modelos de segmentação ou portfólio de compras podem ser utilizados por empresas de diferentes setores. Contudo, Olsen e Ellram (1997) e Nellore e Söderquist (2000) alertam para a importância na escolha dos fatores e procedimentos de mensuração, que são os elementos mais importantes e se caracterizam pela grande carga de subjetividade, com os julgamentos dos gestores. Isso se deve a presença predominante de variáveis qualitativas na análise dos portfólios.

De acordo com levantamento de Kannan e Tan (2002) em empresas ocidentais, os critérios de seleção e avaliação que mais corroboram com o desempenho das empresas são comprometimento estratégico, honestidade e integridade, compartilhamento de informações e responsividade. Desta forma, um modelo atual precisa considerar o impacto dessas variáveis qualitativas na classificação dos fornecedores. Contudo, os autores consideram a dificuldade de mensuração das variáveis qualitativas uma barreira para sua maior utilização nas empresas. Desta forma, apesar dos autores encontrarem uma correlação entre desempenho da empresa e uso dos critérios qualitativos; de forma geral os critérios mais utilizados pelas empresas são os critérios quantitativos, como: custos, número de não conformidade, porcentagem de entregas no prazo etc.

De acordo com Sarkar e Mohapatra (2006), a presença de variáveis qualitativas nos múltiplos critérios de avaliação de fornecedores é atualmente um consenso. Grande parte das variáveis que compõem as dimensões das matrizes do modelo de portfólio é qualitativa, não pode ser avaliada com objetividade e precisão como ocorre com custos ou número de não conformidades. Sua mensuração envolve julgamentos e subjetividade dos envolvidos. A necessidade de avaliar variáveis qualitativas na classificação dos itens comprados e dos relacionamentos com os fornecedores nos modelos de portfólio de compras requer a utilização de uma técnica adequada no tratamento deste tipo de variável. Neste sentido, o Método de Análise Hierárquica - *Analytic Hierarchy Process* (AHP) tem recebido maior destaque na literatura com diversos trabalhos, como: Olsen e Ellram (1997); Lee e Drake (2010); Park et al. (2010) e Drake, Lee e Hussain (2013).

Olsen e Ellram (1997) aprimoram a matriz de portfólio de Kraljic (1983) e agregam uma nova matriz para análise do relacionamento com os fornecedores. Para ambas as matrizes, os autores sugerem a utilização do AHP para determinar o peso relativo de cada fator na intensidade de cada dimensão.

Lee e Drake (2010) propõe uma nova abordagem do modelo de portfólio de Kraljic com o uso do AHP. Nela, a importância estratégica do componente fornecido é avaliada por meio das prioridades competitivas da produção de Hayes e Wheelwright (1984): qualidade, flexibilidade, custo e entrega. Na avaliação da complexidade do mercado fornecedor ou risco de fornecimento, os autores avaliam apenas o tamanho da empresa fornecedora e a estrutura do mercado (monopólio, oligopólio ou concorrência perfeita).

Em complemento ao trabalho seminal de Fisher (1997), que propõem estratégias de cadeia de suprimento distintas para produtos funcionais e inovadores, Drake, Lee e Hussain (2013) propõem um modelo de portfólio de compras, baseado no modelo de Kraljic (1983). Os critérios que formam as dimensões da matriz são analisados por meio do AHP.

Park et al. (2010) apresentam uma estrutura integrada de SRM cujo módulo de avaliação e desenvolvimento de fornecedores utiliza os modelos de portfólio de Kraljic (1983) e de Olsen e Ellram (1997). Essa proposta adiciona ainda a etapa de avaliação de fornecedores que é realizada com fatores de desempenho, capacidade e relacionamento, em uma aplicação do AHP na comparação das diferentes opções de fornecedores. Contudo, o trabalho não detalha a utilização de nenhuma ferramenta de análise multicritério nas etapas de avaliação dos componentes fornecidos e avaliação de relacionamento. Ele apenas detalha a utilização do AHP na etapa de avaliação dos fornecedores.

Segundo Dyer (1990); Smith e Von Winterfeldt (2004) e Costa e Vansnick (2008), embora a utilização do AHP tenha se multiplicado desde os trabalhos iniciais de Saaty nos anos 1970's, paralelamente, o método tem recebido diversas críticas na literatura, sob diferentes perspectivas. A reversão de classificação (*rank reversal*), descrita por Belton e Gear (1983), é uma das principais críticas. De acordo com os autores, a classificação das alternativas determinadas pelo AHP pode ser alterada pela adição de uma nova alternativa no problema.

Dyer (1990) enfatiza o problema da reversão de classificação, ao afirmar que os resultados produzidos pelo AHP são arbitrários. Ele apresenta um exemplo em que três alternativas são classificadas na sequência $B > A > C$ pelo AHP. Entretanto, quando é realizada a adição de uma quarta alternativa, D, que é uma cópia exata de C (tendo uma avaliação idêntica em todos os atributos, ou seja, $C = D$), as alternativas passam a ser classificadas na sequência $A > B > C = D$, ou seja, a introdução de uma alternativa irrelevante causa a troca da ordem de A e B.

A conversão de um termo linguístico em um valor numérico na escala de 1 a 9 é outra crítica encontrada na literatura (GOODWIN; WRIGHT, 2004). No AHP, o julgamento do

especialista é automaticamente convertido em um valor numérico, na escala de 1 a 9 conforme o Quadro 1. Se ele julgar que a opção “A” é fracamente mais importante que “B”, pela escala de conversão, o AHP assumirá que “A” é três vezes mais importante que “B”, mas isso pode não ser o caso, pois incertezas e imprecisões estão presentes no julgamento. Uma situação de inconsistência na escala, descrita pelos autores, seria considerar “A” quatro vezes mais importante que “B” e “B” quatro vezes mais importante que “C”, pela lógica, então “A” deveria ser 16 vezes mais importante que “C”, mas isso não é possível na escala do AHP. Enfim, diversos autores como: Belton e Gear (1983); Dyer (1990); Salo e Hømøløinen (1997) e Smith e Winterfeldt (2004) não aceitam a maneira subjetiva que os julgamentos são convertidos para a escala de números absolutos do AHP.

Quadro 1 – Escala de números absolutos do AHP

Intensidade da importância	Definição
1	Mesma importância
2	Valor intermediário
3	Fraco ou levemente
4	Valor intermediário
5	Fortemente importante
6	Valor intermediário
7	Importância muito grande
8	Valor intermediário
9	Extremamente importante

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

Diante das críticas ao AHP, torna-se interessante a utilização de um método alternativo no modelo de portfólio de compras, para o tratamento das variáveis qualitativas, que carregam grande carga de subjetividade. De acordo com Zadeh (1973, 1975); Zimmermann (2001) e Bojadziev e Bojadziev (2007), em situações como esta, a lógica tradicional (booleana) não se mostra adequada. Problemas de negócios com variáveis qualitativas tem um tratamento mais adequado com a lógica *fuzzy*.

Essas variáveis na lógica *fuzzy* podem ser chamadas de variáveis linguísticas. Para Zadeh (1975), variáveis linguísticas são aquelas cujos valores são palavras ou sentenças em uma linguagem natural ou artificial. Segundo Freksa¹ (1982) apud Zimmermann (2001, p.

¹ FREKSA, C. (1982). **Linguistic description of human judgments in expert systems and in the soft sciences**. Louisville, KY: Social General System Research.

203), resultados empíricos sugerem que representações naturais, especialmente linguísticas, do campo das observações cognitivas são mais informativas e confiáveis que as representações arithmomórficas. A lógica *fuzzy* permite o uso das variáveis qualitativas na mesma linguagem dos especialistas e usuários. Elas são representadas por diversas funções de pertinência em conjuntos *fuzzy*.

Ao invés de fazer a conversão para uma escala absoluta de números de 1 a 9, como no AHP, as variáveis linguísticas carregam a incerteza e imprecisão nos conjuntos *fuzzy*. No sistema de inferência *fuzzy* - *Fuzzy Inference Sytem* (FIS), as operações com regras de inferência consideram essas incertezas e imprecisões.

As regras que formam a base de conhecimento de um sistema *fuzzy* são de fácil compreensão para os profissionais envolvidos com suprimentos, pois elas utilizam termos linguísticos naturais. Isso possibilita uma discussão focada em um objeto comum. De acordo com González-Benito (2007), as competências de compras devem estar alinhadas e contribuir para melhoria dos objetivos da estratégia de negócio da empresa. Desta forma, as variáveis qualitativas devem ser avaliadas considerando os objetivos estratégicos de negócio da empresa.

As regras de inferência no FIS permitem um desenvolvimento incremental da base de conhecimento (ZIMMERMANN, 1991). Esse aspecto é importante para a melhoria contínua, pois a adição de novos elementos na análise pode ser feita sem grandes modificações nos elementos já presentes no sistema.

Apesar dessas virtudes, não foram encontrados trabalhos que tivessem essa proposta de utilização da lógica *fuzzy* na gestão de diferentes segmentos da base de fornecedores. Para Amid, Ghodsypour e O'Brien (2011), a técnica é interessante para a seleção de fornecedores, que é um problema de decisão multicritério com incerteza e imprecisão nas entradas de dados. Unahabhokha, Platts e Tan (2007) e Ganga e Carpinetti (2011) propõem modelos para predição do desempenho na área de suprimentos utilizando a lógica *fuzzy*. Entretanto, não foi encontrado na literatura um modelo que utilizasse a lógica *fuzzy* na mensuração das variáveis e enquadramento de componentes e fornecedores nos diferentes segmentos das matrizes dos modelos de portfólio de compras.

Em um trabalho de revisão da literatura, Ho, Xu e Dey (2010) investigam as abordagens de decisão multicritério para seleção e avaliação de fornecedores. Dos 78 artigos estudados, entre os anos 2000 e 2008, apenas doze utilizavam a lógica *fuzzy*, sendo nove com uma abordagem integrada com outra técnica, como AHP, análise de agrupamento (*cluster analysis*), programação por metas (*goal programming*) e o SMART (*Simple Multi-attribute*

Rating Technique). Porém, nenhum desses doze trabalhos se aplica a avaliação e desenvolvimento de fornecedores em diferentes segmentos, pois o principal foco desses doze trabalhos é o problema de seleção de fornecedores e não a gestão e a melhoria contínua destes.

1.3 Problema e objetivo de pesquisa

Este trabalho tem por objetivo a proposição de um sistema de inferência *fuzzy* para auxiliar no processo de tomada de decisão na avaliação e desenvolvimento de fornecedores. Busca-se contribuir com o conhecimento das pesquisas cujo tema envolve a segmentação, avaliação e desenvolvimento de fornecedores. Sua proposta está no desenvolvimento de um modelo compatível com as etapas evidenciadas por Kraljic (1983); Olsen e Ellram (1997) e Nellore e Söderquist (2000). A composição das dimensões das matrizes de produtos comprados e de relacionamento com os fornecedores são analisados por meio de variáveis qualitativas, que apresentam crescente relevância na seleção e avaliação de fornecedores (CHERAGHI; DADASHZADEH; SUBRAMANIAN, 2004). O tratamento dessas variáveis utiliza a lógica *fuzzy*, que se mostra uma alternativa bastante relevante dentro deste contexto, com a presença de incerteza e imprecisão na coleta de dados. A avaliação destas variáveis deve fornecer *inputs* para ações de melhoria na gestão de base de suprimento.

A utilização de um sistema *fuzzy* baseado no conhecimento e experiência dos profissionais da empresa, envolvidos com compras, cria uma sistemática de análise dos diversos elementos e suas relações para uma segmentação e gestão diferenciada da base de suprimentos. De acordo com Unahabhokha, Platts e Tan (2007), um sistema *fuzzy*, no contexto gerencial, possibilita aos desenvolvedores e usuários uma excelente visão do processo analisado. Além disso, segundo Zimmermann (2001), a lógica do sistema *fuzzy* baseado em regras permite uma flexibilidade do sistema diante de problemas complexos, pois melhorias incrementais no modelo podem ser feitas com simples adição de regras suplementares. Enquanto para o AHP, a adição de uma nova variável leva a uma trabalhosa sessão de julgamentos aos pares da nova variável com todas as demais, além do risco do problema da reversão de classificação (*rank reversal*).

1.4 Procedimento de pesquisa

Os procedimentos de pesquisa utilizados no trabalho podem ser agrupados em três partes: pesquisa bibliográfica, desenvolvimento do modelo quantitativo e ilustração por meio de estudo de caso.

Antes do desenvolvimento da proposta, que é um modelo quantitativo, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os temas pertinentes a pesquisa. De acordo com Hart (1998) e Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é feita com base em material já publicado, constituindo a fundamentação teórica para a elaboração de uma tese ou dissertação, que identificará o estado da arte referente ao tema. Neste trabalho, os temas: gestão de fornecedores, segmentação e portfólio de compras, estratégia de cadeia de suprimento e lógica *fuzzy* foram estudados em livros, artigos de periódicos e anais de eventos científicos, teses, dissertações, jornais e anuários de organizações setoriais e documentos disponibilizados na internet.

Na segunda parte, a pesquisa utilizou um modelo quantitativo baseado na lógica *fuzzy* para descrever as relações entre diversas variáveis envolvidas na gestão estratégica de suprimentos. Morabito e Pureza (2010, p. 167) definem modelos quantitativos da seguinte forma:

Modelos quantitativos são modelos abstratos descritos em linguagem matemática e computacional, que utilizam técnicas analíticas (matemáticas, estatísticas) e experimentais (simulação) para calcular valores numéricos das propriedades do sistema em questão, podendo ser usados para analisar os resultados de diferentes ações possíveis no sistema.

De maneira semelhante, para Bertrand e Fransoo (2009), modelos quantitativos são baseados em um conjunto de variáveis atuando dentro de um domínio específico, enquanto relações quantitativas e causais são definidas entre essas variáveis. A pesquisa baseada em modelos quantitativos pode ser classificada como uma abordagem de geração de conhecimento racional (MEREDITH et al., 1989). Ela está baseada na afirmação que se pode construir modelos quantitativos que expliquem partes do comportamento de um processo operacional real ou pode capturar parte destes problemas enfrentados pelos gestores no cenário real.

Bertrand e Fransoo (2002) classificam as pesquisas em gestão de operações, que utilizam modelos quantitativos em duas classes: axiomática e empírica. A pesquisa axiomática é primariamente dirigida por modelos idealizados, em que a preocupação do pesquisador é obter soluções dentro do modelo definido e ter certeza que essas soluções possibilitam esclarecer a estrutura do problema definido no modelo. Ela produz

conhecimento sobre o comportamento de determinadas variáveis do modelo, baseada em premissas sobre o comportamento de outras variáveis do modelo. O ponto de partida da pesquisa axiomática é a descrição do modelo conceitual, formado com uma extensa pesquisa bibliográfica sobre o problema ou processo em questão. O modelo quantitativo, que deve representar a situação ou problema real, deve se basear neste modelo conceitual. No modelo são utilizadas ferramentas matemáticas, estatísticas e computacionais para análise das relações entre as variáveis.

A pesquisa axiomática quantitativa pode ser classificada em descritiva ou normativa. A pesquisa axiomática normativa está primariamente interessada em desenvolver políticas, estratégias e ações. Isso é buscado com a finalidade de melhorá-las a partir dos resultados disponíveis na literatura existente; ou para encontrar soluções ótimas para um novo problema definido; ou para comparar várias estratégias destinadas a um problema específico. Já a pesquisa axiomática descritiva está primariamente interessada em analisar um modelo, que leva ao entendimento e explicação de características do modelo (processo). De maneira geral, o estudo de um processo pode ser considerado descritivo, enquanto o estudo de um problema pode ser considerado pesquisa normativa.

A segunda classe de pesquisas que utilizam modelos quantitativos em gestão de operações, definidos por Bertrand e Fransoo (2002) é a empírica. A pesquisa empírica é primariamente dirigida por descobertas e leituras empíricas. A preocupação do pesquisador é garantir que o modelo represente de forma adequada as observações e ações do cenário real. Da mesma forma que a pesquisa axiomática, a pesquisa empírica pode ser normativa ou descritiva. A pesquisa empírica normativa está interessada em desenvolver políticas, estratégias e ações para melhorar a situação atual. Já a pesquisa empírica descritiva é primariamente interessada em criar um modelo que descreve adequadamente relações causais existentes na realidade, que levam ao entendimento do processo analisado.

Desta forma, o presente trabalho se enquadra em uma pesquisa quantitativa axiomática descritiva, conforme ilustrado no Quadro 2. Axiomática porque seu modelo conceitual foi delineado a partir de uma extensa revisão da literatura. Sua construção foi fundamentalmente teórica, com a revisão e contribuição de diversos modelos de segmentação e portfólio de compras disponíveis na literatura. A identificação das variáveis foi baseada no estudo desses modelos existentes e suas relações foram analisada por meio da lógica *fuzzy*. O trabalho tem caráter descritivo, pois a estrutura básica do modelo de portfólio de compra já foi apresentada e trabalhada na literatura por diversos autores, não foi desenvolvida uma nova estratégia (característica da pesquisa normativa). Contudo, nesta pesquisa foi utilizada a lógica *fuzzy*

para descrever as relações entre as variáveis que compõem as dimensões do modelo. Além disso, novas variáveis e perspectivas foram analisadas nas etapas do modelo genérico de portfólio de compra.

Quadro 2 – Classificação do tipo de pesquisa baseado em modelos quantitativos

	Descritiva (D)	Normativa (N)
Empírica (E)	ED	EN
Axiomática (A)	AD	AN

Fonte: Adaptado de Bertrand e Fransoo (2002).

A ilustração de aplicação do modelo quantitativo foi por meio de duas aplicações práticas. Desta forma, com a finalidade de mostrar o funcionamento parcial da proposta de portfólio de comprar em um cenário real, as duas aplicações práticas foram desenvolvidas em duas grandes empresas de manufatura. A parametrização do sistema *fuzzy*, que inclui a definição das variáveis e suas respectivas funções de pertinência, a definição das regras de inferência etc., foi baseada no levantamento da literatura. Já a avaliação de itens e fornecedores para entrada de dados no sistema fuzzy foi feita por especialistas da gestão de fornecedores dessas grandes empresas. Apenas alguns itens e fornecedores foram analisados, pois a finalidade foi apenas ilustrar o funcionamento do sistema.

Nas aplicações práticas, também foram realizadas as avaliações da proposta. Sua eficácia na avaliação e desenvolvimento de fornecedores foi avaliada pelos especialistas das empresas na gestão da base de suprimentos. Esta avaliação se baseou nos processos de análise e classificação de itens comprados; análise e classificação dos relacionamentos de fornecimento e principalmente no fornecimento de diretrizes para compatibilizar as necessidades dos itens comprados com o relacionamento com o fornecedor.

1.5 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. A seguir, estes são apresentados brevemente:

Capítulo 1 - Introdução: o primeiro capítulo apresenta a caracterização do tema de pesquisa, o estado da arte e a lacuna a ser explorada, o problema e objetivo de pesquisa, os procedimentos de pesquisa e a estrutura do trabalho;

Capítulo 2 - Gestão da base de suprimentos: este capítulo de revisão bibliográfica apresenta os tópicos relacionados ao contexto de aplicação do modelo quantitativo que é a gestão da base de suprimentos. Ele está dividido em: segmentação e portfólio de compras, modelos de segmentação e portfólio de compras; critérios qualitativos e desenvolvimento de fornecedores;

Capítulo 3 - Teoria dos conjuntos *fuzzy*: este capítulo de revisão bibliográfica apresenta os tópicos relacionados à técnica utilizada para construção do modelo quantitativo que foi a lógica *fuzzy*. Ele está dividido em: sistemas especialistas, conjuntos *fuzzy* e sistemas de inferência *fuzzy*;

Capítulo 4 – Proposta: este capítulo apresenta o modelo quantitativo voltado para segmentação da base de fornecedores, com a utilização da lógica *fuzzy*. Nele o detalhamento da sistemática proposta está dividido nas suas quatro etapas;

Capítulo 5 – Aplicação prática: este capítulo apresenta os estudos de caso referentes à aplicação do modelo proposto com dados de grandes empresas. Ele está dividido em: empresa A e empresa B. A estrutura de apresentação da aplicação do modelo nas duas empresas segue a mesma estrutura de apresentação do modelo no capítulo 4.

Capítulo 6 – Conclusão: neste capítulo, as contribuições, limitações e possibilidades de trabalhos futuros são discutidas.

2 Gestão da base de suprimentos

O avanço tecnológico, cada vez mais acelerado, cria diversas oportunidades para as empresas, pois vantagens competitivas podem ser conquistadas com inovações. Por outro lado, estas oportunidades podem transforma-se em risco quando não aproveitadas adequadamente. Segundo Correa (2010); Galantine (2012); Lema; Quadros e Schmitz (2012); Luzzini et al. (2012), a evolução tecnológica tem aumentado a importância da gestão de suprimentos, pois dominar de maneira competitiva todos os processos necessários para entrega de valor a um consumidor final não é só uma tarefa impossível, como necessita cada vez mais de uma maior participação de fornecedores. Para Krause, Handfield e Tyler (1998); Cox (2001); Kannan e Tan (2002); Gunasekaran, Patel e Mcgaughey (2004); Ballou (2006); Prajogo et al. (2012), as empresas estão cada vez mais focando seus recursos nas suas competências centrais (PRAHALAD; HAMEL, 1990) e terceirizando as demais atividades; a participação dos fornecedores no desenvolvimento e na produção de seus produtos está cada vez maior. Isso aumenta a importância de uma efetiva seleção e gestão dos fornecedores.

De acordo com Talluri e Sarkis (2002); Dubois e Pedersenn (2002) e Luzzini et al. (2012), gestores de empresas e pesquisadores estão cada vez mais aumentando a importância estratégica das decisões de compras. Seu impacto na lucratividade tem aumentado, com a maior participação dos itens comprados no custo total do produto vendido. Atualmente, cerca de 50% a 70% dos gastos de um fabricante ocorrem no processo de aquisição (GHODSYPOUR; O'BRIEN, 1998; CHOPRA; MEINDL, 2011, PRAJOGO et al., 2012); há algumas décadas atrás, essa parcela era apenas 20% (CHOPRA; MEINDL, 2011).

Mais importante que a participação dos fornecedores no custo total do produto final, a participação na entrega de valor ao cliente final também tem aumentado (KRAUSE, 1997; CHOI; KRAUSE, 2006; GONZÁLEZ-BENITO, 2007; LEMA; QUADROS; SCHMITZ, 2012). Essa preocupação com a entrega de valor para o consumidor é um princípio que norteia a gestão da qualidade (CARVALHO, 2005; ROBINSON; MALHOTRA, 2005; FOSTER, 2008; KAYNAK; HARTLEY, 2008; CARPINETTI, 2010; CARPINETTI;

MIGUEL; GEROLAMO, 2011). Juran (2009) afirma que todo produto tem como meta atender as necessidades dos clientes finais, minimizando os custos combinados e enfrentando os concorrentes. A otimização desses fatores só é possível com a integração dos diversos departamentos dentro da empresa; e de uma forma mais abrangente, com a integração de diversas empresas envolvidas na produção do produto. A colaboração entre fornecedor e cliente seja, internamente, entre diferentes funções, ou externamente, entre diferentes organizações, é essencial para a otimização das metas de um produto. Da mesma forma, a gestão da cadeia de suprimentos tem o foco no consumidor final (FISHER, 1997; VAN HOEK, 1998; BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2007; CHRISTOPHER, 2007; CORREA, 2010). Para Gattorna (2009), o grande desafio da gestão de cadeias de suprimentos é seu alinhamento dinâmico de todos os atores focado nas necessidades dos clientes.

Apesar ser de trabalhada atualmente em temas amplos de pesquisa como cadeia de suprimentos e gestão da qualidade, a gestão de fornecedores não era uma questão de pesquisa muito relevante até os anos 1980's. Segundo Richardson (1993); Dyer (1994); Trent e Monczka (1999) e Cox (2001), até esse período, a visão tradicional de relacionamento de curto prazo com o fornecedor era predominante. Para Richardson (1993), os modelos de estrutura de mercado da microeconomia incentivaram essa postura ao evidenciar os riscos associados a um mercado fornecedor concentrado, com poucos fornecedores, como monopólio e oligopólio. Outro fator que contribuiu para pouca relevância da gestão de fornecedores foi o paradigma da produção em massa. De acordo com Womack e Jones (2004), na Era da Produção em Massa, a eficiência e consequente diminuição dos custos foram realizadas com a busca pela especialização na execução de cada tarefa. Desta forma, a especialização funcional era norteador da estruturação das empresas. O arranjo físico nas fábricas era determinado pelas funções executadas. Os departamentos eram organizados por função: produção, vendas, finanças, recursos humanos etc. A falta de uma abordagem por processo, devido à ênfase funcional, levou a Ford Motor Company de Henry Ford a tornar-se uma gigantesca corporação altamente verticalizada. A Ford não apenas montava os automóveis, mas fabricava e executava praticamente tudo que era necessário para o produto chegar ao consumidor.

Richardson (1993); Dyer (1994); Trent e Monczka (1999) e Cox (2001) afirmam que a postura das empresas ocidentais diante dos fornecedores passou por uma transformação quando seu mercado sofreu uma proliferação de produtos japoneses com níveis de qualidade superior e custos mais baixos. De acordo com Liker e Choi (2004), nos anos 1980's, as

empresas japonesas tiveram grande repercussão com o sistema *Lean Manufacturing*, cujo relacionamento com os fornecedores é muito mais importante e intenso que na época da produção em massa. Nas *Keiretsus*, em que o controle acionário do Fabricante de Equipamento Original, *Original Equipment Manufacturer* (OEM), e fornecedores são comuns, grande parte dos custos e valor do produto final é de responsabilidade direta dos fornecedores que participam do desenvolvimento do produto final. A parcela de elementos do produto final produzida e desenvolvida por uma montadora foi diminuída (VAN HOEK, 1998; LIKER; CHOI, 2004; WOMACK; JONES, 2004; CORRÊA, 2010). Nesse modelo, o OEM tem se concentrado cada vez mais na sua competência central, relacionada à montagem do produto, deixando a fabricação de diversos módulos e elementos sob-responsabilidade dos fabricantes de sistemas (DYER; CHO; CHU, 1998; VAN HOEK, 1998; AMARAL; TOLEDO, 2000; LIKER; CHOI, 2004; DORAN, 2004; CERRA; MAIA; ALVES FILHO, 2007; LOCKSTRÖM et al., 2010; GALANTINE, 2012).

Devido às vantagens do modelo de gestão de fornecedores por meio de parceria das empresas japonesas em relação à forte integração vertical das empresas ocidentais, diversos trabalhos acadêmicos e revistas especializadas sugeriram uma mudança na estratégia de suprimento: de uma abordagem focada no curto-prazo (*arms-length*) para parcerias de longo prazo (BENSAOU, 1999). Contudo, diversos autores apontam limitações na gestão da base de suprimentos por meio apenas de parceria de longo prazo. Para Cox (2001), este modelo japonês só é possível para organizações que gozam de uma posição de poder igual ou maior que os fornecedores na cadeia de suprimentos. Para Dyer, Cho e Chu (1998); Bensaou (1999); Cannon e Perreault (1999); Hayes et al. (2008), parcerias estratégicas criam novos valores, mas tem alto custo de desenvolvimento e manutenção, além disso, são arriscados por exigir investimentos em ativos específicos no relacionamento.

Nas *Keiretsus*, o relacionamento entre a montadora e seus fornecedores é bastante próximo e duradouro, com elevado grau de confiança, comprometimento e envolvimento. Entretanto, Dyer, Cho e Chu (1998) destacam, em uma análise detalhada, que o sucesso do modelo japonês de gestão de fornecedores não está baseado apenas nos intensos relacionamentos das *Keiretsus*, cujos fabricantes de autopeças suprem as montadoras com módulos customizados de grande valor de forma exclusiva, como sistemas de freios, suspensão, gerenciamento do motor etc. Para os autores, além desses, os OEMs precisam de fornecedores de itens padronizados, *commodities*, como baterias, pneus, fusíveis etc. Esses itens precisam ser produzidos em grande escala para diminuição dos custos de produção e aumento da competitividade dos fabricantes. Contudo, esse volume de produção só é obtido

com o fornecimento para diversos clientes que não desejam um relacionamento intenso, com troca de informações confidenciais, com um fornecedor comum ao seu maior concorrente. Desta forma, a gestão da base de fornecedores, deve ser segmentada em diferentes portfólios, cada um com diferentes prioridades. Esta separação de dois diferentes tipos de fornecedores está em concordância com as formas de vantagem competitiva em uma cadeia de suprimentos, que pode ser em valor, com alto nível de serviço e customização; ou de custo, baseado em economias de escala e “curva de experiência” (CHRISTOPHER, 2009).

Outros autores como Kraljic (1983); Olsen e Ellram (1997); Cannon e Perreault (1999); Cox (2001); Hayes et al. (2008); Gattorna (2009); Krajewski; Ritzman e Malhotra (2009); Correa (2010); Chopra e Meindl (2011) e Luzzini et al. (2012) também alertam para necessidade de diferentes abordagens e evitar um tratamento comum no gerenciamento da base de fornecedores, composta por empresas com as mais diversas características, fornecendo diversos tipos de componentes.

Este capítulo apresenta a revisão teórica sobre o uso modelo de portfólio na gestão da base de fornecedores. Sua estrutura está dividida em quatro seções. A primeira discute em que etapa, do amplo processo de gestão de relacionamento com fornecedores (SRM), o modelo de segmentação ou portfólio de compras deve ser utilizado. A segunda seção apresenta e discute os diferentes modelos de portfólios referenciados pela literatura. A terceira analisa o aumento da relevância dos critérios qualitativos na avaliação de fornecedores. Por fim, a quarta discute o processo de desenvolvimento de fornecedores. Desta forma, esta revisão mostra a teoria sobre os modelos de portfólio de compras, contextualiza a importância das variáveis qualitativas na avaliação de fornecedores e apresenta uma visão sobre as atividades de desenvolvimento de fornecedores, que são importantes para construção e fundamentação do modelo baseado na lógica *fuzzy*.

2.1 Segmentação ou portfólio de compras

A segmentação da base de fornecedores ou modelo de portfólio de compras é uma prática utilizada nas empresas e estudada na literatura com objetivo de fornecer diferentes abordagens de estratégias de suprimentos diante da diversidade de fornecedores (CANNON; PERREAULT, 1999; DUBOIS; PEDERSEN, 2002; GELDERMAN; VAN WEELE, 2003; GELDERMAN; VAN WEELE, 2005; DAY; MAGNAN; MOELLER, 2010; LEE; DRAKE,

2010; LUZZINI et al. 2012). A segmentação da base de fornecedores deve ser construída de maneira a respeitar diferentes formas de criação de valor nas relações de suprimento. Esta prática é uma avaliação da base de fornecedores que serve para diversos propósitos. Ela auxilia nas decisões de alocação de recursos escassos (recursos humanos, tecnológicos, ativos físicos etc.) em determinadas relações, com o propósito de obtenção de vantagens competitivas por meio do trabalho conjunto. Com uma melhor compreensão das imperfeições dos mercados, a abordagem diferenciada também pode proporcionar a diminuição do oportunismo dos fornecedores. A categorização deve ser flexível para permitir plena evolução das relações com os fornecedores, não ficando restrita a uma determinada classificação (DAY; MAGNAN; MOELLER, 2010).

Segundo Wagner e Johnson (2004) e Luzzini et al. (2012), um portfólio estratégico de fornecedores é um conjunto de relacionamentos de suprimento montado por uma empresa com a intenção de gerenciar os riscos e aperfeiçoar o retorno, com as atividades de gestão envolvendo não apenas relacionamentos individuais com fornecedores, mas um portfólio como um grupo. Originalmente, o modelo de portfólio foi proposto por Markowitz (1952) na gestão de risco combinando diferentes opções financeiras. Nesta aplicação, a gestão de portfólio objetivava uma melhor combinação de risco e retorno nos investimentos. De acordo com Porter (1980) e Olsen e Ellram (1997), esses modelos também tiveram grande relevância em decisões estratégicas no apoio à alocação de recursos escassos entre unidades organizacionais, a mais famosa é a Matriz BCG (*Boston Consulting Group's*). Aplicado na base de fornecedores de uma empresa, com o primeiro modelo proposto por Kraljic (1983), ele permite uma gestão mais apropriada do poder e da dependência nos diferentes relacionamentos. Nos segmentos em que o comprador tem maior dependência, a gestão deve ser mais cautelosa, enquanto nos segmentos menos estratégicos, um maior poder de barganha pode ser exercido para conquistar vantagens no relacionamento. A segmentação de fornecedores pode ser um pré-requisito na gestão de relacionamento, usado para avaliação de fornecedores. A gestão de risco e a racionalização do valor das trocas são objetivos do modelo de portfólio (DAY; MAGNAN; MOELLER, 2010).

De acordo com Correa (2010), semelhante à Gestão de Relacionamento com clientes *Customer Relationship Management* (CRM), sistema que segmenta a base de clientes da empresa para uma gestão mais eficiente dos relacionamentos com os consumidores, na Gestão de Relacionamento com fornecedores *Supplier Relationship Management* (SRM), a base de suprimentos é segmentada para possibilitar uma gestão de relacionamento mais

adequada em cada segmento, de maneira a otimizar o uso dos recursos e os resultados das interações entre a empresa e seus fornecedores.

Comparado com o CRM, a quantidade de estudos sobre o SRM é pequena. Além disso, as pesquisas sobre sistemas SRM têm focado somente questões específicas como: estratégia de compras, seleção de fornecedores, colaboração e desenvolvimento de fornecedores. Diante da escassez de trabalhos que abordam o SRM de maneira integrada, Park et al. (2010) propõem uma estrutura integrada de SRM. A Figura 4 apresenta resumidamente a estrutura proposta pelos autores, com destaque para o módulo de avaliação e desenvolvimento de fornecedores. Este módulo é composto por três etapas: avaliação estratégica do material; análise dos relacionamentos de suprimentos e definição dos programas de melhoria para diferentes grupos de fornecedores.

Figura 4 – Estrutura integrada de SRM
Fonte: Adaptado de Park et al. (2010).

O módulo de avaliação e desenvolvimento de fornecedores da estrutura integrada de SRM proposto por Park et al. (2010) é de fato uma utilização de etapas dos modelos de portfólio de compras de Kraljic (1983) e Olsen e Ellram (1997), conforme ilustrado na Figura 5. As três atividades realizadas no módulo estão presentes em diversas propostas de portfólio de compras. Nellore e Söderquist (2000) as identificam e listam na seguinte forma:

1. Análise de produtos e sua classificação;
2. Análise dos relacionamentos de fornecimento requeridos para entregar os produtos;

3. Planos de ação necessários para compatibilizar as necessidades dos produtos com os relacionamentos de suprimentos.

Estas três atividades são equivalentes às etapas do módulo de avaliação de desenvolvimento de fornecedores da proposta de estrutura integrada de SRM de Park et al. (2010), mostrada na Figura 4. Assim, o modelo de portfólio de compras é importante elemento gestão de relacionamento de fornecimento. Ele está situado após a seleção de fornecedores e definição das diretrizes de colaboração e antes das ações de melhoria contínua. Em suas relações, fornece informações para a melhoria contínua dos relacionamentos, assim como ajustes nos módulos de seleção e colaboração.

Figura 5 – Estrutura de avaliação estratégica do material e análise dos relacionamentos de suprimentos
Fonte: Adaptado de Park et al. (2010).

Apesar das três etapas serem comuns na aplicação de diversos modelos, algumas propostas encontradas na literatura, como Gelderman e Van Weele (2003); Correa (2010);

Pagell; Wu; Wasserman (2010) e Lee e Drake (2010), ficam restritas apenas a primeira, de análise e classificação dos itens comprados. Isso contribui para algumas críticas voltadas para falta de diretrizes para uma gestão integrada, que seriam trabalhadas nas etapas dois e três.

Para Dubois e Pedersen (2002), o modelo de portfólio de compras tem recebido bastante atenção nos meios empresarial e acadêmico nas últimas duas décadas, devido a sua simplicidade de aplicação e seu foco na relação de poder e dependência. Contudo, os autores levam em consideração essas mesmas virtudes para criticar o modelo. Para eles, o modelo de portfólio de compras, devido a sua simplicidade e ao contexto de compras, falha em capturar aspectos vitais da relação entre comprador e fornecedor. Ele está baseado na distinção entre duas dimensões, uma interna e outra externa. Entretanto, não se pode fazer essa distinção, pois elas não são independentes uma da outra; além disso, a limitação da fronteira de uma empresa restringe o potencial de ganhos de uma visão mais abrangente da empresa. Ele também está fortemente baseado no balanço de poder e dependência na relação, estimulando a exploração do comprador quando este tiver o poder e a minimização de riscos quando estiver na dependência.

Em defesa do uso dos modelos de portfólio de compras, em termos de aplicações práticas, Gelderman e Van Weele (2005) afirmam que as críticas ao modelo de portfólio não incluem experiências no meio empresarial. Elas são baseadas apenas em comparações teóricas. Os autores realizaram um levantamento com empresas holandesas e encontraram uma relação positiva entre o uso de portfólio de fornecedores com o nível de profissionalismo dos profissionais de compras e a importância gerencial desta função dentro da organização. Desta forma, eles afirmam que o uso desta ferramenta em uma empresa é sinal de uma maior sofisticação na gestão de compras.

Em levantamento com empresas de diversos setores no Reino Unido, Cox e Watson (2004) classificaram o portfólio de compras como a segunda ferramenta mais popular aplicada na melhoria da eficiência de compras. Com uma parcela de 33% das empresas pesquisadas, a técnica só é menos utilizada que a avaliação de fornecedores com 40% da amostra.

Para Day, Magnan e Moeller (2010), a segmentação da base de fornecimento precisa ser mais estudada para prover maior apoio para o processo de desenvolvimento de fornecedores. Neste contexto Wagner e Johnson (2004), defendem que a gestão de portfólio de fornecedores precisa de melhores ferramentas qualitativas e quantitativas.

Day, Magnan e Moeller (2010), ao constatar que poucos trabalhos sobre segmentação de fornecedores foram realizados considerando o posicionamento estratégico da empresa em

sua cadeia de suprimentos, evidencia uma questão chave para tratar as limitações do modelo de portfólio e suas críticas: a gestão de cada portfólio e as relações de interdependência devem estar subordinadas a estratégia da cadeia de suprimentos e a estratégia competitiva da empresa. Desta forma, a importância relativa de diferentes variáveis nas dimensões das matrizes, a análise da relação com os fornecedores e a determinação de diretrizes de melhoria devem ser implementadas em concordância com as diferentes estratégias da cadeia de suprimentos.

Segundo González-Benito (2007), a contribuição de compras nos resultados da empresa depende da interação de dois elementos: 1) eficácia de compras, que é o alinhamento entre a estratégia de compras e suas competências; 2) integração estratégica de compras, que reflete o grau de alinhamento entre a estratégia de compras e a estratégia de negócio da empresa.

O alinhamento da gestão de cada segmento de fornecedores com o contexto da cadeia de suprimentos e com a estratégia de negócio da empresa é fundamental para a contribuição de compras nos resultados da empresa.

A próxima seção descreve os principais modelos de segmentação ou portfólio de compras levantados na literatura. Eles fornecerão subsídios para elaboração de uma proposta com a utilização da lógica *fuzzy*.

2.2 Modelos de segmentação e portfólio de compras

Esta seção apresenta sete dos principais modelos de segmentação ou portfólio de compras encontrados na literatura. Eles fornecem embasamento teórico para estruturação do modelo quantitativo baseado na lógica *fuzzy*, apresentado no Capítulo 4. Esses modelos teóricos foram escolhidos devido a sua relevância e abordagens de questões mais recentes, como os resultados sociais e ambientais - *Triple Bottom Line* (TBL).

2.2.1 Kraljic (1983)

Embora outros modelos tenham sido desenvolvidos, o modelo de Kraljic é o mais influente nos meios acadêmicos e empresarial (GELDERMAN; WEELE, 2003). Kraljic (1983) propõe a segmentação de fornecedores com a análise de duas dimensões. A primeira

envolve a importância estratégica de compras em termos de valor adicionado, a porcentagem do material no custo total e seu impacto na lucratividade. A segunda envolve a complexidade do mercado fornecedor devido à escassez de empresas, conteúdo tecnológico e/ou material substituto, barreiras de entrada etc. A Figura 6 mostra a combinação das duas dimensões, que determina os quatro portfólios, ou estágios de sofisticação de fornecedores. Gerentes e executivos de compras devem avaliar os fornecedores em relação a essas duas dimensões para elaborar estratégias que melhorem a eficiência e diminuam os riscos associados a sua gestão de suprimentos.

Figura 6 – Estágios de sofisticação de compras
Fonte: Kraljic (1983)

Cada categoria requer diferentes abordagens de compras, cuja complexidade depende das suas implicações estratégicas. Itens não-críticos (*noncritical items*) encontram-se no primeiro quadrante, baixa importância de compra e baixa complexidade do mercado fornecedor, são materiais de baixo valor (*commodities*), com várias alternativas de

fornecedores, que são selecionados por níveis de decisão mais baixos com foco na eficiência e custo. O horizonte de planejamento é curto, a mudança de fornecimento pode ser rápida.

Itens alavancados (*leverage items*) encontram-se no segundo quadrante, alta importância de compra e baixa complexidade de mercado fornecedor, é um mix de *commodities* e materiais específicos, que representam uma considerável porção do custo/preço dos produtos finais, mas representam baixo risco, pois podem ser obtidos de várias fontes. Isso também justifica um horizonte de planejamento de prazos não muito longos. Um fornecedor pode ser trocado, sem muitas dificuldades se for identificada uma alternativa que possibilite maior eficiência sem comprometer o fluxo de materiais.

Itens gargalos (*bottleneck items*) encontram-se no terceiro quadrante, baixa importância de compra e alta complexidade de mercado fornecedor, são materiais específicos, que não representam parcela de custos considerável, mas envolvem risco elevado de abastecimento, pois há poucas opções de fornecimento. Devido a essa ameaça, a empresa não se importa com uma elevação do valor pago ao fornecedor, nem com altos níveis de estoque de itens com custo relativamente baixo. Acordos comerciais com prazos longos também são opções para diminuir os riscos e melhorar a confiabilidade que deve ser o critério chave na tomada de decisão.

Itens estratégicos (*strategic items*) encontram-se no quarto quadrante, alta importância de compra e alta complexidade de mercado fornecedor, são materiais bastante específicos, que representam um valor alto para lucratividade da organização. Os riscos de suprimento são elevados, pois muitas vezes, só há um único fornecedor do item estratégico. Suas decisões envolvem um horizonte de vários anos, centralizadas por gerentes e executivos de compras, com critérios relacionados à confiabilidade de longo prazo. A construção de relações de parcerias, com confiança e comprometimento mútuo, provavelmente é um redutor dos riscos no fornecimento desses itens.

A análise de mercado, para Kraljic (1983), deve ser fundamentada na avaliação do poder de barganha da empresa e do fornecedor. Nesta avaliação, diversos aspectos precisam ser considerados, por exemplo: (1) Utilização da capacidade do fornecedor, quando o fornecedor utiliza mais de 90% de sua capacidade, há risco que ele seja o gargalo, aumentando seu poder; (2) Ponto de equilíbrio do fornecedor, um fornecedor cuja produção já ultrapassou o ponto de equilíbrio é mais difícil de negociar que outro que ainda não atingiu; (3) Exclusividade no produto, fornecedor cujo produto tem características exclusivas (seja por tecnologia, fonte de matéria-prima etc) tem grande poder de negociação; (4) Volume de

compra e expectativa de crescimento, o volume é o maior determinante do poder de barganha; (5) Custos de modificação de fornecimento, que criam barreiras para troca de fornecedor.

Para os itens estratégicos, Kraljic (1983), indica três diferentes posicionamentos estratégicos determinados pelas forças da empresa e pelas forças do mercado fornecedor, conforme ilustrado pela Figura 7. Quando as forças da empresa são maiores que as forças do mercado fornecedor, a estratégia agressiva de explorar é indicada. Como os riscos de suprimentos são mais baixos, a empresa tem melhores chances de conseguir melhores margens de contribuição e preços mais favoráveis nos contratos. Entretanto, é preciso tomar cuidado para não comprometer a relação de suprimento no longo prazo e ter descontinuidade no abastecimento.

Figura 7 – Posicionamentos estratégicos
Fonte: Kraljic (1983).

Quando as forças da empresa são menores que as forças do mercado fornecedor, a estratégia defensiva de diversificar é indicada. A empresa deve minimizar os riscos com a prospecção e desenvolvimento de novos fornecedores; ou investir em pesquisa e desenvolvimento para realizar uma integração vertical para trás. Ela também pode investir na relação com o fornecedor, buscando comprometimento, confiança e colaboração, com acordos com prazos alongados.

Quando as forças da empresa são equivalentes às forças do mercado fornecedor, a estratégia balanceada. Apesar de uma postura defensiva poder ser vista como conservadora e custosa, uma ação agressiva pode causar retaliação do fornecedor e colocar o fornecimento em risco. Assim um comportamento conservador e equilibrado gera um melhor posicionamento.

2.2.2 Olsen e Ellram (1997)

Olsen e Ellram (1997) propõem um modelo de gestão de portfólio de fornecedores em três etapas: (1) análise dos itens comprados e determinação dos tipos ideais de relacionamento de acordo com a importância estratégica da compra e dificuldade em gerenciar o fornecimento; (2) análise da situação atual dos relacionamentos com os fornecedores para determinar a forma como a gestão de fornecedores tem sido realizada; (3) determinação de planos de ação descrevendo como adaptar os relacionamentos existentes, etapa 2, com a situação ideal da etapa 1.

A primeira etapa do modelo, com os tipos ideais de relacionamento, proposto pelos dois autores está baseado no modelo de Kraljic (1983). Os conjuntos de fatores que representam os dois eixos da matriz: importância estratégica da compra e dificuldade da gestão da situação de compra são semelhantes aos dois eixos da proposta anterior apesar da transposição dos eixos, ilustrado pela Figura 8. A definição das células são as mesmas: não crítico, gargalo, estratégico e alavancado.

Figura 8 – Modelo de portfólio
Fonte: Olsen e Ellram (1997).

Para a análise da situação atual dos relacionamentos, os autores utilizam uma segunda matriz, conforme evidenciado pela Figura 9. Nela, o eixo vertical está definido pela atratividade relativa do fornecedor, que é determinada pelo conjunto de fatores que fazem a empresa escolher um determinado fornecedor específico. Esse grupo de fatores está dividido em: fatores financeiros e econômicos, fatores de desempenho, fatores tecnológicos, fatores

organizacionais, culturais e estratégicos. O eixo horizontal está definido pela intensidade do relacionamento entre a empresa e o fornecedor, que é determinado pelo conjunto de fatores que criam obrigações entre as duas empresas. Esse grupo de fatores está dividido em: fatores econômicos da compra, características de uma troca de fornecedor, nível de cooperação entre as empresas e distância social, cultural, tecnológica e geográfica entre as empresas. Os círculos da matriz representam relacionamentos, cujo tamanho simboliza a quantidade de recursos alocados.

Figura 9 – Matriz de análise de relacionamento com fornecedores
Fonte: Olsen e Ellram (1997).

O estudo da intensidade do relacionamento com o fornecedor e sua atratividade relativa, feito na matriz de Figura 9, proporciona indicativos para melhoria no fornecimento de itens comprados. A empresa compradora pode investir de maneira seletiva e precisa tanto na melhoria do relacionamento (eixo horizontal) como na atratividade do fornecedor (eixo vertical), por meio da análise da situação atual dos relacionamentos caracterizados na matriz.

A avaliação da intensidade do relacionamento, eixo horizontal, envolve aspectos bastante subjetivos. Os fatores propostos por Olsen e Ellram (1997), como: distância social e cultural e cooperação entre fornecedor e comprados, têm essas características. Alternativamente, Cannon e Perreault (1999), em estudo sobre relação entre empresas compradora e fornecedora, propõem a análise desses relacionamentos por meio de seis conectores, baseados em iniciativas comerciais mais fáceis de avaliar:

- 1) Troca de informação;
- 2) Ligações operacionais;
- 3) Obrigações contratuais;
- 4) Normas de cooperação;
- 5) Adaptações específicas do comprador;
- 6) Adaptações específicas do fornecedor.

A **Troca de informações** é definida como a expectativa de compartilhamento de informações que podem ser úteis para ambas as partes. Na prática, isso inclui o envolvimento da outra parte no desenvolvimento de novos produtos em estágios iniciais, compartilhar informações de custos, discutir planos de desenvolvimento de novos produtos, planejar previsões de demanda conjuntamente etc. Kanter (1994) destaca a importância da comunicação para implementação de uma aliança entre empresas. Reuniões periódicas devem ser realizadas nos diversos níveis de gestão. Diretores devem se reunir regularmente para discutir as metas e estratégias da parceria; gerentes de nível médio devem se reunir para esclarecer diferenças e identificar oportunidades de melhoria. Uma intensa troca de informações incentiva um aumento do comprometimento na relação. Contudo, isso também aumenta o risco de um comportamento oportunista de uma parte sobre outra.

As **Ligações operacionais** representam a compatibilidade dos sistemas, procedimentos e rotinas do comprador e do fornecedor em facilitar os fluxos de informações, produtos e serviços. Em um extremo, duas organizações podem operar independentemente (*arm's length*), sem rotinas e sistemas interligados. No outro extremo, sistemas interligados especificam de forma implícita ou explícita o papel de ambas as partes no relacionamento, como: sistemas kanban no controle de fluxo de materiais; Inventário Gerenciado pelo Fornecedor - *Vendor Management Inventory* (VMI); Planejamento, Previsão e Reabastecimento Colaborativo - *Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR) etc. Ligações operacionais contribuem para reduzir os custos de transação, mas contribuem para aumento da dependência e aumento dos custos de uma eventual troca de parceiro.

As **Obrigações contratuais** são acordos detalhados que especificam as obrigações e papéis de ambas as partes no relacionamento. Assim, elas vão além das obrigações e proteções básicas que regulamentam trocas comerciais quando as partes assinam ou não um documento formal. Desta forma, mecanismos de governança podem ser criados para simular hierarquias nas trocas quando a integração vertical não é possível.

As **Normas de cooperação** refletem as expectativas das duas partes em trabalhar juntas para alcançar metas comuns e individuais. Elas não são apenas um consentimento para as necessidades da outra parte, mas ambas agindo de maneira a sugerir que o sucesso só é possível se trabalharem juntos. Diante de um desafio, ou mudança no mercado, comprador e fornecedor determinam metas comuns e individuais e as respectivas responsabilidades de forma coordenada para vencer o desafio. De forma inversa, empresas trabalhando independentemente para alcançar metas individuais caracterizam uma baixa cooperação.

As **Adaptações específicas** são investimentos em adaptações de processos, produtos e procedimentos para atender as necessidades ou capacidades específicas do parceiro. Devido sua natureza, esses investimentos tem pouco valor fora do relacionamento particular. Assim, adaptações específicas do fornecedor para atender as necessidades específicas de um determinado comprador, mostra um comprometimento de longo prazo daquele com este. Da mesma forma, uma adaptação específica do comprador para a necessidade de um determinado fornecedor, também é sinal de comprometimento e confiança.

Esses seis conectores de relacionamento, propostos por Cannon e Perreault (1999), capturam aspectos legais, econômicos, políticos, sociais e psicológicos que são chave para os relacionamentos de fornecimento entre empresas. Sua utilização na segunda etapa do modelo de Olsen e Ellram (1997) é uma boa alternativa para analisar a intensidade do relacionamento.

Na terceira etapa do modelo de gestão de portfólio de fornecedores, três grupos de planos de ação são sugeridos:

- 1) Fortalecer a relação com o fornecedor;
- 2) Auxiliar na melhoria da atratividade do fornecedor;
- 3) Reduzir os recursos alocados em uma relação.

O primeiro grupo, que propõe fortalecer a relação com o fornecedor, está nas células 1, 2 e 4 da Figura 9, ou seja, um fornecedor com atratividade relativa alta, mas uma intensidade de relacionamento baixa. Para itens estratégicos ou gargalos cuja situação de compra configura com uma alta complexidade, o fortalecimento da relação é primordial para assegurar uma lealdade do fornecedor. O relacionamento pode ser melhorado com investimentos em comunicação, estimular o envolvimento do fornecedor nas etapas iniciais do desenvolvimento de novos produtos etc. Para itens não-críticos e alavancados cuja dificuldade de gestão da compra é baixa, o fortalecimento da relação deve ser buscado sem grandes investimentos, como um simples aumento do volume de compras.

O segundo grupo, que propõe auxiliar o fornecedor no desenvolvimento de suas potencialidades, está nas células 7, 8 e 9 da Figura 9, ou seja, um fornecedor com atratividade

relativa baixa, com diferentes níveis de intensidade do relacionamento. Nesta situação uma estratégia poderia ser desenvolver o fornecedor, com um investimento de longo prazo; ou trocar de fornecedor; com busca imediata de outra fonte alternativa. A primeira alternativa é mais indicada para itens com maior complexidade de mercado fornecedor, como os estratégicos e gargalos. A segunda, para os itens com menor dificuldade de compra.

O terceiro grupo pode corresponder a relacionamentos em qualquer uma das células da Figura 9. A redução de recursos em uma relação tem como fundamento a melhoria na sua realocação e sustentar os outros dois grupos de plano de ação.

De acordo com Olsen e Ellram (1997), a complexidade das dimensões utilizadas no modelo de portfólio de fornecedores pode ser problemático na fase de implementação. A importância de cada fator, na formação de cada dimensão, varia conforme a tipologia de empresa. Os tomadores de decisão precisam discutir para filtrar quais fatores são mais importantes. Além disso, os autores alertam que os modelos de portfólios de fornecedores podem falhar ao não considerar a interdependência entre os diferentes segmentos. Essas propostas precisam considerar a influência de uma compra no desenvolvimento de futuros negócios ou a influência de um fornecedor na cadeia de suprimentos da empresa.

2.2.3 Dyer, Cho e Chu (1998)

Dyer, Cho e Chu (1998), em pesquisa realizada com 453 relacionamentos entre fornecedores e OEMs do setor automotivo nos Estados Unidos da América (EUA), Japão e Coreia do Sul, sugerem que as empresas deveriam pensar mais estrategicamente sobre o gerenciamento de fornecedores, e evitar a abordagem “*one size fits all*”. Ou seja, não utilizar apenas uma única abordagem para todos os fornecedores. Cada fornecedor deve ser analisado estrategicamente para determinar em que extensão seus itens contribuem para competências centrais (*core competence*) e vantagens competitivas. O comprador deve estrategicamente segmentar seus fornecedores para colher maiores benefícios da sua cadeia de suprimento, utilizando tanto uma abordagem *arms-length* quanto de parceria estratégica.

Embora diversos estudos exponham que as relações de parceria diferem das *arms-length* em diversas dimensões como: tempo de contrato, continuidade de relação, grau de compartilhamento de informações, níveis de confiança e investimento em ativos específicos para a parceria, os autores constataram que as montadoras norte-americanas não fazem uma diferenciação efetiva dos fornecedores classificados como parceiros com os *arms-length*. Das

diversas dimensões comparadas (como as citadas acima), a única diferença significativa encontrada foi no tempo de contrato. Contudo, os autores justificam essa diferença, não a um tratamento diferente, mas provavelmente a um desempenho superior do fornecedor (classificado como “parceiro”) que conseguiu ser vitorioso em uma nova licitação.

Muitos trabalhos caracterizam a forma de relacionamento próximo das OEMs japonesas com seus fornecedores, conhecido como *keiretsu*, contudo, Dyer, Cho e Chu (1998) esclarecem que nem todos os fornecedores se enquadram nesta forma de parceria. A Figura 10 mostra como esses autores explicam a forma de gerenciamento de fornecedores das OEMs japonesas. O círculo menor no centro representa de 30 a 35 fornecedores principais, que são subsidiárias (*keiretsu*) da montadora. Mais de 20% do capital dessas empresas pertencem à montadora, que mantém um relacionamento bastante próximo, com iniciativas como: transferência de pessoal para trabalhar parcialmente ou integralmente, constituição de um departamento para trabalhar com o fornecedor em questões planejamento estratégico, investimento em capacidade etc. Esses fornecedores produzem componentes de alto valor, com alto grau de customização para atender as especificações da montadora.

O segundo círculo da Figura 10 representa cerca de 90 fornecedores (incluindo as 35 subsidiárias) que são membros de uma associação de fornecedores da montadora. Esses membros incluem empresas independentes que trabalham próximas a montadoras para produzir componentes com alto grau de customização. Em alguns casos, a montadora adquire parte do capital (geralmente, menos de 10%) e transfere pessoal para trabalhar com esses fornecedores. Para participar dessas associações, uma empresa precisa possuir diversas qualidades desejadas pela montadora, pois muitas informações importantes são trocadas e o sucesso da montadora é fortemente impactado por essa parceria.

Figura 10 – Gerenciamento estratégico de fornecedores das OEM japonesas
Fonte: Dyer et al. (1998)

O terceiro círculo representa um segundo tipo de associação formado pelas empresas que não podem participar das associações mais próximas da montadora. Elas fornecem produtos padronizados como: pneus, baterias, velas de ignição, cintos de segurança etc, que não precisam de coordenadas e proximidade com a montadora para o desenvolvimento do produto e do processo de fabricação.

Dyer, Cho e Chu (1998) constataram diferenças bastante significativas entre as empresas parceiras (*kereitsu* e primeira associação) e as *arms-length* (segunda associação), diferentemente do encontrado nas OEMs norte-americanas. Empresas classificadas como parceiras compartilham mais informações, têm duas vezes mais contatos pessoais e engenheiros co-aloçados e recebem mais assistência da montadora. Elas também fazem investimentos específicos em ativos voltados para o relacionamento, por exemplo, suas plantas são mais próximas da montadora que a média das *arms-length*. Basicamente, apenas as OEMs japonesas têm uma abordagem estruturada de segmentação da sua rede de fornecedores, as norte-americanas cultivam o relacionamento *arms-length* generalizadamente.

A Figura 11 mostra diferentes características no gerenciamento de fornecedores na indústria automotiva de cada país. Cada círculo representa os fornecedores de cada montadora, assim, a interseção entre elas indica aqueles que são comuns para duas ou mais OEMs. Desta forma, as americanas compartilham um grande número de fornecedores, que as atendem de forma não especializada, pois os relacionamentos não são de longo prazo, mas com economia de escala, pois um produto é negociado com várias montadoras.

As OEMs japonesas, no lado direito da Figura 11, possuem uma estratégia de segmentação dos fornecedores. De acordo com a representação, as montadoras japonesas compartilham um número de fornecedores menor que as norte-americanas. Esses fornecedores não possuem um relacionamento de longa parceria, não recebem grandes investimentos e não se especializam em atender as necessidades de projeto específicas de uma OEM. Eles fornecem componentes padronizados que não necessitam de informações específicas de projeto, como: pneus, baterias, cabos etc. Como fornecem esses itens para diferentes montadoras, eles conseguem crescimento com economias de escala. Já os fornecedores não compartilhados, nos relacionamento de parceria, recebem grandes investimentos das montadoras para fornecimento de itens importantes e específicos do projeto do produto como: partes do motor, painel, transmissão etc. Por ter acesso a informações de projeto e desenvolvem tecnologias em conjunto, esses parceiros não podem fornecer seus produtos para uma OEM concorrente.

Figura 11 – Características do gerenciamento de fornecedores
Fonte: Dyer, Cho e Chu (1998)

A estratégia de segmentação das montadoras japonesas, descrita por Dyer, Cho e Chu (1998) é superior à abordagem “*one size fits all*” das norte-americanas. Ela permite uma melhor coordenação e desenvolvimento de soluções específicas para a diferenciação do produto com os fornecedores parceiros, mas também permite um fornecimento de componentes padronizados (*commodities*) por preços competitivos com relacionamentos *arms-length*. Também do ponto de vista dos fornecedores, as segmentações permitem melhores desenvolvimentos. Parceiros recebem investimentos para o desenvolvimento de componentes específicos e fornecedores de itens padronizados têm liberdade para negociar com diversas OEMs e conseguir economias de escala. O Quadro 3 apresenta as características dos produtos de cada um dos segmentos de fornecedores do modelo estruturado de segmentação da base de fornecedores.

Quadro 3 – Segmentos de fornecedores	
Relacionamento <i>arms-length</i> (Quase mercado)	Parceria estratégica (Quase hierárquica)
Produtos padronizados/ <i>Commodities</i>	Produtos não padronizados, customizados
Produtos de arquitetura aberta	Produtos de arquitetura fechada
Isolado (sem ou com pouca interação com outros <i>inputs</i>)	Múltiplas interações com outros <i>inputs</i>
Baixo grau de interdependência entre fornecedor-comprador	Alto grau de interdependência entre fornecedor-comprador
<i>Inputs</i> de baixo valor	<i>Inputs</i> de alto valor

Fonte: Dyer et al. (1998).

2.2.4 Bensaou (1999)

Baseado em informações da indústria automotiva norte-americana e japonesa, Bensaou (1999) propõe uma estrutura de gestão e segmentação de fornecedores baseado na relação de dois conjuntos de variáveis, os dois eixos da Figura 12: (1) investimentos específicos do comprador, eixo vertical e (2) investimentos específicos do fornecedor, eixo horizontal. O primeiro é composto por investimentos tangíveis em prédios, ferramentas e equipamentos dedicados para a relação com um determinado fornecedor ou em produtos e processos customizados para componentes comprados deste fornecedor; assim como,

investimentos intangíveis em pessoas, no tempo e esforços gastos no aprendizado de práticas e rotinas de negócios, na troca de informações e no desenvolvimento de novos conhecimentos e práticas que nutrem o relacionamento. O eixo horizontal, da mesma forma, representa os investimentos feitos pelo fornecedor especificamente para o relacionamento com um determinado comprador. Isso inclui ativos tangíveis como localização de plantas e estoques, processos e produtos especializados e ativos intangíveis como visitas de engenheiros e desenvolvimento de sistemas e procedimentos de informação compatíveis com o sistema de informação do comprador.

Figura 12 – Segmentos de relação entre fornecedor e cliente

Fonte: Bensaou (1999).

Na Figura 12, os quatro segmentos de fornecedores formados pela combinação dos dois conjuntos de variáveis são apresentados. O segmento de menor investimento na relação é o denominado *arms-length*², em que tanto o comprador quanto o fornecedor realizam poucas mudanças para estabelecimento de um novo relacionamento. No extremo oposto, a parceira estratégica exige alto investimento específico de ambas as partes no relacionamento. Nos outros dois segmentos, há uma assimetria de investimento, no comprador em cativeiro, o comprador realiza alto investimento no relacionamento enquanto o fornecedor investe pouco; no fornecedor em cativeiro, ocorre o inverso, o fornecedor investe alto no relacionamento enquanto o comprador investe pouco.

As características de cada segmento são analisadas, conforme mostra a Figura 12, de acordo com três conjuntos de características: (1) características do produto, (2) característica do mercado e (3) características dos fornecedores. Apesar das diferenças, detalhadas dentro de cada célula da Figura 12, cada um dos tipos de relacionamentos pode ser de alto ou baixo desempenho, dependendo da adequação no gerenciamento de cada portfólio. Apesar de muitos trabalhos apresentarem como uma forma mais pobre de relacionamento, o tipo *arms-length* pode gerar ótimos resultados para ambas as partes, desde que identificada, desenvolvida e gerenciada corretamente.

Para o autor, o sucesso na gestão da cadeia de suprimentos requer um efetivo e eficiente gerenciamento de cada portfólio de relacionamento. Primeiro, a empresa precisa definir o tipo ótimo de relacionamento para os diferentes tipos de produtos, mercado e condições do fornecedor. Depois, ela precisa adotar a abordagem adequada de gestão para cada tipo de relacionamento.

De acordo com Bensaou (1999), as parcerias estratégicas bem sucedidas exigem altos níveis de confiança mútua, fornecedores envolvidos nos estágios iniciais de planejamento, extensiva cooperação e alto nível de intercâmbio de informações. As características exibidas por cada tipo de relacionamento bem sucedido podem ser agrupadas em três conjuntos de fatores, conforme ilustra a Figura 13: (1) mecanismo de compartilhamento de informações, (2) característica do pessoal de interface, (3) ambiente e características do processo.

² Originalmente está denominado *Market Exchange*, mas foi utilizado o *arms-length* para uniformidade com outros autores.

<p style="text-align: center;">Comprador em cativeiro</p> <p><u>Mecanismos de compartilhamento de informações:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Canais amplos e importante troca de informações detalhadas de forma contínua; • Visitas mútuas regulares e freqüentes; <p><u>Características do pessoal de interface</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tarefas estruturadas, altamente previsíveis; • Bastante tempo gasto pelo pessoal da empresa compradora e os engenheiros do fornecedor; <p><u>Ambiente e características do processo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Clima tenso, falta de confiança mútua; • Sem o envolvimento do fornecedor no desenvolvimento; • Grande esforço do comprador para cooperação; • O fornecedor não necessariamente tem uma boa reputação. 	<p style="text-align: center;">Parceria estratégica</p> <p><u>Mecanismos de compartilhamento de informações:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Canais amplos, freqüente e rica troca de informações; • Visitas mútuas regulares e prática de engenheiro visitante; <p><u>Características do pessoal de interface</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pouco limitado e estruturado; • Sem rotina, eventos inesperados freqüentes; • Bastante tempo gasto com a staff dos fornecedores, em questões de coordenação na maioria das vezes; <p><u>Ambiente e características do processo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Alta confiança mútua e comprometimento na relação; • Envolvimento do fornecedor no início do desenvolvimento; • Ampla ação conjunta e cooperação; • O fornecedor tem excelente reputação.
<p style="text-align: center;">Arms-length</p> <p><u>Mecanismos de compartilhamento de informações:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Canais estreitos, troca de informação limitada, grande no momento de negociação do contrato; • Coordenação operacional e monitoramento em procedimentos de rotina; <p><u>Características do pessoal de interface</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pouco tempo utilizado diretamente com a staff do fornecedor; • Trabalhos estruturados e rotineiros com pouca interdependência com a direção do fornecedor; <p><u>Ambiente e características do processo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ambiente social positivo; • Sem esforços ou cooperação conjunta sistematizada; • Sem o envolvimento do fornecedor no desenvolvimento; • O fornecedor é bem tratado pelo comprador; • O fornecedor tem uma boa reputação e histórico. 	<p style="text-align: center;">Fornecedor em cativeiro</p> <p><u>Mecanismos de compartilhamento de informações:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pouca troca de informação; • Poucas visitas mútuas, na maioria dos casos, visitas do fornecedor ao comprador; <p><u>Características do pessoal de interface</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pouco tempo alocado pela staff de compras ao fornecedor; • Bastante complexa, em concordância com as tarefas; <p><u>Ambiente e características do processo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grandes encargos nos fornecedores; • Alta confiança mútua, mas limitada ação conjunta e cooperação.

Figura 13 – Gerenciamento dos portfólios de relacionamento comprador-fornecedor
Fonte: Bensaou (1999).

A proposta de Bensaou (1999) para segmentação e gestão de relacionamentos entre compradores e fornecedores é composta por duas fases: Na primeira, a identificação dos portfólios é feita conforme a Figura 12, de acordo com as características de cada célula. Na segunda, a gestão dos portfólios deve ser feita conforme a Figura 13, seguindo os mecanismos de compartilhamento de informações, as características do pessoal de interface e o ambiente e características do processo necessárias para o relacionamento bem sucedido em cada célula.

O investimento específico no relacionamento, que é o critério utilizado para segmentação dos relacionamentos de suprimento do modelo de Bensaou (1999) é um elemento essencial na gestão de suprimentos para diversos autores como: Richardson (1993); Dyer, Cho e Chu (1998); Cannon e Perreault (1999) e Hayes et al. (2008)

2.2.5 Nellore e Söderquist (2000)

Em pesquisa na indústria automotiva, Nellore e Söderquist (2000) relacionam o desenvolvimento das especificações do projeto de produto com as diferentes categorias de itens fornecidos na matriz de compra de Kraljic (1983). A definição de “especificação” utilizada no trabalho é baseada em uma abordagem ampla de Vincenti (1990), que abrange todas as atividades necessárias da identificação da necessidade até a geração de um produto. A Figura 14 ilustra as três situações de desenvolvimento da especificação. Na situação 1, o OEM desenvolve as especificações por conta própria sem qualquer interferência dos seus fornecedores. Esses componentes são conhecidos como partes detalhadamente controlados. Na situação 2, o fornecedor desenvolve as especificações sem interferência do OEM. O desenvolvimento desses componentes é propriedade do fornecedor. Na situação 3, OEM e fornecedores mantêm diversas atividades relacionadas ao desenvolvimento das especificações e produção dos produtos de maneira integrada. Essa relação é conhecida como *co-development*.

Figura 14 – Situações de desenvolvimento da especificação do projeto de produto
Fonte: Nellore e Söderquist (2000)

As três situações de desenvolvimento das especificações combinado com os portfólios da matriz de compras de Kraljic originam cinco cenários:

- 1) Item não crítico com desenvolvimento das especificações realizado pelo OEM. Neste cenário, o fornecedor apenas executa a produção de acordo com as especificações

recebidas. Segundo os autores, na indústria automotiva, um exemplo seriam os amortecedores.

- 2) Item não crítico com desenvolvimento das especificações realizado pelo fornecedor. Neste cenário, o produto padronizado é desenvolvido e produzido inteiramente pelo fornecedor. Na indústria automotiva, um exemplo seriam as lâmpadas.
- 3) Item alavancado com desenvolvimento conjunto entre OEM e fornecedor. Neste cenário, o OEM determina inicialmente as especificações que são desenvolvidas pelo fornecedor para criação do produto. Um exemplo seria o sistema de chicotes dos automóveis.
- 4) Item gargalo com desenvolvimento conjunto entre OEM e fornecedor. Neste cenário, o fornecedor detém grande conhecimento da tecnologia, sendo solicitado pelo OEM para gerar as especificações do produto. O OEM trabalha conjuntamente no projeto para a adequação das interfaces. Um exemplo seria o sistema de air bags.
- 5) Item estratégico com desenvolvimento conjunto pleno entre OEM e fornecedor. Neste cenário, as especificações são desenvolvidas de maneira integrada por OEM e fornecedor. Um exemplo seria a bateria de automóveis híbridos.

Nellore e Söderquist (2000) pesquisaram alternativas de classificação de fornecedores em relação ao processo de desenvolvimento de produto para subsidiar seu modelo. A classificação de fornecedores de Kamath e Liker (1994) diferencia quatro tipos de fornecedores:

- 1) **Fornecedores parceiros.** Fornecedores envolvidos desde o início do projeto do produto, com habilidades para compreender as interfaces com o produto final. Eles cumprem com os orçamentos e níveis de qualidade que são decididos conjuntamente.
- 2) **Fornecedores maduros.** O fornecedor se envolve no desenvolvimento das especificações depois que as críticas já foram desenvolvidas. Para ele, é confiada a entrega dos produtos com qualidade, respeitando as restrições decididas conjuntamente.
- 3) **Fornecedores *Child*.** O fornecedor se envolve depois que todas as especificações tenham sido esclarecidas e simuladas, para então, fornecer o produto para o OEM.
- 4) **Fornecedor contratual.** O fornecedor já possui um catalogo de produtos padronizados. Não há nenhuma discussão sobre como deve se gerar a especificação do produto comprado.

Os autores relacionam os portfólios de itens fornecidos de Kraljic com a classificação de fornecedores de Kamath e Liker (1994), os tipos de especificações do desenvolvimento do

produto e assim como a relação entre comprador e fornecedor nesta atividade são mostradas no Quadro 4.

Quadro 4 – Relação entre especificação e portfólio

	Item não crítico	Item alavancado	Item gargalo	Item estratégicos
Gerador das especificações	Fornecedor ou OEM	OEM	Fornecedor	Fornecedor e OEM
Tipo de fornecedor	Child ou Contratual	Maduro	Maduro avançado	Parceiro
Tipos de especificações	Padrão (fechado)	Restrito, tornando colaborativo	Restrito, tornando colaborativo	Colaborativo
Relação entre comprador e fornecedor	Apenas o gerador das especificações é ativo	Fornecedor desenvolve conjuntamente com o OEM	OEM desenvolve conjuntamente com o fornecedor	Desenvolvimento conjunto integrado

Fonte: Nellore e Söderquist (2000).

Os itens não críticos não proporcionam nenhuma contribuição em termos de inovação. Desta forma, a utilização de especificações padronizadas no mercado é interessante para conseguir um menor custo de aquisição. O fornecedor pode ser do tipo contratual, que desenvolve e fornece um item padronizado para o comprador, sem nenhuma atividade conjunta de geração de especificação de produto; ou o fornecedor pode ser do tipo *child*, que recebe as especificações geradas pelo comprador para produzir o produto. Neste caso, os custos de desenvolver as especificações são da empresa compradora.

Apesar de possuir uma grande quantidade de fornecedores em potencial, os itens alavancados não possuem especificações padronizadas no mercado. O desenvolvimento ocorre com o OEM informando especificações “superficiais” para vários fornecedores. Estes devem competir entre si para fornecer o item com melhores condições para o OEM. Desta forma, os fornecedores devem ser maduros, capazes de trabalhar conjuntamente com o comprador no desenvolvimento detalhado das especificações.

Poucas empresas são capazes de fornecer itens gargalos que não possuem especificações padronizadas no mercado. Por isso, o desenvolvimento das especificações desses itens é feita por esses fornecedores maduros avançados com a colaboração do OEM. O OEM não assume para si a maior parte do desenvolvimento do produto porque este não

possui alta importância estratégica. Entretanto, devido ao poucos fornecedores potenciais, o desenvolvimento é mais próximo que os itens alavancados. Os fornecedores dos itens gargalos não são considerados parceiros porque não existe um envolvimento conjunto desde o início do projeto do produto.

Ao contrário do que ocorre com os itens gargalos, no caso dos itens estratégicos, o desenvolvimento das especificações ocorre desde o início do projeto do produto. O objetivo é ser o primeiro no mercado. O fornecedor parceiro trabalha de maneira colaborativa com o OEM para desenvolver as especificações do produto. O OEM não pode “cair na tentação” de impor as especificações e reprimir as opiniões do fornecedor, ignorando as tecnologias dominadas por este. A integração entre os engenheiros das duas empresas deve ser intensa, buscando otimizar os pontos fortes de cada grupo.

Para Nellore e Söderquist (2000), fornecedores de itens estratégicos devem ter forte atratividade e o relacionamento com o OEM também deve ser forte, conforme ilustrado na Figura 15. Apesar de diversos estudos indicarem um único ao invés de múltiplos fornecedores, Richardson (1993), em estudo realizado na Toyota, indica a prática do fornecimento paralelo de duas parceiras distintas. Desta forma, o OEM minimiza o risco de dependência e defasagem tecnológica no caso de uma fonte perder momentaneamente sua atratividade. Para os itens estratégicos, deve-se investir na manutenção de um forte relacionamento e atratividade do fornecedor com melhoria no sistema de comunicação, investimentos específicos na relação de ambas às partes, visitas de engenheiros etc.

Atratividade relativa do fornecedor	alto	1	2	3
	médio	4	5	6
	baixo	7	8	9
		baixo	médio	alto
		Intensidade do relacionamento		

Figura 15 – Relacionamento para itens estratégico
Fonte: Nellore e Söderquist (2000).

Para os fornecedores de itens gargalos, a atratividade deve ser de moderada a alta, assim como o relacionamento com o OEM, conforme ilustrado na Figura 16. Esses fornecedores são de indústria diferentes da OEM, por exemplo, um desenvolvedor de

software para sistema de controle de temperatura com uma OEM automotiva. Uma boa atratividade e um relacionamento saudável são conquistados se a adaptação para a indústria do OEM for completa. Deve-se estimular o fornecedor a investir no relacionamento, de maneira que fortaleça a relação, e consequentemente melhore a atratividade. Como este item não é crítico não há interesse do lado do comprador em investir fortemente no relacionamento. Em uma situação ideal para o comprador, o fornecedor realiza investimentos específicos para fortalecer a relação, mas sem a necessidade dele fazer o mesmo.

Atratividade relativa do fornecedor	alto	1	2	3
	médio	4	5	6
	baixo	7	8	9
		baixo	médio	alto
		Intensidade do relacionamento		

Figura 16 – Relacionamento para itens gargalo
Fonte: Nellore e Söderquist (2000).

Os fornecedores de itens alavancados devem possuir atratividade de média a alta desde que forneçam algo a mais para o OEM. A atratividade deve ser melhorada com o fornecedor melhorando as especificações iniciais do produto. Contudo, um relacionamento de fraco a médio é suficiente; pois há diversas fontes potenciais deste item. A Figura 17 mostra a combinação ideal de atratividade e intensidade do relacionamento para os itens alavancados.

Atratividade relativa do fornecedor	alto	1	2	3
	médio	4	5	6
	baixo	7	8	9
		baixo	médio	alto
		Intensidade do relacionamento		

Figura 17 – Relacionamento para itens alavancados
Fonte: Nellore e Söderquist (2000).

Para os fornecedores de itens não críticos, cujas especificações são desenvolvidas completamente pelo OEM, uma atratividade e relacionamento baixos são suficientes. Neste caso ter múltiplos fornecedores é uma alternativa bastante interessante. Quanto mais fraco o relacionamento, maior a tendência para troca de fornecedor. Por outro lado, um relacionamento forte pode incentivar o desenvolvimento de novos padrões de especificações por parte do fornecedor. A Figura 18 mostra as diferentes combinações de atratividade e intensidade do relacionamento para os itens não críticos.

Atratividade relativa do fornecedor	alto	1	2	3
	médio	4	5	6
	baixo	7	8	9
		baixo	médio	alto
		Intensidade do relacionamento		

Figura 18 – Relacionamento para itens não críticos
Fonte: Nellore e Söderquist (2000).

Apesar da célula 7 ser a combinação ideal para o fornecimento de itens não críticos em termos do mínimo necessário, níveis mais elevados de intensidade do relacionamento e/ou atratividade relativa do fornecedor são benéficos para o fornecimento do insumo. Entretanto, não é interessante que esses níveis mais elevados sejam alcançados em detrimento dos recursos voltados para relações de fornecimento de itens mais críticos.

2.2.6 Correa (2010)

Para Arnold (2000) e Correa (2010), as decisões de comprar ou fazer internamente dependem basicamente de dois fatores: custos de transação e proximidade com as competências centrais. Esses mesmos fatores são os elementos determinantes dos diferentes segmentos de relacionamentos com os fornecedores.

Os custos de transação são os custos totais associados a uma transação, excetuando-se o mínimo preço possível de aquisição do produto (WILLIAMSON, 1985, 1998). Eles são decorrentes dos gastos na procura de informações do fornecedor, os custos de cotações de preço, elaboração de contratos etc. Os custos de transação são influenciados basicamente por

quatro fatores: 1) o número de fornecedores potenciais; 2) a especificidade de ativos dedicados à transação; 3) o nível geral de incerteza em torno da transação e 4) a frequência com a qual as transações ocorrem (MCLVOR, 2009). Quanto maior a especificidade de ativos, a incerteza e a frequência das transações e menor o número de fornecedores potenciais, maiores serão os custos de transação. Quanto mais altos os custos de transação incorridos, maior o estímulo da empresa em tentar minimizá-la por meio de uma integração vertical. Ou seja, quanto maiores os custos de transação, mais próximo deve ser a operação da empresa compradora.

A importância das competências centrais é exposta por Prahalad e Hamel (1990) com a analogia de uma árvore. Uma corporação diversificada é como uma árvore: o tronco e os membros principais são as linhas de produtos; os ramos menores são as unidades de negócio; flores e frutos são os produtos finais, conforme ilustrado na Figura 19. Uma corporação não será competitiva à longo prazo apenas olhando para o produto final. O sucesso competitivo está nas competências essenciais que são as raízes da árvore que nutrem, sustentam e equilibram todo o sistema.

Figura 19 – Competências centrais: as raízes da competitividade
Fonte: Prahalad e Hamel (1990).

De acordo com Prahalad e Hamel (1990) e Prahalad (1999), competência essencial é o aprendizado coletivo em uma organização, especialmente como coordenar uma diversidade

de produtos e integrar múltiplas tecnologias. Segundo Hamel e Prahalad (1994), três características são necessárias para uma competência ser considerada central: 1) proporcionar valor para o cliente final; 2) ser uma fonte de diferenciação frente à concorrência; 3) criar novas oportunidades de ganhos futuros para empresa.

Arnold (2000) e Correa (2010) combinam os custos de transação e as competências centrais para determinar o grau de proximidade e o controle de uma operação, conforme ilustrado na Figura 20. Ou seja, quanto mais alto o custo de transação e a centralidade da competência envolvida na atividade, mais próximo ela deve ficar da empresa. Neste modelo, o extremo mais alto é a integração vertical e o mais baixo o mercado puro.

Figura 20 – Contínuo do grau de controle e proximidade das operações
Fonte: Correa (2010).

O modelo com a divisão de segmentos ou portfólios é mostrado na Figura 21. Os quatro segmentos formados pelas diferentes combinações das dimensões custo de transação e centralidade da competência envolvida na atividade são: 1) Mercado; 2) Dependência; 3) Risco e 4) Estratégico.

Figura 21 – Segmentação de fornecedores por centralidade da competência e custo de transação.
Fonte: Correa (2010).

O segmento mercado, com custo de transação e centralidade da competência envolvida na atividade baixos, é caracterizada por relacionamentos de mercado puro (*arm's length*). Compras “spot”, pouca troca de informações, pouco contato pessoal, materiais padronizados e priorização do preço são características desse relacionamento, com contratos de prazo mais curtos que dos demais portfólios.

O segmento dependência, baixa centralidade da competência envolvida, mas com custo de transação alto, é caracterizada por contratos de prazos mais longos para minimizar os custos da troca de fornecedor e proteger a empresa de um comportamento oportunista do fornecedor em relação a aumento dos preços. Apesar do produto comprado não ser próximo da competência central, o mercado fornecedor neste segmento é concentrado, logo o relacionamento deve ser intermediariamente próximo.

O segmento risco, baixo custo de transação, mas com alta centralidade da competência envolvida, é caracterizada ter relacionamentos em fase de transição. De fato, a combinação das duas dimensões é incomum, pois uma competência central geralmente está relacionada a algo exclusivo, ou bastante concentrada; enquanto baixo custo de transação está relacionado a um mercado fornecedor disperso com diversas fontes alternativas. Ou seja, os

relacionamentos devem ser de parceria para desenvolvimento de algo que em breve tornar-se-á próximo de uma competência central.

O segmento estratégico, com custo de transação e centralidade da competência envolvida altos, é caracterizada por relacionamento de parceria de longo prazo. Confiança, comprometimento, intensa troca de informações, contatos pessoais frequentes, contratos complexos, intercambio de conhecimento tácito etc são características desse tipo de relacionamento.

2.2.7 Pagell, Wu e Wasserman (2010)

Segundo Pagell, Wu e Wasserman (2010), muitas mudanças ocorreram na gestão de suprimentos das empresas desde que Kraljic propôs seu modelo de portfólio de compras em 1983. Sustentabilidade é um tema não tratado originalmente pelo modelo, mas uma preocupação em que muitas empresas estão engajadas atualmente. Quando inquietações sociais e ambientais são importantes direcionadores das decisões de fornecimento, a categorização de fornecedores que originalmente enfatizava questões econômicas torna-se inadequada (AMINDOUST et al. 2012; GALANTINE, 2012). A preocupação com a continuidade dos negócios e relações com a base de fornecimento é fundamental para uma SSCM (*Sustainable Supply Chain Management* - cadeia de suprimentos sustentável). O estudo de continuidade da base de fornecimento é utilizado para elaboração da proposta de reformulação dos portfólios do modelo de Kraljic.

A ideia de continuidade deve ter grande importância nos resultados sociais e ambientais do fornecedor. Ela deve se estender em toda cadeia de suprimentos, não apenas na primeira camada de fornecedores.

Em uma amostra diversificada de empresas, os autores constataram que as engajadas com as práticas de sustentabilidade realizam investimentos e práticas com fornecedores de itens alavancados que seriam mais usuais para fornecedores de itens estratégicos. O Quadro 5 apresenta cinco práticas focadas na continuidade da base de suprimentos. A continuidade da base de suprimentos está mais preocupada com a sobrevivência do negócio no longo prazo que apenas maximização dos resultados financeiros. Ela está alinhada com a visão do SSCM, com a prosperidade comum de todos os envolvidos; com o TBL (*Triple Bottom Line*), ou seja, além do lucro, os resultados da empresa devem estar focados nas pessoas e no planeta (ELKINGTON, 1998); e com o desenvolvimento sustentável, que o *World Commission on*

Environment and Development (1987) define como uma abordagem do progresso com a satisfação das necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades.

Quadro 5 – Práticas de continuidade da base de suprimentos

Prática de continuidade	Descrição
Descommoditização	Tratamento de um fornecedor e/ou cadeia de suprimento que prover uma <i>commodity</i> (itens alavancados ou não-críticos / competição prioritariamente em preço) como se fosse um fornecedor de item estratégico. Os compradores estabelecem contratos de longo prazo e pagam um preço acima do mercado por itens que são usualmente comprados em um mercado de concorrência perfeita, visando o menor preço.
Desenvolvimento tradicional do fornecedor	Treinar os fornecedores para serem os melhores para a empresa focal. Os benefícios são colhidos por ambos, comprador e fornecedor.
Reduzir os riscos de suprimento	Ajudar os fornecedores a diminuir alguns ou todos os riscos associados ao fornecimento de produtos e serviços mais sustentáveis.
Desenvolvimento não tradicional de fornecedor	Treinar os fornecedores para serem os melhores no setor. Os benefícios podem ser colhidos também pelos concorrentes da empresa.
Transparência	Todos os membros da cadeia fazem uma prestação de conta completa do fluxo de dinheiro para a origem.

Fonte: Pagell; Wu; Wasserman (2010).

As razões para as práticas de continuidade na base de fornecimento podem ter uma natureza de curto ou longo prazo. No curto prazo, elas podem ser devido a uma diferenciação momentânea da *commodity*. Um fornecedor de madeira retirada de florestas com manejos sustentáveis ou um fornecedor de alimentos orgânicos diferenciam de seus pares no mercado, fornecendo um produto com um valor mais alto, reconhecido pelo mercado devido ao apelo ambiental e socialmente responsável. Entretanto, a partir do momento que esta característica ou prática torna-se plenamente consolidada, ou seja, a assimetria de informação deixa de existir, diversos fornecedores neutralizam esta diferença e o produto volta à condição de *commodity*. No longo prazo, um fornecedor de *commodity* deve ser analisado como um agente que, além de potencializar resultados financeiros, podem viabilizar resultados sociais e ambientais. Contudo, esses proventos aumentam suas possibilidades de melhoria com um relacionamento cooperativo de longo prazo entre comprador e fornecedor. A compreensão de

algumas necessidades específicas do comprador só é possível com um relacionamento cooperativo de longo prazo.

Baseado nas práticas de continuidade na base de fornecimento encontrado nas empresas pesquisadas, Pagell, Wu e Wasserman (2010) propõem modificações no modelo de compras de Kraljic. A “atualização do modelo” considera aspectos sociais e ambientais nas dimensões da matriz, atendendo o conceito do TBL. De quatro categorias iniciais do modelo de Kraljic (1983), a revisão propõe seis categorias, com as maiores mudanças para os itens alavancados, o Quadro 6 apresenta essas mudanças.

Quadro 6 – Categoria do portfólio de compras revisado

Categoria em Kraljic (1983)	Nova categoria	Risco de suprimento	Ameaça para os lucros, o meio ambiente e a sociedade	É de curto prazo?
Item estratégico	Item estratégico	Alto	Um alto pelo menos	Não
Item gargalo	Item gargalo	Alto	Todos baixo	Não
Item não-crítico	Item não-crítico	Baixo	Todos baixo	Não
Item alavancado	<i>Commodity verdadeira</i>	Baixo	Um alto e outros baixo	Não
	<i>Commodity transitória</i>	Atualmente alto diante da assimetria de informação, retornará para baixo	Um alto e outros baixo	Sim
	<i>Commodity estratégica</i>	Comprador leva do baixo para o alto	Um alto pelo menos	Não

Fonte: Pagell, Wu e Wasserman (2010).

No eixo vertical da matriz da Figura 22, assim como no Quadro 6, pode-se verificar a mudança da dimensão “importância da compra” da matriz original de Kraljic para a dimensão “ameaça para os lucros, o meio ambiente e a sociedade”. Ou seja, O TBL e não apenas os aspectos financeiros devem ser analisados na nova proposta.

Figura 22 – Matriz do portfólio de compras sustentável

Fonte: Pagell; Wu; Wasserman (2010)

As características de cada segmento no modelo de Pagell, Wu e Wasserman (2010) são:

Itens estratégicos. A mudança nessa categoria está na sua importância, que não se restringe a aspectos econômicos, mas pode envolver elementos sociais e ambientais. Ou seja, um item estratégico tem um risco de suprimento alto e uma ameaça a qualquer um dos aspectos do TBL também alto.

Itens gargalos. Não há mudanças. Os itens gargalos envolvem baixo impacto em qualquer dos elementos do TBL, mas alto risco de suprimento. Devido a essa instabilidade no fornecimento, altos níveis de estoque de segurança e busca de novas fontes de fornecimento são alternativas recomendadas para sua gestão.

Commodity verdadeira. Dentre as três novas categorias derivadas dos itens alavancados, a *commodity* verdadeira é a mais semelhante ao original. Ela possui importância em apenas um elemento do TBL e um risco de suprimento baixo, de maneira a não fornecer grandes dificuldades na troca de fornecedor.

Commodity transitória. Derivada da categoria de itens alavancados, a *commodity* transitória envolve as práticas de continuidade na base de fornecimento de natureza de curto prazo. Ou seja, o risco no fornecimento é provavelmente transitório, pois a diferenciação do fornecedor é momentânea. Em um prazo não muito longo, outros fornecedores seguiram ao novo padrão e o produto voltará novamente à condição de *commodity*. Por exemplo, batata com certificação de não ser geneticamente modificado. Inicialmente, o produto é

diferenciado, mas em pouco tempo, estabelece-se uma norma de certificação e surge um novo mercado de commodity.

Commodity estratégica. Também derivada da categoria de itens alavancados, a *commodity* estratégica envolve as práticas de continuidade na base de fornecimento de natureza de longo prazo. Ou seja, o risco no fornecimento é estratégico devido aos investimentos feito pelo comprador no relacionamento com o fornecedor. Esses investimentos são realizados devido a elementos sociais e ambientais. Por exemplo, uma empresa investe no desenvolvimento de processos sustentáveis em um fornecedor na China. Essa iniciativa minimiza as ameaças ao TBL e cria novas oportunidades de um relacionamento duradouro, mas aumenta o risco de perda de investimento se houver a troca de fornecedor. Diferente dos itens estratégicos, na *commodity* estratégica, o risco no suprimento aumenta devido às escolhas do comprador em investir em determinado fornecedor.

Itens não-críticos. Não apresentam modificações em relação ao modelo de Kraljic. Nessa categoria, os riscos de suprimentos e as ameaças do TBL são baixos. O objetivo na gestão nessa categoria é obter o menor custo de suprimento.

O modelo de Pagell, Wu e Wasserman (2010) introduz os elementos sociais e ambientais nos modelos de portfólio de compras de maneira enfática. Contudo, uma reflexão sobre as três etapas necessárias na implementação de um modelo de portfólio de compras levanta o questionamento se a análise do TBL deve ser mesmo na primeira etapa, ou deveria ser na segunda etapa de análise de relacionamento com o fornecedor. De acordo com Nellore e Söderquist (2000), a análise do relacionamento com os fornecedores deve ser feito na segunda etapa em uma matriz que confronta intensidade da relação com o fornecedor e com a atratividade do fornecedor; a matriz de Kraljic é utilizada na primeira etapa, com foco no item comprado, sem especificar nem analisar os fornecedores de forma individual. Desta forma, uma alternativa interessante seria analisar os aspectos de continuidade levantados por Pagell, Wu e Wasserman (2010) na segunda etapa do modelo de portfólio de compras, proposto por Nellore e Söderquist (2000), na matriz de relacionamento com o fornecedor. Assim, as razões das práticas de continuidade de curto prazo (assimetria de informação) estariam contribuindo para dimensão atratividade do fornecedor e as razões das práticas de continuidade de longo prazo estariam contribuindo para a dimensão intensidade do relacionamento.

Uma característica comum em todas as propostas de segmentação da base de suprimentos estudadas é o fato das análises não se restringirem a variáveis quantitativas, mas considerarem também a importância de variáveis qualitativas. A próxima seção discute o aumento da relevância deste tipo de critério na gestão de fornecedores.

2.3 Critérios qualitativos

A avaliação de fornecedores, assim como o processo de seleção, envolve diversos critérios (CHERAGHI; DADASHZADEH; SUBRAMANIAN, 2004; HO; XU; DEY, 2010; LIMA JUNIOR; CARPINETTI; OSIRO, 2011; PRAJOGO et al., 2012). Desde o trabalho seminal de Dickson (1966), em que o autor destacou 23 critérios utilizados na seleção e avaliação de fornecedores, decisões de suprimentos têm sido estudadas com o envolvimento de diversos critérios. Alguns são de fácil mensuração como preço de aquisição, *lead time* de entrega, quantidade de itens não conformes etc., enquanto outros são muito difíceis de medir, como: intensidade de troca de informação e comprometimento estratégico. Contudo, os modelos de segmentação e portfólio de compras precisam considerar todos esses diferentes critérios na sua construção.

Antes da gestão da base de suprimentos ganhar a atual relevância nas decisões estratégicas da empresa, com a ascensão de temas como *Just in Time* (JIT), Gestão da Qualidade Total - *Total Quality Management* (TQM) e Gestão da Cadeia de Suprimentos - *Supply Chain Management* (SCM); Dickson (1966) indicou a habilidade de atender os padrões de qualidade, entregar pedidos nas datas especificadas e o histórico de desempenho os aspectos mais relevantes na avaliação dos fornecedores, voltados para o processo de seleção. Esses aspectos mais citados no levantamento tem a característica comum de serem quantitativos e relativamente fáceis de mensurar.

Mais de dez anos depois, Dempsey (1978) também aponta uma priorização de aspectos quantitativos semelhantes ao trabalho de Dickson. De acordo com o autor, atributos relacionados com eficiência operacional, como preço, capacidade técnica, atendimento as especificações e entrega tem uma classificação prioritária na avaliação das opções de fornecedores. Entretanto, o autor reconhece que os atributos classificados em um nível intermediário de importância, que são de natureza subjetiva, como reputação, controles operacionais, sistema de comunicação e gestão e organização, podem ser os determinantes da escolha do fornecedor. Além disso, ele destaca que a importância relativa dos diferentes atributos do fornecedor varia de acordo com o problema a ser solucionado com a compra.

Weber, Current e Benton (1991) analisaram as mudanças ocorridas desde o trabalho de Dickson (1966) até o início dos anos 1990's, como: novas tecnologias de informação, aumento da competitividade nos mercados, maiores níveis de qualidade de produtos e serviços, maior relevância das estratégias de operações e o JIT. O levantamento feito pelos

autores nas principais publicações sobre suprimentos, durante este período, mostra que as mudanças nos critérios de seleção e avaliação de fornecedores estão relacionadas principalmente a influência do JIT. Os critérios apontados como os mais relevantes estão associados a esta filosofia de gestão de operações como preço, entrega, qualidade, instalações de produção e capacidade, localização geográfica e capacidade técnica. Percebe-se a inclusão de elementos que caracterizam uma preocupação com aspectos menos tangíveis, como instalações de produção e capacidade técnica que são fundamentais nos relacionamentos duradouros do JIT.

Em um trabalho mais recente, Cheraghi, Dadashzadeh e Subramanian (2004), afirmam que o aumento da competição e a globalização facilitada pelas tecnologias baseadas na internet têm modificado drasticamente o ranking e introduzido novos critérios no processo de seleção e avaliação de fornecedores. Os resultados de sua pesquisa permitem concluir que os critérios continuarão a se modificar nos próximos anos, considerando os aspectos tradicionais de desempenho (qualidade, entrega, preço e serviço) somados aos não tradicionais envolvendo comunicação, melhoria dos processos, compromisso de longo prazo etc. Estes são mais difíceis de mensurar, e por isso menos utilizados nas empresas (KANNAN; TAN, 2002).

Kannan e Tan (2002) analisaram o processo seleção e avaliação de fornecedores, com levantamento da literatura, entrevistas com profissionais da área e análise de manuais de empresas. Eles identificaram dez itens de avaliação de fornecedores e agruparam em três fatores, conforme ilustrado no Quadro 7.

Quadro 7 – Fatores de análise de avaliação de fornecedores.

Fator	Item de avaliação
Qualidade de entrega e serviço	Nível de serviço
	Pontualidade de entrega
	Nível de qualidade
	Quantidade correta
Capacidade de resposta	Boa vontade para modificar os produtos e serviços para satisfazer as mudanças da empresa
	Respostas rápidas em caso de emergência, problemas ou pedido especial
	Boa vontade para participar no desenvolvimento de novos produtos, análise de valor
	Flexibilidade para responder mudanças inesperadas da demanda
Compartilhamento de informações	Uso de EDI
	Boa vontade em compartilhar informações

Fonte: Kannan e Tan (2002).

Os três fatores: qualidade de entrega e serviço, capacidade de resposta e compartilhamento de informações foram utilizados para realização de uma pesquisa *survey* com empresas norte-americanas. Os itens do fator qualidade de entrega e serviço são de natureza técnica de fácil mensuração, natureza quantitativa; já os itens dos fatores capacidade de resposta e compartilhamento de informação, tem um componente social e são de difícil mensuração, natureza qualitativa. A pesquisa apontou o fator qualidade de entrega e serviço o mais relevante para os participantes da pesquisa de forma geral. Entretanto, análise multivariada sobre o desempenho das empresas, foi o fator compartilhamento de informações que demonstrou ter maior contribuição para aumento do *market share* e retorno sobre ativos da empresa. Ou seja, as empresas do levantamento que se destacam na melhoria desses indicadores de desempenho globais tem dado mais importância para o fator compartilhamento de informações que seus pares que não tem conseguido destaque. Alto nível de desempenho do fornecedor na rapidez de resposta, no preço e na qualidade de entrega e serviço não impactam significativamente no *market share* e no retorno de ativos, porque esse mesmo nível de desempenho provavelmente é fornecido para outras empresas, inclusive concorrentes diretos.

Da mesma forma que no levantamento feito para o processo de seleção, na avaliação de fornecedores, Kannan e Tan (2002) concluem que os critérios operacionais (quantitativos),

tangíveis, são relevantes para todos os tipos de relacionamentos entre empresas e são apontados na média geral como mais relevantes. Contudo, são os critérios qualitativos, de difícil mensuração, como compartilhamento de informações, comprometimento, confiança e envolvimento, os que mais contribuem para diferenciação e melhoria do desempenho no longo prazo da empresa. Os critérios operacionais, mais consolidados, devem ser utilizados na avaliação de todos os fornecedores: dos fornecedores de itens padronizados (não críticos) até os parceiros estratégicos (com desenvolvimento de produto e processos em conjunto). Os critérios qualitativos, menos consolidados nas empresas, devem ser utilizados na avaliação dos fornecedores classificados como parceiros estratégicos, cujo relacionamento é de longo prazo com diversos projetos em conjunto.

Esses resultados são coerentes com Ellram (1990), que diferenciou os critérios tradicionais de fácil mensuração e os critérios intangíveis de difícil mensuração. Os primeiros que incluem custos, não conformidades, níveis de serviço etc foram denominados pela autora: critérios *hard*. Já os últimos que incluem compatibilidade estratégica, comprometimento, troca de informações etc foram denominados de critérios *soft*. De acordo com seu trabalho, estas tem destaque no estabelecimento de parcerias estratégicas entre comprador e fornecedor, proporcionando maior impacto no longo prazo que os critérios *hard*.

Segundo Gunasekaran e Kobu (2007), critérios intangíveis (*soft*) devem ser utilizados em níveis de decisão estratégicos, enquanto critérios tangíveis (*hard*) devem ser utilizados em níveis de decisão operacionais. No nível tático, um mix desses dois tipos de critérios deve ser utilizado.

Lockström et al. (2010), em pesquisa sobre o relacionamento entre OEM e fornecedores da indústria automotiva chinesa, afirmam que além dos critérios de medição de desempenho clássicos como custo, qualidade, entrega e flexibilidade, mais atenção deve ser dada a critérios “*soft*” como: potencial de desenvolvimento de inovação, suporte da alta gerencia, mentalidade de processo/qualidade/cadeia de valor, habilidades de aprendizagem organizacional e colaborativa e nível de confiança entre as empresas.

Apesar de difícil mensuração, os aspectos intangíveis dos fornecedores e dos seus relacionamentos precisam ser avaliados nas empresas (WEBER; CURRENT; BENTON, 1991; CHERAGHI; DADASHZADEH; SUBRAMANIAN, 2004; LOCKSTRÖM et al., 2010). Formas de avaliação desses aspectos qualitativos precisam ser desenvolvidas para a dificuldade de sua quantificação não continuar limitando sua utilização na avaliação da base de fornecedores (KANNAN; TAN, 2002).

A quantificação de variáveis qualitativas nas dimensões dos modelos de portfólio de compras pode ser feita com a utilização de técnicas multicritério. Neste sentido, o AHP aparece com destaque sendo utilizado em diversos trabalhos (OLSEN; ELLRAM, 1997; LEE; DRAKE, 2010; PARK et al., 2010).

A lógica *fuzzy*, com sua aplicação voltada para variáveis qualitativas em um ambiente de incerteza e imprecisão, apresenta-se como uma interessante alternativa para tratar da falta de precisão dos parâmetros das dimensões das matrizes.

Os diagnósticos dos relacionamentos da organização com seus fornecedores, por meio de inferências *fuzzy* com suas variáveis qualitativas, devem fornecer diretrizes para a melhoria das relações de suprimentos. A próxima seção discute diversas iniciativas para o desenvolvimento de fornecedores, que envolvem tanto o aumento da intensidade do relacionamento como o estímulo a melhoria da atratividade do fornecedor.

2.4 Desenvolvimento de fornecedores

De acordo com Hahn, Watts e Kim (1990), um programa de desenvolvimento de fornecedores pode ser definido como qualquer esforço organizacional sistemático para criar e manter uma rede de fornecedores competentes. Em uma visão estreita, isso envolve a criação de novas fontes de suprimentos quando não há um fornecedor adequado para suprir as necessidades. Em uma visão mais ampla, o programa também pode envolver atividades voltadas para a melhoria dos atuais fornecedores, com competências necessárias para atender os novos requisitos do comprador.

Krause (1997) e Gonvidan, Kannan e Haq (2010) analisam as atividades de desenvolvimento de fornecedores focado na melhoria do fornecedor e não na simples troca deste. Em seus trabalhos, o desenvolvimento de fornecedores é qualquer esforço de uma empresa para melhorar o desempenho e/ou competências do fornecedor para atender suas necessidades de suprimentos no curto e/ou longo prazo. As atividades de desenvolvimento de fornecedores são diversas, de limitados esforços, como uma avaliação informal ou solicitação de melhoria de desempenho até esforços extensivos, como treinamento de profissionais do fornecedor e investimentos específicos nas operações do fornecedor.

As diversas alternativas de desenvolvimento de fornecedores podem ser adotadas dependendo do contexto do problema e dos objetivos a serem alcançados. Krause (1997) lista

algumas atividades para o desenvolvimento de fornecedores: introdução de competição na base de suprimento; avaliação do fornecedor como pré-requisito para novas atividades de desenvolvimento; criação de expectativas de desempenho; reconhecimento do bom desempenho do fornecedor; promessa de benefícios futuros; visitas às instalações; treinamento e ensinamento dos profissionais do fornecedor; intercâmbio de pessoal entre as empresas e investimento específico direto no fornecedor. De acordo com o levantamento do autor, atividades como avaliação e *feedback*, visitas, solicitações melhoria de desempenho e promessa de benefícios futuros são mais utilizadas que atividades como treinamento e ensinamento dos profissionais do fornecedor ou investimento específico direto no fornecedor (que são mais estratégicas). As empresas compradoras pesquisadas relataram resultados positivos com as atividades de desenvolvimento de fornecedores, mas também reconheceram que questões estratégicas poderiam ser mais bem trabalhadas, como aumento da participação dos fornecedores no processo de desenvolvimento de produto. Modi e Mabert (2007), em estudo com fabricantes norte-americanos, sugerem que a avaliação e os esforços para certificação são importantes pré-requisitos para iniciativas mais profundas de desenvolvimento de fornecedores, com a transferência de conhecimento por meio de atividades como visitas e treinamento.

Prajogo et al. (2012), em um estudo empírico com 232 empresas australianas, relacionam práticas de gestão de fornecedores com o desempenho operacional da empresa. As três práticas analisadas, que têm um caráter mais amplo que as atividades listadas por Krause (1997), são: relacionamento estratégico de longo prazo, avaliação de fornecedores e integração logística. Os critérios de desempenho operacional são: qualidade, entrega, flexibilidade e custo. Relacionamento estratégico de longo prazo pode ser definido como relações de longo prazo entre uma empresa e seus fornecedores, buscando uma situação ganha-ganha. Nessas relações próximas, os compradores tem interesse em compartilhar riscos e recompensas, fazer um planejamento e desenvolver esforços conjunto para resolver problemas e manter a relação por um longo período de tempo. Avaliação de fornecedores, segundo Talluri e Sarkis (2002), é definida pela avaliação da capacidade e desempenho de um fornecedor com outras fontes similares na provisão das necessidades da empresa compradora. A avaliação da capacidade está focada no potencial do fornecedor em atender necessidades de longo prazo; enquanto, a avaliação do desempenho está mais focada o curto prazo. Integração logística tem como foco a coordenação no fluxo de materiais que permite “suavizar” o processo de produção. Essa coordenação deve envolver não só um elo entre o fornecedor direto e o comprador, mas toda cadeia de suprimentos. O estudo conclui que avaliação do

fornecedor tem uma relação positiva com desempenho em qualidade; enquanto relacionamento estratégico de longo prazo e integração logística tem relação positiva com o desempenho em entrega, flexibilidade e custo.

Para Krause, Handfield e Tyler (2007), as atividades de desenvolvimento de fornecedores: alocação de engenheiros para melhoria da capacidade técnica do fornecedor, desenvolvimento de equipes dedicadas e visitas regulares dos profissionais nas instalações do fornecedor tem um impacto maior nos indicadores de qualidade, entrega e flexibilidade que nos resultados de custo. Essas interações criariam um ambiente apropriado para transferência de conhecimento tácito entre as empresas facilitando o aprendizado.

As iniciativas de desenvolvimento são diversas. A adoção de uma ou outra depende do contexto do relacionamento e dos objetivos do programa (KRAUSE, 1997; HUMPHREYS; LI; CHAN, 2004; KRAUSE; HANDFIELD; TYLER, 2007; MODI; MABERT, 2007). Contudo, Krause, Handfield e Scannell (1998) apresentam um modelo genérico para o processo de desenvolvimento de fornecedores, conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 – Modelo genérico para o processo de desenvolvimento de fornecedor
Fonte: Krause Handfield e Scannell (1998).

Em sua revisão bibliográfica, Gonvidan, Kannan e Haq (2010) fazem uma breve descrição da história do desenvolvimento de fornecedores. Os autores também identificam na literatura quinze critérios (iniciativas) considerados no desenvolvimento de fornecedores, conforme o Quadro 8. O ordenamento e determinação dos relacionamentos entre esses critérios são feito com o Modelamento Estrutural Interpretativo, *Interpretative Structural Modeling* (ISM) em uma montadora automotiva na Índia. A Figura 24 representa os relacionamentos entre os 15 critérios.

Quadro 8 – Iniciativas de desenvolvimento de fornecedores

	Iniciativas	Descrição
1	Pressão competitiva	Desenvolver pressão competitiva com múltiplas fontes e motivar outros fornecedores a melhorar a qualidade enquanto mantem-se pressão no fornecedor primário para não reduzir o desempenho
2	Avaliação e certificação	Empresas usam sistemas de avaliação formal e programas de certificação para comunicar suas expectativas e motivar os fornecedores a melhorar o desempenho. Assim, a avaliação pode ajudar a identificar onde as atividades de desenvolvimento de fornecedores poderia se concentrar e prover um benchmark para avaliar os resultados.
3	Incentivos	Motivar os fornecedores. Uma organização pode oferecer incentivos que incluem o compartilhamento de resultados da diminuição dos custos, aumento das compras, negócios futuros e prêmios.
4	Programas de desenvolvimento de fornecedores	Esforços para medir e melhorar produtos e serviços de fornecedores, qualidade de material, competência de entrega e serviço de suprimento.
5	Comunicação organizacional	A comunicação entre fornecedor e comprador deveria ser bidirecional, nos dois sentidos, para melhorar o desempenho do fornecedor por meio do <i>feedback</i> do comprador.
6	Relacionamento comprador-fornecedor	Percepção do fornecedor sobre o comportamento do comprador e atributos operacionais do relacionamento: comprometimento do comprador, cooperação e ligações operacionais.
7	Comprometimento do fornecedor	Comprometimento do fornecedor é definido com o grau em que ele se sente obrigado a continuar o negócio com uma determinada empresa compradora.
8	Desempenho do fornecedor	É a avaliação da eficiência e eficácia no cumprimento de uma determinada tarefa.
9	Ativos específicos	Ativos específicos representam investimentos específicos feitos pela empresa compradora no fornecedor. É parte central do desenvolvimento do fornecedor, que incluem investimentos diretos em recursos humanos ou ativos físicos que são dedicados para um fornecedor particular.
10	Ações conjuntas	Representa a cooperação entre compradores e fornecedores em atividades que são importantes para melhor o desempenho de ambas as partes.

Iniciativas	Descrição
11 Confiança	Relações com investimentos específicos aumentam a dependência do comprador no negócio com o fornecedor e expõe a grandes riscos e incertezas.
12 Metas de longo prazo	Desenvolvimento de fornecedores é um programa recíproco que requer um reconhecimento mútuo de comprador e fornecedor. Quando um fornecedor almeja melhorias adicionais e crescimento por meio de acordo com o comprador, uma estratégia comum deve existir entre ambas as partes, melhorando a chance de sucesso na aliança.
13 Apoio da direção	A direção da empresa deve encorajar e apoiar os gestores envolvidos com compras para investir seus recursos nas operações com os fornecedores.
14 Desempenho de compras	Desempenho de compras é definido em várias dimensões na literatura. A eficiência de função compras pode ser avaliada na sua habilidade na gestão da qualidade de suprimento, entrega, lead time e no controle do custo total de aquisição.
15 Objetivo estratégico do fornecedor	O desenvolvimento de fornecedor requer um reconhecimento mútuo de ambas as partes na melhoria contínua. O processo não funcionaria se o fornecedor não tem um objetivo estratégico compatível com do comprador

Fonte: Gonvidan, Kannan e Haq (2010).

Conforme observa-se na Figura 24, incentivos são um fator muito importante no processo de desenvolvimento de fornecedores. Eles formam a base da hierarquia de relacionamento entre os critérios, segundo Gonvidan, Kannan e Haq (2010). Incentivos levam aos critérios pressão competitiva, programas de desenvolvimento de fornecedores, relacionamento comprador-fornecedor e desempenho do fornecedor. Esses quatro critérios levam ao investimento em ativos específico, que por sua vez conduz a confiança dos fornecedores. A confiança leva para a comunicação inter-organizacional, comprometimento do fornecedor, ações conjuntas e apoio da alta gerencia. Estes conduzem para sistema de avaliação e certificação, metas de longo prazo, desempenho de compras e objetivos estratégicos de suprimentos para construir um bom processo de desenvolvimento de fornecedores.

Figura 24 – Modelo ISM de relacionamento entre os critérios de desenvolvimento de fornecedores
 Fonte: Gonvidan, Kannan e Haq (2010).

O modelo proposto por Gonvidan, Kannan e Haq (2010), Quadro 8 e Figura 24, pode ser usado para auxiliar o desenvolvimento de melhores relacionamentos com os fornecedores. Contudo, as iniciativas adotadas devem levar em consideração as necessidades de suprimentos e o contexto das empresas. Este diagnóstico pode ser realizado pelo modelo de portfólio de compras.

O próximo capítulo apresenta a teoria sobre conjuntos *fuzzy* e os seus sistemas de inferência. Estas técnicas são utilizadas na proposta de avaliação de desenvolvimento de fornecedores apresentadas neste trabalho.

3 Teoria dos conjuntos *fuzzy*

Os sistemas especialistas *fuzzy* têm sido cada vez mais utilizados no ambiente de negócios, devido aos seus procedimentos sistemáticos no tratamento de variáveis qualitativas (BOJADZIEV; BOJADZIEV, 2007; UNAHABHOKHA, 2007). Diversas questões no ambiente empresarial envolvem uma quantidade muito grande de informações que inviabilizam uma modelagem matemática minuciosa, apenas com variáveis quantitativas. Variáveis linguísticas (qualitativas) são utilizadas naturalmente nos processos de tomada de decisão dos gestores, contudo sua implementação computacional torna-se mais complicada. Segundo Zadeh (1973), ao sair do uso apenas com variáveis quantitativas para o uso de variáveis linguísticas, os sistemas tornam-se tão complexos e sofisticados que não podem ser trabalhados com os termos da matemática convencional. Assim, a lógica *fuzzy* torna-se uma opção bastante aceita na implementação de sistemas especialistas, utilizados no processo de decisão nas empresas. De acordo com Zimmermann (2001), as três razões principais para o uso da teoria dos conjuntos *fuzzy* em sistemas especialistas são:

- 1) A interface do sistema com o especialista, assim como o usuário, é na linguagem natural dos seres humanos, com variáveis linguísticas, que se mostra bastante apropriada;
- 2) A base de conhecimento de um sistema especialista é um repositório de conhecimento humano. Como o conhecimento humano é impreciso por natureza, a base de conhecimento do sistema é uma coleção de regras e fatos, na maioria dos casos, não totalmente certos e consistentes. O armazenamento dessa porção de conhecimento incerta e imprecisa é mais adequado com a utilização de conjuntos *fuzzy* ao invés de valores *crisp* e simbolismos.
- 3) Uma base de conhecimento com incertezas e imprecisões induz a conclusões com incertezas e imprecisões. A máquina de inferência deve ser equipada com capacidades computacionais que permitam a análise da transmissão da incerteza e imprecisão que permitam a interpretação e o entendimento do usuário.

As duas seções deste capítulo descrevem a teoria necessária para construção de um modelo quantitativo (sistema especialista) que utiliza regras de inferência *fuzzy* no tratamento de variáveis qualitativas relacionadas à gestão de compras. A primeira apresenta as características da lógica *fuzzy* e suas operações básicas, que permite o tratamento mais adequado de incertezas e imprecisões presentes nas variáveis relacionadas à avaliação de fornecedores. A segunda descreve os sistemas de inferência *fuzzy* – FIS (*Fuzzy Inference Systems*) – que são utilizados na construção do modelo apresentado no próximo capítulo.

3.1 Conjuntos *fuzzy*

Crisp significa dicotomia, desta forma, um elemento deve ser do tipo sim ou não. A lógica clássica funciona desta maneira: um determinado elemento pertence ou não a um determinado conjunto, não há possibilidade de algo entre os extremos de pertencer e não pertencer (ZIMMERMANN, 2001). *Fuzzy* significa nebuloso ou borrado, assim, ao contrário da lógica clássica, na lógica *fuzzy*, o limite para um elemento pertencer a um conjunto não é bem delimitado, de maneira abrupta. Há uma região nebulosa no limite de pertencer ou não ao conjunto. Um elemento pode ter diferentes graus de intensidade de pertencer a um conjunto.

De acordo com Simões e Shaw (2007), a lógica clássica (booleana), com variáveis *crisp*, é caracterizada fundamentalmente por uma função de pertinência bivalente, expressão 1. Ou seja, se o elemento pertence ao conjunto A, seu grau de pertinência é: $\mu_A = 1$, mas se o elemento não pertence ao conjunto A, seu grau de pertinência é: $\mu_A = 0$; apenas esses dois valores são possíveis para a função de pertinência.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{se } x \in A \\ 0 & \text{se } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

Um exemplo prático pode ser a determinação de atraso no fornecimento. Se o horário da entrega de duas peças, P_1 e P_2 , foi combinada às 08h:00min, a lógica convencional ou booleana determina que a entrega realizada após às 08h:00min está atrasada. Desta forma, se a entrega da peça P_1 ocorrer às 09h:30min, ela pertencerá ao conjunto das encomendas atrasadas; da mesma forma, se a entrega de P_2 ocorrer às 08:05min, esta também estará no mesmo conjunto com a mesma pertinência $\mu_1 = \mu_2 = 1$, Figura 25.

Figura 25 – Função de pertinência booleana para o conjunto encomendas atrasadas
Fonte: Adaptado de Simões e Shaw. (2007).

A utilização da lógica *fuzzy* para o mesmo exemplo permite uma “flexibilização” na inclusão de uma encomenda no conjunto das atrasadas. A entrega P_1 realizada às 09h:30min pertenceria mais ao conjunto de encomendas atrasadas que a P_2 realizada às 08h:05min, $\mu_1 > \mu_2$. A entrega pode ter diferentes graus de pertinência em relação ao conjunto de encomendas atrasadas no intervalo entre 08h:00min e 09h:30min, $\mu_A \rightarrow [0,1]$. Obviamente, neste período, quanto maior o atraso maior o grau de pertinência, Figura 26.

Figura 26 – Função de pertinência *fuzzy* para o conjunto encomendas atrasadas
Fonte: Proposto pelo autor.

3.1.1 Representação

Um conjunto *fuzzy* A de um universo de discurso U é caracterizado pela sua função de pertinência μ_A . A expressão 2 associa cada elemento x de U a um número $\mu_A(x)$ em um intervalo de 0 a 1 que representa o grau de pertinência de x em A .

$$\mu_A(x): U \rightarrow [0,1] \quad (2)$$

O suporte de A é o conjunto de pontos em U em que $\mu_A(x)$ é positivo. Um *singleton fuzzy* é um conjunto *fuzzy* cujo suporte é um único ponto em U . Se A é um *singleton fuzzy* cujo suporte é o ponto x , temos a expressão 3, onde μ é o grau de pertinência de x em A .

$$A = \mu_A(x)/x \quad (3)$$

Um *singleton não fuzzy* é $1/x$, pois entre os dois únicos valores possíveis: 0 (não pertencer ao conjunto) e 1 (pertencer ao conjunto), o valor positivo é 1.

Um conjunto *fuzzy* A discreto e finito pode ser representado como a união dos seus *singletons* constituintes, expressão 4 ou 5, onde os sinais de adição denotam a união dos elementos do conjunto A e não soma aritmética:

$$A = \mu_A(x_1)/x_1 + \mu_A(x_2)/x_2 + \dots + \mu_A(x_n)/x_n \quad (4)$$

ou

$$A = \sum_{i=1}^n \mu_i/x_i \quad (5)$$

No caso de conjuntos *fuzzy* em um universo de discurso contínuo, a representação é feita conforme a expressão 6.

$$A = \int \mu_A(x_i)/x_i \quad (6)$$

3.1.2 Tipos de funções de pertinência

Uma variável linguística é constituída por um conjunto de termos linguísticos. Na lógica *fuzzy*, cada termo linguístico é representado por uma função de pertinência. Por exemplo, para variável linguística cumprimento do prazo de entrega, podem-se adotar os termos linguísticos: adiantado, pontual e atrasado. A Figura 27 apresenta esta hierarquia, com

a relação de diferentes graus de pertinência de cada termo em função do horário de entrega. A entrega realizada às 08h:00min pertencerá ao conjunto do termo pontual com um grau de pertinência igual a 1. Entretanto, se a entrega ocorrer às 08h45min, seu grau de pertinência para este conjunto será 0,5. Neste horário, a entrega também terá um grau de pertinência igual a 0,5 para o conjunto do termo atrasado. Já a partir das 09h:30min, a entrega terá grau de pertinência igual a zero para o termo pontual e 1,0 para o termo atrasado.

Figura 27 – Hierarquia da variável linguística cumprimento do prazo de entrega
Fonte: Adaptado de Zadeh (1975).

Na situação descrita na Figura 27, o termo pontual poderia ser representado por uma função de pertinência triangular. O grau de pertinência deste termo seria nulo até às 06h:30min. A partir deste ponto, ele aumentaria linearmente até o valor máximo, $\mu = 1$, às 08h:00min. Depois, seu valor diminuiria linearmente novamente até zero às 09h:30min.

Além da forma triangular, outros tipos de função pertinência poderiam ser utilizados para representar o termo linguístico pontual. Na sequência do texto, as definições das funções triangulares, trapezoidais e gaussianas são apresentadas.

Funções triangulares

A Figura 28 apresenta o gráfico da função de pertinência triangular de um termo linguístico A para diferentes valores de x .

Figura 28 – Função triangular
Fonte: Proposto pelo autor.

A expressão 7 define a função de pertinência triangular, sendo m o valor de x para o máximo grau de pertinência, geralmente $\mu_A = 1$; a e b os limites do intervalo, respectivamente inferior e superior, onde $\mu_A > 0$.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x < a \\ \frac{x-a}{m-a}, & \text{se } x \in [a, m] \\ \frac{b-x}{b-m}, & \text{se } x \in [m, b] \\ 0, & \text{se } x > b \end{cases} \quad (7)$$

Funções trapezoidais

A Figura 29 apresenta o gráfico da função de pertinência trapezoidal de um termo linguístico A para diferentes valores de x .

Figura 29 – Função trapezoidal
Fonte: Proposto pelo autor.

A expressão 8 define a função de pertinência trapezoidal, sendo o grau de pertinência nulo para valores de x menor que a ; linearmente crescente até o valor máximo, geralmente

$\mu = 1$, para $x = m$; constante nesse valor para x entre m e n ; linearmente decrescente até zero em $x = b$ e nulo para x maior que b .

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{se } x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a}, & \text{se } x \in [a, m] \\ 1, & \text{se } x \in [m, n] \\ \frac{b-x}{b-n}, & \text{se } x \in [n, b] \\ 0, & \text{se } x \geq b \end{cases} \quad (8)$$

Funções gaussianas

A Figura 30 apresenta o gráfico da função de pertinência gaussiana de um termo linguístico A para diferentes valores de x .

Figura 30 – Função gaussiana
Fonte: Proposto pelo autor.

A expressão 9 define a função de pertinência gaussiana, com o eixo de simetria passando em $x = m$, em que $\mu = 1$.

$$\mu_A(x) = e^{-k(x-m)^2}, \quad \text{sendo } k > 1 \quad (9)$$

Além das funções mencionadas, inúmeros outros tipos diferentes podem ser utilizados para representar um termo linguístico. Segundo Zimmermann (2001), apesar de diversas formas serem possíveis, as funções triangulares e trapezoidais são as mais comuns devido à eficiência computacional.

Von Altrock (1997) denomina as funções triangulares e trapezoidais como funções de pertinência lineares. O autor descreve quatro passos para a definição de uma função de pertinência linear:

Passo 1: Para cada termo, defina o valor que melhor representa o significado linguístico do termo. Este valor mais típico para o termo tem um grau de pertinência $\mu = 1$.

Passo 2: Onde um termo tem grau de pertinência $\mu = 1$, seus termos adjacentes tem grau de pertinência $\mu = 0$.

Passo 3: Conecte o ponto de $\mu = 1$ com os pontos de $\mu = 0$ com linhas retas. O resultado é uma função triangular.

Passo 4: No termo mais a esquerda no universo de discurso, os valores a esquerda do seu valor mais típico devem ter $\mu = 1$. Da mesma forma, no termo mais a direita no universo de discurso, os valores a direita do seu valor mais típico devem ter $\mu = 1$.

3.1.3 Operações com conjuntos *fuzzy*

De acordo com Thole, Zimmermann e Zysno (1979), as operações básicas com conjuntos *fuzzy* são realizadas sobre suas respectivas funções de pertinência, com a utilização de operadores máximo e mínimo, que são semelhantes aos operadores produto e soma da álgebra elementar.

Interseção

O grau de pertinência $\mu_C(x)$ de uma interseção $C = A \cap B$ é definido pelos valores mínimos entre $\mu_A(x)$ e $\mu_B(x)$, conforme a expressão 10:

$$\mu_C(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \quad x \in X \quad (10)$$

União

O grau de pertinência $\mu_D(x)$ de uma união $D = A \cup B$ é definido pelos valores máximos entre $\mu_A(x)$ e $\mu_B(x)$, conforme a expressão 11:

$$\mu_D(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}, \quad x \in X \quad (11)$$

Complemento

O grau de pertinência $\mu_{\bar{A}}(x)$ de um conjunto *fuzzy* normalizado A é definido pela subtração de $\mu_A(x)$ de 1, conforme a expressão 12:

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x), \quad x \in X \quad (12)$$

3.1.3.1 Operadores gerais de interseção e união

Para Zimmermann (2001), diferentes operadores podem ser utilizados para realização de interseção e agregação entre conjuntos *fuzzy*, não apenas o mínimo e o máximo respectivamente. O uso de diferentes operadores se justifica pelos diferentes contextos de problemas onde a lógica *fuzzy* é utilizada. Os operadores utilizados para interseção de conjuntos *fuzzy* são agrupados na categoria de t-norma. Os operadores utilizados para união, por sua vez, são agrupados na categoria de t-conorma ou s-norma.

t-norma

Uma interseção/t-norma é uma operação binária, $[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$, que deve satisfazer as seguintes propriedades:

$$1) t(0,0) = 0; \quad t(\mu_A(x), 1) = t(1, \mu_A(x)) = \mu_A(x), \quad x \in X$$

$$2) t(\mu_A(x), \mu_B(x)) \leq t(\mu_C(x), \mu_D(x))$$

$$\text{Se } \mu_A(x) \leq \mu_C(x) \text{ e } \mu_B(x) \leq \mu_D(x) \quad (\text{monotonicidade})$$

$$3) t(\mu_A(x), \mu_B(x)) = t(\mu_B(x), \mu_A(x)) \quad (\text{comutativa})$$

$$4) t(\mu_A(x), t(\mu_B(x), \mu_C(x))) = t(t(\mu_A(x), \mu_B(x)), \mu_C(x)) \quad (\text{associativa})$$

Desta forma o operador mínimo é uma t-norma, pois satisfaz essas quatro propriedades. Entretanto, há outros operadores que também as satisfazem, sendo, portanto, t-normas. Por exemplo, o produto algébrico, o produto limitado e o produto drástico, mostrados respectivamente nas expressões 13, 14 e 15:

Produto algébrico:

$$\mu_C(x) = \mu_A(x) * \mu_B(x) \quad (13)$$

Produto limitado:

$$\mu_C(x) = \max(0; \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1) \quad (14)$$

Produto drástico:

$$\mu_C(x) = \begin{cases} \mu_A(x), & \text{se } \mu_B(x) = 1 \\ \mu_B(x), & \text{se } \mu_A(x) = 1 \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (15)$$

s-norma

Uma união *fuzzy*/s-norma é uma operação binária, $[0,1] \times [0,1] \rightarrow [0,1]$, que deve satisfazer as seguintes propriedades:

$$1) s(1,1) = 1; \quad s(\mu_A(x), 0) = s(0, \mu_A(x)) = \mu_A(x), \quad x \in X$$

$$2) s(\mu_A(x), \mu_B(x)) \leq s(\mu_C(x), \mu_D(x))$$

$$\text{Se } \mu_A(x) \leq \mu_C(x) \text{ e } \mu_B(x) \leq \mu_D(x) \quad (\text{monotonicidade})$$

$$3) s(\mu_A(x), \mu_B(x)) = s(\mu_B(x), \mu_A(x)) \quad (\text{comutativa})$$

$$4) s(\mu_A(x), s(\mu_B(x), \mu_C(x))) = s(s(\mu_A(x), \mu_B(x)), \mu_C(x)) \quad (\text{associativa})$$

Desta forma o operador máximo é uma s-norma, pois satisfaz essas quatro propriedades. Entretanto, há outros operadores que também as satisfazem, sendo, portanto, s-normas. Por exemplo, a soma algébrica, a soma limitada e a soma drástica, mostradas respectivamente nas expressões 16, 17 e 18:

Soma algébrica:

$$\mu_C(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) * \mu_B(x) \quad (16)$$

Soma limitada:

$$\mu_C(x) = \min(1; \mu_A(x) + \mu_B(x)) \quad (17)$$

Soma drástica:

$$\mu_C(x) = \begin{cases} \mu_A(x), & \text{se } \mu_B(x) = 0 \\ \mu_B(x), & \text{se } \mu_A(x) = 0 \\ 1, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (18)$$

3.1.4 Relações fuzzy

As relações *fuzzy* são estudadas amplamente e possuem diversas aplicações. Entretanto, esta seção se resume a relações binárias que são fundamentais no processo de inferência *fuzzy*, utilizado no trabalho.

A associação entre dois conjuntos *fuzzy*, em uma relação, é caracterizada pelos graus de pertinência. Considerando X e $Y \subseteq \mathbb{R}$ conjuntos universais, a expressão 19 é chamada de relação *fuzzy* $X \times Y$:

$$R = \{((x, y), \mu_R(x, y)) | (x, y) \in X \times Y\} \quad (19)$$

Exemplo: Com $X = \{x_1, x_2, x_3\}$ e $Y = \{y_1, y_2, y_3\}$, uma relação *fuzzy* definida pela regra “ x está próximo de y ” poderia ser representada pela expressão 20.

$$R = 0,2/(x_1, y_1) + 0,4/(x_1, y_2) + 0,5/(x_1, y_3) + 0,9/(x_2, y_1) + 0,1/(x_2, y_2) + 0,2/(x_2, y_3) + 1,0/(x_3, y_1) + 0,0/(x_3, y_2) + 0,3/(x_3, y_3) \quad (20)$$

A mesma relação também poderia ser representada por uma matriz, expressão 21.

$$R = \begin{bmatrix} 0,2 & 0,4 & 0,5 \\ 0,9 & 0,1 & 0,2 \\ 1,0 & 0,0 & 0,3 \end{bmatrix} \quad (21)$$

Ou também por um grafo direcionado, Figura 31:

Figura 31 – Relação *fuzzy* $X \times Y$ por um grafo direcionado
Fonte: Proposto pelo autor.

Em uma relação *fuzzy*, o grau de pertinência de um par (x,y) não pode exceder o valor do grau de pertinência de cada elemento, assim. Considerando X e $Y \subseteq \mathbb{R}$ e os conjuntos *fuzzy* A e B , respectivamente expressões 22 e 23.

$$A = \{(x, \mu_A(x)) | x \in X\}, \quad (22)$$

$$B = \{(y, \mu_B(y)) | y \in Y\}, \quad (23)$$

a relação *fuzzy* em A e B , expressão 24

$$R = \{((x, y), \mu_R(x, y)) | (x, y) \in X \times Y\} \quad (24)$$

deve ter o grau de pertinência menor ou igual de cada elemento correspondente em A e B , expressões 25 e 26.

$$\mu_R(x, y) \leq \mu_A(x), \forall (x, y) \in X \times Y \quad (25)$$

$$\mu_R(x, y) \leq \mu_B(y), \forall (x, y) \in X \times Y \quad (26)$$

3.1.4.1 Composição de relações fuzzy

Relações *fuzzy* em diferentes espaços (produtos cartesianos) podem ser combinadas pela operação de composição. Essas operações tem papel fundamental nos sistemas *fuzzy* baseado em regras.

Na literatura, há diferentes tipos de composições de relações *fuzzy*. Elas apresentam propriedades matemáticas e resultados diferentes, podendo ser divididas em três grupos fundamentais: max-min; max-product e max-average.

A composição max-min tem se apresentado como o mais conhecido e o mais frequentemente utilizado. Entretanto, frequentemente as composições max-product ou max-average levam a resultados mais satisfatórios (ZIMMERMANN, 2001). Para o desenvolvimento do presente trabalho, será utilizado a composição max-min na composição do conjunto *fuzzy* da variável de entrada com a relação de implicação de cada regra ativada.

Considerando as relações *fuzzy*: $R_1(x, y), (x, y) \in X \times Y$ e $R_2(y, z), (y, z) \in Y \times Z$, a composição max-min efetuada, representada por $R_1 \circ R_2$, será o conjunto *fuzzy* definido pela expressão 27:

$$R_1 \circ R_2 = \left\{ \left[(x, z), \max_y \left\{ \min \left\{ \mu_{R_1}(x, y), \left(\mu_{R_2}(y, z) \right) \right\} \right\} \right] \mid x \in X, y \in Y, z \in Z \right\} \quad (27)$$

Exemplo

Sejam as relações *fuzzy* $R_1(x, y)$ e $R_2(y, z)$ definidas pelas seguintes matrizes das expressões 28 e 29 respectivamente:

$$R_1(x, y) = \begin{matrix} & \begin{matrix} y_1 & y_2 & y_3 & y_4 & y_5 \end{matrix} \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,3 & 0,3 & 0,2 & 0,1 & 1,0 \\ 0,4 & 0,5 & 0,0 & 0,7 & 0,8 \\ 0,6 & 0,0 & 0,5 & 0,4 & 0,2 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (28)$$

$$R_2(y, z) = \begin{matrix} & \begin{matrix} z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,4 & 1,0 & 0,7 & 0,1 \\ 0,0 & 1,0 & 0,8 & 0,9 \\ 0,7 & 0,0 & 0,7 & 1,0 \\ 0,4 & 0,2 & 1,0 & 0,0 \\ 0,2 & 0,0 & 1,0 & 0,6 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (29)$$

A matriz com os grau de pertinência da composição máx-min de $R_1(x, y)$ e $R_2(y, z)$ é definida pela expressão 30:

$$R_1 \circ R_2(x, y) = \begin{matrix} & z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} \mu_T(x_1, z_1) & \mu_T(x_1, z_2) & \mu_T(x_1, z_3) & \mu_T(x_1, z_4) \\ \mu_T(x_2, z_1) & \mu_T(x_2, z_2) & \mu_T(x_2, z_3) & \mu_T(x_2, z_4) \\ \mu_T(x_3, z_1) & \mu_T(x_3, z_2) & \mu_T(x_3, z_3) & \mu_T(x_3, z_4) \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (30)$$

Sendo cada elemento $\mu_T(x_i, z_k)$ desta matriz determinado pelo processo da expressão 31:

$$\mu_T(x_i, z_k) = \text{máx} \begin{cases} \min(\mu_{R_1}(x_i, y_1); \mu_{R_2}(y_1, z_k)); \\ \min(\mu_{R_1}(x_i, y_2); \mu_{R_2}(y_2, z_k)); \\ \min(\mu_{R_1}(x_i, y_3); \mu_{R_2}(y_3, z_k)); \\ \min(\mu_{R_1}(x_i, y_4); \mu_{R_2}(y_4, z_k)); \\ \min(\mu_{R_1}(x_i, y_5); \mu_{R_2}(y_5, z_k)) \end{cases} \quad (31)$$

Para o elemento $\mu_T(x_1, z_1)$, expressão 32:

$$\mu_T(x_1, z_1) = \text{máx} \begin{cases} \min(0,3; 0,4) = 0,3; \\ \min(0,3; 0,0) = 0,0; \\ \min(0,2; 0,7) = 0,2; \\ \min(0,1; 0,4) = 0,1; \\ \min(1,0; 0,2) = 0,2 \end{cases} \quad (32)$$

Assim: $\mu_T(x_1, z_1) = 0,3$

Procedendo aos cálculos para os demais elementos da matriz de forma análoga, obtêm-se todos os graus de pertinência na 33:

$$R_1 \circ R_2(x, y) = \begin{matrix} & z_1 & z_2 & z_3 & z_4 \\ \begin{matrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0,3 & 0,3 & 1,0 & 0,6 \\ 0,4 & 0,5 & 0,8 & 0,6 \\ 0,5 & 0,6 & 0,6 & 0,5 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (33)$$

3.2 Sistemas de Inferência *Fuzzy*

Inicialmente, os sistemas de inferência *fuzzy* - *Fuzzy Inference Sytem* (FIS) - ou *Fuzzy Logic Control* (FLC) foram desenvolvidos prioritariamente para aplicações de sistemas de controle de engenharia industrial. Entretanto, cada vez mais, a metodologia esta sendo utilizada em problemas de negócios, financeiros e de gestão. Nelas, regras do tipo *if ... then ...* são utilizadas para compor a base de conhecimento (BOJADZIEV; BOJADZIEV, 2007).

Um FIS é eficaz quando boas soluções são suficientes, ele não deve ser utilizado para busca de soluções ótimas. Em problemas complexos com diversos critérios e variáveis, com incerteza e imprecisão, como nas decisões de gestão de negócio, é muito difícil determinar o que significa solução ótima (BOJADZIEV; BOJADZIEV, 2007). Assim, a implementação de FIS para apoio a decisões de gestão tem sido cada vez mais estudado por acadêmicos e utilizados em empresas. A Figura 32 apresenta o diagrama de blocos de um FIS. Tanto a entrada como na saída é marcada pela presença de valores *crisp*. Na entrada, valores *crisp* relativos à leitura ou diagnóstico de um problema real são lançados no FIS. Na saída do sistema, valores *crisp* são fornecidos, direcionando uma ação para solucionar o problema real. A transformação dos dados dentro do FIS segue um roteiro cujos processos são descritos nas seções seguintes.

Figura 32 – Diagrama de blocos de controlador *fuzzy* (FIS)

Fonte: Bojadziev e Bojadziev (2007).

3.2.1 Variáveis linguísticas descritas por conjuntos *fuzzy*

No início do desenvolvimento de um FIS, diante do problema real, as variáveis precisam ser identificadas. No ambiente empresarial, muitas são qualitativas de difícil mensuração. Decisões estratégicas envolvem diversas questões, não só de natureza econômica, mas também social e ambiental (PAGELL; WU; WASSERMAN, 2010; AMINDOUST et al. 2012). Além disso, elas precisam ser tomadas com agilidade em um ambiente de negócios altamente mutável. Tudo isso exige uma rápida sumarização das informações que levam a uma imprecisão e incerteza. Desta forma, as variáveis qualitativas, presentes frequentemente nas decisões de gestão, não são tratadas adequadamente pela lógica convencional (BOJADZIEV; BOJADZIEV, 2007; UNAHABHOKHA; PLATTS; TAN, 2007; AMID; GHODSYPOUR; O'BRIEN, 2011; AMINDOUST et al. 2012). A lógica *fuzzy* permite o uso das variáveis qualitativas na mesma linguagem dos especialistas e usuários (variáveis linguísticas). As variáveis linguísticas são representados por conjuntos *fuzzy*.

Para Zadeh (1975), variáveis linguísticas são aquelas cujos valores são palavras ou sentenças em uma linguagem natural ou artificial. Na sua explicação, o autor utiliza o exemplo de uma variável linguística idade cujos valores são palavras: jovem, não jovem, muito jovem, velho, muito velho etc. ao invés de números como: 07, 15, 21 etc. De maneira específica, uma variável linguística é caracterizada por cinco elementos $(x, T(x), U, G, M)$, onde x é o nome da variável; $T(x)$ é o conjunto do termo x , que é a coleção de valores linguísticos, com cada valor representando uma variável *fuzzy* denotado genericamente por X e variando sobre um universo de discurso U . G é a regra sintática que gera os termos em $T(x)$; e M é a regra semântica pela associação de cada elemento X ao seu significado, $M(X)$. Onde, $M(X)$ denota um subconjunto *fuzzy* de U .

Assim, no exemplo da idade, sendo X a variável linguística “Idade”, com $U = [0, 100]$. Seus termos, $T(x)$, que são conjuntos *fuzzy*, podem ser chamando de: muito jovem, jovem, velho etc. A variável u é um valor crisp, idade em anos de vida. $M(X)$ é a regra que atribui um significado ao conjunto *fuzzy*, expressão 34.

$$M(velho) = \{(u, \mu_{velho}(u)) | (u) \in [0,100]\} \quad (34)$$

O grau de pertinência do termo velho é definido pela expressão 35. Desta forma, para um $u = 25$ anos, tem-se $\mu_{velho} = 0$ e para um $u = 65$ anos, tem-se: $\mu_{velho} = 0,9$, conforme a expressão 35 e a Figura 33.

$$\mu_{velho}(u) = \begin{cases} 0 & u \in [0,50] \\ \left(1 + \left(\frac{u-50}{5}\right)^{-2}\right)^{-1} & u \in]50,100] \end{cases} \quad (35)$$

Figura 33 – Grau de pertinência do termo velho
Fonte: Adaptado de Zadeh (1975).

As principais aplicações das variáveis linguísticas estão nas áreas de inteligência artificial, linguística, padrão de reconhecimento, psicologia, direito, diagnósticos médicos, economia, processos de decisão etc. O conceito de variável linguística cria meios para caracterizar fenômenos bastante complexos ou muito pouco definidos, isso possibilita uma descrição em termos quantitativos, por meio da lógica *fuzzy*.

Da mesma forma que o exemplo de Zadeh (1975), as variáveis de problemas de gestão podem ser representadas por conjuntos *fuzzy*. A concorrência no mercado pode ser uma variável linguística, composta pelos termos: monopólio, oligopólio e concorrência perfeita. A quantidade de empresas listadas seria um valor *crisp* relacionado com a definição dos termos. Na etapa inicial de um sistema FIS, o processo de relacionar o valor *crisp* de entrada aos conjuntos *fuzzy* é conhecido por fuzzificação.

De acordo com Zimmermann (2001), uma das grandes virtudes da utilização de conjuntos *fuzzy* em sistemas especialistas é o tratamento das variáveis linguísticas. Com a

lógica *fuzzy*, o desenvolvimento da base de conhecimento do sistema trabalha com a mesma linguagem dos especialistas e usuários.

Von Altrock (1997) organiza diversas sugestões de caracterização de variáveis linguísticas e suas funções de pertinência para o desenvolvimento de FISs, sempre respeitando as características do problema a ser tratado:

- Quantidade ímpar de termos em cada variável;
- Mínimo de três e máximo de sete;
- Mínimo de três para as variáveis de entrada e cinco para as de saída.

Essas sugestões são muito importantes para o desenvolvimento de um FIS, conforme mostrado no capítulo de estruturação do modelo proposto. A combinação dos termos linguísticos são determinantes para implementação das regras de inferência que são apresentadas a seguir.

3.2.2 Regras de inferência

De acordo com Zimmermann (2001), regras de produção (*Production Rules*) ou regras de controle (*Control Rules*) ou regras de inferência (*Inference Rules*) são, de longe, os métodos mais frequentemente utilizados para modelar o conhecimento em um sistema especialista *fuzzy*. Geralmente, eles estão na forma: “**Se** <condição 1> **e** <condição 2> **e** ... **e** <condição m >, **então** <um conjunto de consequências pode ser produzidas>”. Uma das grandes vantagens desse esquema de regras é o desenvolvimento incremental do sistema especialista por meio da simples adição de uma nova regra $R+1$ e/ou condição $m+1$.

A abordagem de regras é o meio mais rápido de utilizar elementos da lógica *fuzzy* que são diretamente relevantes para aplicações em gestão de negócio e financeira (VON ALTROCK, 1997).

As regras de inferência utilizam as variáveis de entrada do FIS como suas m condições e as variáveis de saída como suas consequências. Assim, sendo A e B variáveis linguísticas de entrada, definidas respectivamente nos conjuntos de termos $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$ e $\{B_1, B_2, \dots, B_n\}$, e C a variável de saída definida no conjunto de termos $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$. De maneira geral, uma regra de inferência tem o formato da expressão 36.

$$\text{Regra } n: \quad \text{Se } A \text{ é } A_i \text{ e } B \text{ é } B_j \text{ então } C \text{ é } C_k \quad (36)$$

As operações de implicação com os termos linguísticos e a agregação dos consequentes das regras são realizadas pelo processo de inferência *fuzzy* descrito na seção seguinte.

3.2.3 Inferência *fuzzy*

A lógica *fuzzy* trabalha com uma “flexibilização” dos limites dos conjuntos da lógica booleana, que é a base do funcionamento dos computadores. Desta forma, a lógica *fuzzy* não pode ser processada diretamente nos computadores. Isso deve ser feito por um programa especial chamado máquina de inferência, em que estão os procedimentos de inferência *fuzzy* (VON ALTROCK, 1997).

De acordo com Bojadziev e Bojadziev (2007); Unahabhokha, Platts e Tan (2007), dos diversos procedimentos de inferência existentes, o método Mamdani é o mais utilizado. O procedimento está descrito no trabalho de Mamdani e Assilian (1975) que descreve a utilização da lógica *fuzzy* em um sistema de controle industrial e considerado a base para os FISs.

Zimmermann (2001) descreve o processo de inferência do controlador Mamdani em três etapas:

1. Determinação do grau de pertinência da entrada nos antecedentes da regra;
2. Determinação dos consequentes das regras;
3. Agregação dos consequentes das regras em um conjunto *fuzzy*.

3.2.3.1 Determinação do grau de pertinência da entrada nos antecedentes da regra

A determinação do grau de pertinência da entrada nos antecedentes da regra é determinada com a composição de relações max-min. A base de conhecimento de um FIS é composta por diversas regras de inferência. A **Figura 34** apresenta a estrutura de uma regra, considerando r_1 a primeira regra de um FIS. Os antecedentes da regra precedem o “então” e estão relacionados pelo conectivo lógico “e”. Assim, a relação de implicação entre os antecedentes é obtida com o operador min, representando a interseção.

Figura 34 – Estrutura de uma regra
Fonte: Proposto pelo autor.

Considerando A, B e C variáveis linguísticas, sendo A e B variáveis de entrada (precedentes) e C variável de saída (consequente), o grau de pertinência da entrada nos antecedentes da regra 1 da Figura 34 de um FIS, α_{r_1} , é determinado pela expressão 37.

$$\alpha_{r_1} = \min\{\mu_{A_i}(x), \mu_{B_j}(y)\} \quad (37)$$

3.2.3.2 Determinação dos consequentes das regras

A validade do consequente de uma regra está ligada diretamente com o grau de ativação dos seus antecedentes. Assume-se que regras com baixo grau de pertinência dos antecedentes têm pouca solidez dos seus conjuntos *fuzzy* consequentes. Assim, o grau de pertinência do consequente da regra da Figura 34, $\mu_C^{r_1}(z)$, é determinado pela expressão 38.

$$\mu_C^{r_1}(z) = \min\{\alpha_{r_1}, \mu_C(z)\} \quad (38)$$

3.2.3.3 Agregação dos consequentes das regras em um conjunto *fuzzy*

A agregação dos consequentes de todas as regras é obtida com a união de todos os conjuntos *fuzzy* de saída com o operador max. A expressão 39 representa a utilização max, para agregação dos consequentes de um conjunto de n regras

$$\mu_c(z) = \max\{\mu_c^{r_1}(z), \mu_c^{r_2}(z), \dots, \mu_c^{r_n}(z)\} \quad (39)$$

Este processo de agregação dos conjuntos *fuzzy* de saída de todas as regras gera uma região ativada ao longo do universo de discurso. Para sintetizar este resultado em um único valor *crisp*, um procedimento de defuzzificação deve ser realizado.

3.2.4 Defuzzificação

O processo de defuzzificação consiste em traduzir o valor da variável de saída inferida pelo conjunto de regras em um valor *crisp*. De acordo com Simões e Shaw (2007), seu objetivo é determinar um único valor *crisp* que melhor represente os valores *fuzzy* inferidos da variável linguística de saída. Os principais métodos de defuzzificação são o centro de área; o centro do máximo e a média dos máximos. Entretanto, a aplicação prática da saída é o principal determinante da escolha do método de defuzzificação mais apropriado.

3.2.4.1 Métodos de defuzzificação

Centro de área (CoA – *Center-of-Area*)

O método de centro de área (CoA) também é chamado de método do centro de gravidade (CoG – *Center-of-Gravity*) ou centroide devido ao cálculo utilizado para sua determinação. A partir da área na variável de saída, obtida pela agregação dos consequentes de todas as regras, seu centroide é calculado pela expressão 40. Esse valor divide a área em duas partes iguais.

$$CoA = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_c(z_k) \times z_k}{\sum_{k=1}^N \mu_c(z_k)} \quad (40)$$

A Figura 35 mostra o CoA para a variável de saída C. A centroide ou centro de gravidade da região em verde está na linha CoA.

Figura 35 – Defuzzificação pelo centro de área (CoA)
Fonte: Proposto pelo autor.

Centro do máximo (CoM – *Center-of-Maximum*)

O método de defuzzificação CoA, visto anteriormente, apresenta a desvantagem de necessitar de um considerável esforço computacional. O cálculo da área ativada da variável de saída para posterior determinação do ponto de equilíbrio não é uma operação elementar. O método de centro do máximo (CoM) apresenta um cálculo mais simples ao ignorar as áreas das funções de pertinência e considerar apenas seus respectivos picos (VON ALTROCK, 1997). A Figura 36 mostra as setas para baixo representando os pontos dos picos das funções de pertinência, os respectivos preenchimentos de preto caracterizam a ativação de cada função de pertinência, ou maior grau de pertinência. Assim, na determinação do CoM, cada seta preenchida de preto representa um peso pontual e o valor de saída defuzzificado é determinado calculando-se o ponto de equilíbrio.

Figura 36 – Defuzzificação pelo centro dos máximos (CoM)
Fonte: Proposto pelo autor.

A expressão 41 determina o centro do máximo, sendo: N a quantidade de funções de pertinência da variável de saída; z_k são os pontos de pico das funções de pertinência; e $\mu_c(z_k)$ são os respectivos maiores graus de pertinência.

$$CoM = \frac{\sum_{k=1}^N z_k \cdot \mu_c(z_k)}{\sum_{k=1}^N \mu_c(z_k)} \quad (41)$$

Média do máximo (MoM – *Mean-of-Maximum*)

O método de média do máximo (MoM) determina o valor *crisp*, considerando apenas os pontos de valor máximo para pertinência $\mu_c(z)$ da variável de saída. A expressão 42 determina a média do máximo, sendo: M a quantidade de pontos com o valor máximo de $\mu_c(z)$ e z_k são os valores correspondentes de z nos pontos onde $\mu_c(z)$ tem valor máximo (YAGER; FILEV, 1993).

$$MoM = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M z_k \quad (42)$$

A Figura 37 mostra a MoM para a variável de saída C . A linha MoM divide ao meio a região onde $\mu_c(z)$ tem valor máximo.

Figura 37 – Defuzzificação pela media do máximo (MoM)
Fonte: Proposto pelo autor.

Primeiro máximo (FM – *First Maximum*)

O método do primeiro máximo (FM) tem como virtude a simplicidade, mas dependendo do formato da área da variável de saída, seus resultados podem não ser adequados. A expressão 43 determina o primeiro máximo, sendo z_k os valores correspondentes de z nos pontos onde $\mu_c(z)$ têm valor máximo.

$$FM = \min Z_k \quad (43)$$

A Figura 38 mostra o FM para a variável de saída C. A linha FM está no primeiro valor de z cujo $\mu_c(z)$ tem valor máximo

Figura 38 – Defuzzificação pelo primeiro máximo (FM)
Fonte: Proposto pelo autor.

3.2.4.2 Classificação de acordo com a aplicação prática

De acordo com Von Altrock (1997) e Inform (2012), basicamente, os métodos de defuzzificação podem ser classificados em duas aplicações práticas distintas: melhor compromisso (*best compromise*) e resultado mais plausível (*most plausible result*). Desta forma, a principal decisão a respeito de qual método deve-se utilizar resume-se principalmente se o resultado final é obtido pelo melhor compromisso ou o resultado mais plausível da região *fuzzy* de saída do sistema. Dentro destes grupos, não existe diferença relevante que não possa ser resolvida por ajustes nas funções de pertinência das variáveis ou nas regras de inferência.

Melhor compromisso – *best compromise*

Para Von Altrock (1997), na maioria dos casos, os métodos de melhor compromisso são utilizados, pois todos os termos ativados contribuem para o valor *crisp* final. Os métodos

centro de área (CDA) e centro dos máximos (CoM) são de melhor compromisso; conforme a Figura 39, os dois termos ativados da região *fuzzy*, preenchidos em azul, são considerados na determinação do valor pontual defuzzificado. Este valor pode ser compreendido como um ponto de equilíbrio das contribuições de cada termo ativado, mostrado na Figura 40.

Figura 39 – Defuzzificação por melhor compromisso

Fonte: Proposto pelo autor.

Figura 40 – Influência de todos os termos na determinação do ponto de equilíbrio

Fonte: Adaptado de Von Altrock (1997).

Resultado mais plausível - *most plausible result*

Apesar dos métodos de melhor compromisso serem utilizados na maioria das aplicações, eles não são viáveis para algumas situações. Von Altrock (1997) apresenta o exemplo de um carro com um obstáculo no caminho, mostrado na Figura 41. Com o obstáculo no meio da sua rota, o carro tem duas opções viáveis e opostas: girar o volante de direção para direita ou girar o volante para esquerda. Uma decisão baseada na contribuição das duas soluções viáveis levaria a uma solução não adequada, a colisão com o obstáculo.

Figura 41 – Situação do carro com um obstáculo no meio
 Fonte: Adaptado de Von Altrock (1997).

A Figura 42 esquematiza as duas soluções possíveis para o exemplo do carro ponderando-as de maneira igualitária, causando uma decisão inadequada. Os pesos representam os dois termos ativados determinando um ponto de equilíbrio entre eles, indicado pela reta vermelha. Este ponto seria não ir para direita nem para esquerda, mas manter a direção neutra. Apesar desta solução sintetizar todas as contribuições dos termos ativados, a solução não seria desejável para o problema.

Figura 42 – Média das contribuições das soluções possíveis para o exemplo do carro com obstáculo
 Fonte: Adaptado de Von Altrock (1997).

Os métodos de resultado mais plausível (*most plausible solution*), ao invés de balancear todos os diferentes resultados da inferência, considera apenas o valor mais típico do termo mais válido, ou seja, com maior grau de pertinência. A Figura 43 ilustra a defuzzificação por método de resultado mais plausível. Observa-se que apenas o termo mais relevante, com maior grau de pertinência, é considerado na determinação do valor *crisp* de saída. Desta maneira, no exemplo do carro, a direção não seria tomada com a influência de ambas as opções, mas apenas de uma delas. O carro iria de forma firme na direção mais relevante e não se chocaria com o obstáculo.

Figura 43 – Defuzzificação por método de resultado mais plausível

Fonte: Proposto pelo autor.

Para Von Altrock (1997), Simões e Shaw (2007) e Inform (2012), os métodos de defuzzificação de melhor compromisso são mais adequados para sistemas de controle. Esses métodos, como CoA e CoM, são contínuos; ou seja, uma pequena mudança em uma variável de entrada não causa uma mudança abrupta na variável de saída. Esta característica é muito importante para a estabilidade no funcionamento de sistemas, pois mudanças abruptas na saída do controlador podem causar instabilidades e oscilações indesejáveis em um sistema. Por outro lado, os métodos de defuzzificação de resultado mais plausível são mais adequados para aplicações de reconhecimento de padrões. Métodos, como o MoM e FM, levam o sistema a determinar o padrão mais plausível, em uma situação semelhante ao exemplo do carro, onde os padrões seriam virar à direita ou virar à esquerda.

Em algumas aplicações, nenhuma defuzzificação é necessária. O próprio vetor de grau de pertinência da variável de saída já fornece a informação necessária para classificação do padrão de uma maneira mais completa que um único valor *crisp* (VON ALTROCK, 1997; SIMÕES; SHAW, 2007).

A teoria dos conjuntos *fuzzy* e os sistemas de inferência *fuzzy* discutidos neste capítulo fornecem subsídios para a construção do modelo proposto, descrito no próximo capítulo. A eficácia e eficiência do modelo estão relacionadas diretamente as escolhas fundamentadas nesta revisão teórica. Por exemplo, a quantidade de termos linguísticos e tipos de funções de pertinência para cada variável *fuzzy*, procedimento de inferência e métodos de defuzzificação utilizados em cada etapa do modelo devem ser determinados adequadamente para a correta avaliação dos itens comprados e relacionamentos com os diferentes fornecedores.

4 Modelo proposto

O objetivo deste capítulo é apresentar a sistemática para avaliação e desenvolvimento da base de fornecedores com a utilização de sistemas de inferência *fuzzy* para o tratamento de variáveis quantitativas e qualitativas.

A proposta está fundamentada nos principais modelos de segmentação ou portfólio de compras encontrados na literatura. Desta forma, sua estrutura está dividida em quatro etapas:

- 1) Análise e classificação de itens fornecidos;
- 2) Análise e classificação de relacionamentos;
- 3) Avaliação do fornecedor em função da classificação do item;
- 4) Plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores.

Cada uma destas etapas está fundamentada em um modelo estudado na literatura, conforme é apresentado na Figura 44. A primeira etapa, análise e classificação de itens fornecidos, está baseada no modelo pioneiro de Kraljic (1983), que é o mais referenciado no meio acadêmico e empresarial. Nela, dois grupos de variáveis relacionados ao item comprado são analisados: a complexidade do mercado fornecedor e a importância da compra. O primeiro grupo analisa elementos de natureza externa à empresa, sendo composto por quatro variáveis. Já o segundo, analisa elementos de natureza interna à empresa, sendo composto por três variáveis. A escolha destas variáveis baseia-se no levantamento bibliográfico. O Quadro 9 apresenta os principais trabalhos utilizados para fundamentação das escolhas destas variáveis.

O detalhamento da maneira como essas variáveis são analisadas no modelo estão descritas nas seções posteriores dedicadas aos respectivos sistemas de inferência *fuzzy* utilizados.

Figura 44 – Estrutura teórica geral do modelo
Fonte: Proposto pelo autor.

Quadro 9 – Levantamento teórico das variáveis de entrada do modelo

		Complexidade do mercado fornecedor				Importância da compra			Intensidade do relacionamento						Atratividade relativa do fornecedor			
		Concentração do mercado fornecedor	Barreiras de entrada no mercado fornecedor	Possibilidade de substituição	Integração na geração das especificações	Impacto na qualidade	Participação no custo total	Impacto social e ambiental	Troca de informações	Ligações operacionais	Obrigações contratuais	Normas de cooperação	Adaptações específicas do comprador	Adaptações específicas do fornecedor	Fatores econômicos e financeiros	Fatores organizacionais, culturais e estratégicos	Fatores tecnológicos	Fatores de desempenho
1	Porter (1980)	x	x	x														
2	Kraljic (1983)	x	x	x		x	x									x		
3	Ellram (1990)											x			x	x	x	x
4	Richardson (1993)	x	x		x	x										x	x	x
5	Dyer (1994)															x		x
6	Kamath e Liket (1994)		x		x	x	x									x	x	
7	Kanter (1994)								x		x	x			x	x		
8	Olsen e Ellram (1997)	x	x			x	x		x			x			x	x	x	x
9	Dyer; Cho e Chu (1998)								x	x		x						
10	Bensaou (1999)	x	x		x	x			x	x			x	x	x	x	x	
11	Cannon e Perreault (1999)								x	x	x	x	x	x				
12	Nellore e Söderquist (2000)	x	x		x	x	x		x			x	x	x		x	x	
13	Kannan e Tann (2002)						x		x	x						x		x
14	Liker e Choi (2004)	x			x	x			x	x	x	x	x	x		x	x	x
15	Schmitz e Platts (2004)								x		x	x						x
16	Krause, Handfield e Tyler (2007)								x			x		x	x			x
17	Hayes et al (2008)								x	x	x	x	x	x			x	
18	Correa (2010)	x	x			x	x	x	x	x	x	x				x	x	x
19	Govindan, Kannan e Haq (2010)								x	x		x	x			x		x
20	Lee e Drake (2010)	x				x	x								x			x
21	Lockström et al. (2010)									x		x				x	x	x
22	Pagell et al. (2010)	x	x	x		x	x	x		x					x	x	x	x
23	Park et al (2010)						x			x		x			x	x	x	x
24	Amindoust et al. (2012)					x		x							x	x	x	x
25	Prajogo et al. (2012)								x			x				x		x

Fonte: Proposto pelo autor.

Diferente de muitos modelos de portfólio de compras que se restringem apenas a análise dos itens comprados, como Park et al. (2010) e Pagell, Wu e Wasserman (2010), o modelo proposto neste trabalho também analisa e classifica os relacionamentos com os fornecedores. Este processo constitui a segunda etapa, que se baseia no modelo de Olsen e Ellram (1997), conforme apresentado na parte de baixo a esquerda da Figura 44. Nela também são analisados dois grupos de variáveis: intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor. A primeira apresenta seis variáveis, que se fundamentam primeiramente nos conectores de relacionamento de Cannon e Perreault (1999), mas também citados por outros autores. O segundo grupo apresenta quatro variáveis, também propostos por diversos autores, conforme mostra o Quadro 9.

A terceira etapa da sistemática utiliza as informações das duas etapas anteriores para identificar diferenças, *gaps*, entre o relacionamento atual com ideal para cada classificação de item comprado. A análise e classificação dos itens fornecidos na primeira etapa identificam como esses insumos devem ser gerenciados de acordo com cada categoria. A análise e classificação dos relacionamentos na segunda etapa caracteriza a situação atual do relacionamento com cada fornecedor. O *Gap* entre o padrão ideal da primeira etapa com a situação atual da segunda é o ponto de partida para a definição dos tipos de plano de ação determinados na última etapa da sistemática.

A quarta e última etapa da sistemática, diferentemente das propostas de Olsen e Ellram (1997); Bensaou (1999) e Nellore e Söderquist (2000), está separada da etapa anterior. Esses autores colocam a definição dos planos de ação juntamente com a análise de *gaps*; ou seja, a identificação da lacuna e a determinação de planos de ação formariam a terceira etapa juntas. Entretanto, as abordagens de melhoria contínua de processos na gestão da qualidade separam essas duas atividades (CAMPOS, 1992; CARVALHO; ROTONDARO, 2005; CARPINETTI, 2010; RODRIGUES, 2012; VIEIRA, 2012). Como a proposta de avaliação e desenvolvimento de fornecedores tem o propósito de possibilitar uma melhoria contínua, a determinação de planos de ação se separa da identificação dos *gaps* para constituir a quarta etapa, conforme mostra a Figura 44.

Uma forma analítica de representar o modelo é por meio de suas matrizes. A Figura 45 apresenta as matrizes das três primeiras etapas do modelo. A primeira etapa é representada pela matriz de itens fornecidos. Ela é formada no eixo horizontal, pela dimensão complexidade do mercado fornecedor; e no eixo vertical, pela dimensão importância da

compra. As combinações dos padrões alto e baixo nesses dois eixos formam os quatros diferentes portfólios de itens comprados: não-crítico, alavancado, gargalo e estratégico.

Figura 45 – Modelo para avaliação e desenvolvimento da base de suprimento

Fonte: Proposto pelo autor.

A segunda etapa é representada pela matriz de relacionamento com o fornecedor na Figura 45. Nove combinações podem ser formadas nesta matriz com a combinação dos padrões baixo, médio e alto entre os dois eixos. Elas caracterizam os relacionamentos com os fornecedores no que diz respeito à intensidade do relacionamento (eixo horizontal) e atratividade relativa do fornecedor (eixo vertical).

A terceira etapa é representada pela matriz de avaliação para gestão de fornecedores, na Figura 45. Ela está baseada no trabalho de Nellore e Söderquist (2000), e mostra as regiões de enquadramento ideal dos fornecedores na matriz de relacionamento para as quatro categorias de itens fornecidos: não-crítico, alavancado, gargalo e estratégico. A comparação entre a caracterização do relacionamento na segunda etapa com o enquadramento ideal da

matriz de avaliação pode destacar diferenças, *gaps*, que constituem oportunidades de melhoria.

Conforme a quarta etapa mostrada Figura 45, as melhorias podem ser alcançadas por meio de três tipos de plano de ação, propostos por Olsen e Ellram (1997):

- 1) Fortalecer a relação com o fornecedor;
- 2) Fortalecer a atratividade do fornecedor;
- 3) Realocação de recursos para apoiar os dois primeiros tipos de plano de ação.

Por exemplo, um item estratégico na matriz de itens fornecidos deve ter um fornecedor no quadrante 3 na matriz da Etapa 2, ou seja, com alta atratividade e alta intensidade do relacionamento. Caso o fornecedor não se encaixe nessa classificação, a empresa deverá investir no fortalecimento do relacionamento (primeiro grupo de plano de ação), melhorando o sistema de comunicação, aprimorando os contratos etc.; ou auxiliar o fornecedor em sua atratividade (segundo grupo de plano de ação), com ajuda para melhoria dos seus processos. Essas diretrizes têm por objetivo diminuir a lacuna entre o enquadramento do fornecedor avaliado e a combinação ideal mostrada na Figura 45.

Desta forma, a proposta combina os quatro segmentos de itens fornecidos com diferentes perfis de relacionamento com o fornecedor. A gestão diferenciada para cada segmento permite um atendimento às necessidades específicas para o suprimento de cada categoria de insumo, aumentando o valor fornecido; melhorando a alocação de recursos para o desenvolvimento de fornecedores prioritários e minimizando os custos e riscos, como a divulgação de conhecimentos estratégicos e informações confidenciais.

O uso da lógica *fuzzy* no tratamento das variáveis que compõem as dimensões das matrizes nas duas primeiras etapas utilizará a teoria dos sistemas de inferência *fuzzy* – *Fuzzy Inference Sytem* (FIS) – também conhecido por *Fuzzy Logic Control* (FLC). Apesar das aplicações iniciais dos FISs se voltarem para o controle de processos técnicos industriais como: aspiradores, fornos de cimento, câmeras etc. (ZIMMERMANN, 2001), há um crescente número de aplicações dos FISs na área de gestão de investimentos e negócios (BOJADZIEV; BOJADZIEV, 2007).

Para a implementação dos FISs do modelo foi utilizado o *software* FuzzyTECH 6.02a *Professional Edition* que foi adquirido por meio de recursos da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo). Inicialmente, o pacote *Fuzzy Logic Toolbox™* do Matlab® versão 7.8.0.347 (R2009a) foi utilizado, mas optou-se pelo FuzzyTECH devido aos seus recursos para depuração dos FISs, tanto no que diz respeito as funções de pertinência

como as bases de regras; e a possibilidade de trabalhar com hierarquias agrupando as variáveis e construindo diferentes bases de regras.

Os termos das variáveis *fuzzy* do modelo são representados por funções de pertinência triangulares e trapezoidais, porque estes são os tipos mais simples e de maior eficiência computacional. A quantidade de termos de cada variável de entrada é três, que é o mínimo sugerido por Von Altrock (1997). Já nas variáveis de saída, a quantidade de termos segue as quantidades de padrões pré-estabelecido para formar os respectivos modelos de portfólio.

Mamdani é o procedimento de inferência adotado no modelo, por ser amplamente testado na literatura, de acordo com Zimmermann (2001), Bojadziev e Bojadziev (2007) e Unahabhokha, Platts e Tan (2007). Desta forma, a relação de implicação é realizada pelo operador mínimo e a de agregação, pelo operador máximo.

Os métodos de defuzzificação usados são o MoM (média do máximo) e o CoM (centro do máximo). O MoM, que é um método de resultado mais plausível, é adotado no reconhecimento dos padrões pré-estabelecidos dos FIS. Já o CoM, que é um método de melhor compromisso, é adotado em uma etapa intermediária do FIS intensidade do relacionamento, anterior ao reconhecimento dos seus padrões pré-estabelecidos.

A próxima seção apresenta um detalhamento da sistemática proposta, com descrição de cada uma das quatro etapas do modelo, com destaque para os FISs das etapas de análise e classificação de itens comprados e análise e classificação de relacionamento com fornecedores.

4.1 Detalhamento da sistemática proposta

A lógica *fuzzy* é utilizada nas etapas 1 e 2 da sistemática proposta. Cada eixo das matrizes dessas duas etapas é analisado por um FIS cuja saída é um padrão pré-estabelecido. O enquadramento nas diferentes categorias da matriz de itens comprados utiliza os padrões reconhecidos pelo FIS complexidade do mercado fornecedor e pelo FIS importância da compra. Na matriz de relacionamento com o fornecedor, o enquadramento utiliza os padrões reconhecidos pelo FIS intensidade do relacionamento e pelo FIS atratividade relativa do fornecedor.

O Quadro 10 mostra as quatro etapas do modelo e as respectivas atividades de implementação. As próximas seções do texto descrevem cada uma dessas etapas.

Quadro 10 – Etapas do modelo

Etapa	Implementação
1. Análise e classificação de itens fornecidos	FIS Complexidade do mercado fornecedor
	FIS Importância da compra
	Matriz de itens comprados
2. Análise e classificação de relacionamentos	FIS Intensidade do relacionamento
	FIS Atratividade relativa do fornecedor
	Matriz de relacionamento com o fornecedor
3. Avaliação do fornecedor em função da classificação do item	Matriz de avaliação da gestão de fornecedores, com as informações das etapas 1 e 2
4. Plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores	Grupos de plano de ação e análise das variáveis com avaliação mais baixa

Fonte: Proposto pelo autor.

4.1.1 Análise e classificação de itens fornecidos

O foco nesta primeira etapa de avaliação são os itens fornecidos. A matriz de Kraljic (1983) foi escolhida para esta etapa por ser o modelo de portfólio de compras mais utilizado, de acordo com Day, Magnan e Moeller (2010). Suas dimensões complexidade do mercado fornecedor e importância da compra são utilizadas para classificação dos componentes nas categorias: não crítico, alavancado, gargalo e estratégico, conforme a Figura 46.

Cada eixo da matriz tem sua avaliação realizada por meio de um FIS, cujas variáveis de entrada são os elementos que caracterizam a dimensão. A variável de saída do FIS é o padrão pré-definido e reconhecido como mais adequado para caracterizar a dimensão analisada. Para as duas dimensões, tanto a complexidade do mercado fornecedor como a importância da compra podem ter o padrão *low* (baixo) ou *high* (alto), conforme apresentado pela Figura 46. Desta forma, para a etapa de avaliação e classificação de itens fornecidos, dois FIS são desenvolvidos. No primeiro, para avaliação da complexidade do mercado fornecedor,

a variável de saída deste FIS tem os padrões *low* e *high* que determinam o enquadramento do eixo horizontal. No segundo, para determinação da importância da compra, a variável de saída do FIS também tem os mesmos dois padrões usados para caracterizar o eixo vertical. Esses sistemas são apresentados nas seções seguintes.

Figura 46 – Análise e classificação de itens fornecidos
Fonte: adaptado de Kraljic (1983)

4.1.1.1 FIS Complexidade do mercado fornecedor

A dimensão complexidade do mercado fornecedor caracteriza o risco no fornecimento. Ela é composta por quatro variáveis de entrada, três já propostas no trabalho original de Kraljic (1983) e uma voltada para a crescente participação dos fornecedores no desenvolvimento de produtos. As variáveis originais são: concentração do mercado fornecedor; barreiras de entrada e possibilidade de substituição. A quarta variável, integração na geração das especificações do componente, é proposta por Nellore e Söderquist (2000) que

destacam a necessidade do modelo de portfólio considerar o processo de geração das especificações do produto comprado. A Figura 47 esquematiza as quatro variáveis de entrada que compõem a dimensão complexidade do mercado.

Figura 47 – Dimensão complexidade do mercado fornecedor
Fonte: Proposto pelo autor.

Apesar das diferenças em função do setor de atuação da empresa e da sua estratégia competitiva, o Quadro 11 mostra os aspectos importantes a serem considerados na avaliação de cada variável de entrada de maneira geral. As variáveis devem ser analisadas pelos especialistas considerando-se esses aspectos listados. O Quadro 11 também mostra a abreviação da variável que é utilizada na implementação computacional. Devido à estrutura enxuta das janelas da plataforma computacional, as variáveis foram nomeadas no sistema por suas respectivas abreviações.

Quadro 11 – Aspectos das variáveis de entrada do FIS complexidade do mercado fornecedor

Variável	Abreviação	Aspectos importantes
Concentração do mercado fornecedor	Mercado	Quantidade de fornecedores (monopólio/oligopólio) Tamanho dos fornecedores em relação à empresa
Barreiras de entrada no mercado fornecedor	Barreiras	Sofisticação tecnológica Investimento necessário Oportunidade de fazer ou comprar
Possibilidade de substituição	Substituição	Existência de outros componentes no mercado capazes de desempenhar a mesma função Nova tecnologia
Integração na geração das especificações	Especificações	Envolvimento dos profissionais das empresas no desenvolvimento das especificações do produto

Fonte: Proposto pelo autor.

Essas quatro variáveis, assim como as variáveis de entrada dos demais FIS, são caracterizadas por três funções de pertinência, conforme ilustrado na Figura 48. Von Altrock (1997) sugere que as variáveis de entrada tenham ao menos três funções de pertinência. A identificação dos parâmetros de cada função de pertinência segue o padrão definido na Seção 3.1.2 para funções trapezoidais (a, m, n, b) e triangulares (a, m, b).

Figura 48 – Parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada dos FISs
Fonte: Proposto pelo autor.

O Quadro 12 apresenta os valores dos parâmetros das três funções de pertinência das variáveis de entrada do FIS complexidade do mercado fornecedor. Para as quadro variáveis o universo de discurso é o intervalo fechado de zero a dez, que constitui o padrão de avaliação dos especialistas.

Quadro 12 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do FIS complexidade do mercado fornecedor

Termo linguístico	<i>Low</i>			<i>Medium</i>			<i>High</i>		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	n_h
Concentração do mercado fornecedor	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Barreiras de entrada no mercado fornecedor	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Possibilidade de substituição	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Integração na geração das especificações	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0

Fonte: Proposto pelo autor.

Na avaliação da primeira variável, concentração do mercado fornecedor, os modelos de mercado da microeconomia, como: monopólio, oligopólio e concorrência perfeita precisam

ser considerados. Um mercado fornecedor concentrado com poucos fornecedores aumenta o risco no fornecimento, enquanto um grande número de fornecedores dispersos diminui esse risco. Outro fator a ser considerado é o poder do fornecedor, relacionado ao seu tamanho. Quanto maior o tamanho dos fornecedores maior seu poder de negociação diante do comprador, aumentando os riscos de fornecimento.

Segundo Porter (1980), barreiras de entrada no mercado fornecedor tem um impacto significativo nos riscos de suprimento. Itens com grande sofisticação tecnológica representam altas barreiras de entrada, pois um alto investimento e um considerável período de desenvolvimento são necessários para uma nova empresa competir nesse mercado, ou para o comprador do item realizar uma integração vertical para trás.

A possibilidade de substituição do componente por outro de tecnologia diferente, capaz de executar a mesma função, diminui os riscos de dependência do comprador (PORTER, 1980 e RICHARDSON, 1993). Se uma empresa pode substituir um determinado tipo de componente por outro sem grandes adaptações, sua dependência em relação aos fornecedores diminui. Na verdade, a substituição de um item por outro de tecnologia diferente pode modificar totalmente os fornecedores potenciais da empresa.

O desenvolvimento das especificações do item fornecido foi considerado neste eixo da matriz de Kraljic devido a sua relação com o risco no fornecimento, verificado na revisão bibliográfica, principalmente em Nellore e Söderquist (2000). Produtos com especificações que seguem um padrão já estabelecido no mercado, sem nenhum trabalho conjunto com o fornecedor na sua determinação, oferecem um risco muito baixo no fornecimento, pois o fornecedor pode ser substituído sem necessidade de adaptações. Quando há uma participação da empresa na adequação de um produto do fornecedor, o risco aumenta, pois um investimento específico na adequação foi realizado e a troca de fornecedor cria a necessidade de uma nova adaptação. Contudo o extremo de maior risco é quando há uma intensa integração com o fornecedor no desenvolvimento. Neste caso, o fornecedor é parte fundamental de um projeto e sua saída representa riscos estratégicos.

Uma análise dos parâmetros das variáveis de entrada do FIS complexidade do mercado fornecedor permite a verificação que todos os três termos seguem um mesmo padrão nas quatro variáveis, conforme Quadro 12. A padronização foi adotada para facilitar a sistemática de avaliação das variáveis que tem uma uniformidade de termos e universo de discurso. Como os especialistas não participam da construção do modelo, a padronização facilita seu processo de avaliação.

A complexidade do mercado fornecedor é a variável de saída do FIS. Os consequentes das regras de inferência são as duas funções de pertinência desta variável, cujos parâmetros estão mostrados na Figura 49. Desta forma, os termos linguísticos utilizados para avaliar a complexidade do mercado fornecedor são os padrões pré-definidos *low* e *high* a serem reconhecidos. Estes padrões seguem a proposta original de Kraljic (1983).

Figura 49 – Parâmetros das funções de pertinência da variável de saída complexidade do mercado fornecedor

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 13 mostra os valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída, complexidade do mercado fornecedor. Eles caracterizam os padrões pré-estabelecidos para o eixo complexidade do mercado fornecedor na matriz de itens fornecidos mostrado na Figura 46.

Quadro 13 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída complexidade do mercado fornecedor

Termo linguístico	Low			High		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_h	m_h	n_h
Complexidade do mercado fornecedor	0,0	3,0	7,0	3,0	7,0	10,0

Fonte: Dados da pesquisa.

A base de regras do FIS está apresentada no Quadro 14. Segundo Zimmermann (2001), o sistema baseado em regras é uma das formas mais utilizadas para modelar o conhecimento em um sistema especialista. Logo, a base de regras deve ser discutida pelos gestores envolvidos no processo de suprimentos. Ela também deve ser constantemente reavaliada e modificada para adequar as mudanças do mercado. Contudo, devido ao foco do trabalho em descrever como a lógica *fuzzy* poderia ser utilizada no tratamento de variáveis qualitativas em um modelo de portfólio de compras e não no processo de ajustes específicos das regras de inferência, esta base de regras foi baseada apenas na revisão da literatura. Ela não está vinculada às especificidades de uma determinada empresa. Mudanças específicas poderiam ser realizadas na aplicação nesse FIS, contudo, isso exige dedicação e compreensão dos conceitos básicos da lógica *fuzzy* pela equipe de gestores do processo de desenvolvimento da base de suprimento da empresa. Para montar as bases de regras, o autor do trabalho estudou exaustivamente a literatura sobre a gestão de fornecedores, durante os anos iniciais do doutorado.

A combinação das 4 variáveis de entrada com 3 termos linguísticos cada uma proporciona um total de 81 regras ($3^4 = 81$). Todas utilizam o conectivo “e” (mínimo) para os antecedentes. A agregação da contribuição de todas as regras é determinada pelo valor máximo do grau de pertinência para cada valor discretizado do universo de discurso. A defuzzificação da região *fuzzy* resultante é realizada pelo método MoM, que é uma forma de obtenção de resultado mais plausível. Conforme Von Altrock (1997), a obtenção de resultado mais plausível é mais indicada para problemas de reconhecimento de padrões.

Quadro 14 – Bloco de regras para complexidade do mercado fornecedor

Regra	Antecedentes				Consequentes
	Concentração do mercado fornecedor	Barreiras de entrada no mercado fornecedor	Possibilidade de substituição	Integração na geração das especificações	Complexidade do mercado
1	low	low	low	low	low
2	low	low	low	medium	low
3	low	low	low	high	high
4	low	low	medium	low	low
5	low	low	medium	medium	low
6	low	low	medium	high	high
7	low	low	high	low	low
8	low	low	high	medium	low
9	low	low	high	high	low
10	low	medium	low	low	low
11	low	medium	low	medium	low
12	low	medium	low	high	high
13	low	medium	medium	low	low
14	low	medium	medium	medium	low
15	low	medium	medium	high	high
16	low	medium	high	low	low
17	low	medium	high	medium	low
18	low	medium	high	high	low
19	low	high	low	low	low
20	low	high	low	medium	low
21	low	high	low	high	high
22	low	high	medium	low	low
23	low	high	medium	medium	low
24	low	high	medium	high	high
25	low	high	high	low	low
26	low	high	high	medium	low
27	low	high	high	high	low
28	medium	low	low	low	low
29	medium	low	low	medium	low
30	medium	low	low	high	high

Antecedentes				Consecuentes	
31	medium	low	medium	low	low
32	medium	low	medium	medium	low
33	medium	low	medium	high	high
34	medium	low	high	low	low
35	medium	low	high	medium	low
36	medium	low	high	high	low
37	medium	medium	low	low	low
38	medium	medium	low	medium	low
39	medium	medium	low	high	high
40	medium	medium	medium	low	low
41	medium	medium	medium	medium	low
42	medium	medium	medium	high	high
43	medium	medium	high	low	low
44	medium	medium	high	medium	low
45	medium	medium	high	high	low
46	medium	high	low	low	low
47	medium	high	low	medium	high
48	medium	high	low	high	high
49	medium	high	medium	low	low
50	medium	high	medium	medium	high
51	medium	high	medium	high	high
52	medium	high	high	low	low
53	medium	high	high	medium	low
54	medium	high	high	high	low
55	high	low	low	low	low
56	high	low	low	medium	high
57	high	low	low	high	high
58	high	low	medium	low	low
59	high	low	medium	medium	high
60	high	low	medium	high	high
61	high	low	high	low	low
62	high	low	high	medium	low
63	high	low	high	high	low

Antecedentes				Consequentes	
64	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
65	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
66	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
67	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
68	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
69	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
70	<i>high</i>	<i>Medium</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
71	<i>high</i>	<i>Medium</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
72	<i>high</i>	<i>Medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>
73	<i>high</i>	<i>High</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
74	<i>high</i>	<i>High</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
75	<i>high</i>	<i>High</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
76	<i>high</i>	<i>High</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
77	<i>high</i>	<i>High</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
78	<i>high</i>	<i>High</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
79	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
80	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
81	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1.1.2 FIS Importância da compra

A dimensão importância da compra caracteriza o valor do item comprado para competitividade da empresa no presente e no futuro, em termos financeiros, sociais e ambientais. Ela é composta por três variáveis de entrada, duas já presentes no trabalho original de Kraljic (1983) e outra voltada para crescente preocupação com as questões sociais e ambientais. As duas primeiras são o impacto na qualidade e a participação no custo total. A terceira, impacto social e ambiental, é proposta por trabalhos recentes, como: Pagell, Wu e Wasserman (2010) e Amindoust et al. (2012) para compor o TBL, juntamente com a preocupação econômica da participação no custo total. A Figura 50 esquematiza as três variáveis de entrada que compõem esta dimensão.

Figura 50 – Dimensão importância da compra
Fonte: Proposto pelo autor.

O Quadro 15 mostra os aspectos importantes a serem considerados na avaliação de cada variável de entrada. Entretanto, a importância relativa de cada variável depende das características do setor de atuação da empresa e da sua estratégia competitiva. Os aspectos considerados na variável impacto na qualidade estão baseados principalmente nos trabalhos de Kraljic (1983); Olsen e Ellram (1997) e Bensaou (1999). Eles envolvem a importância do componente fornecido para a diferenciação do produto final; sua contribuição para o conhecimento e crescimento dos negócios e como se relaciona com a competência central do comprador. Os aspectos considerados na variável participação no custo total estão baseados em trabalhos como: Kraljic (1983); Kamath e Liker (1994) e Olsen e Ellram (1997). Eles envolvem a participação do item no custo total do produto final e o valor monetário da compra. A terceira variável, benefício social e ambiental baseia-se em trabalhos recentes como: Pagell, Wu e Wasserman (2010) e Amindoust et al. (2012). Seus aspectos envolvem os benefícios e riscos relacionados à sociedade e ao meio ambiente e a ao desenvolvimento sustentável.

Quadro 15 – Aspectos das variáveis de entrada da importância da compra

Variável	Abreviação	Aspectos importantes
Impacto na qualidade	Qualidade	<p>Importância do item na diferenciação do produto</p> <p>Contribuição da compra para o conhecimento e crescimento dos negócios do comprador</p> <p>Extensão em que o item é parte da competência essencial do comprador</p>
Participação no custo total	Custo	<p>Participação do item no custo do produto final</p> <p>Valor monetário da compra</p>
Benefício social e ambiental	Continuidade	<p>Benefícios (riscos) relacionados a questões sociais</p> <p>Benefícios (riscos) relacionados a questões ambientais</p> <p>Importância para continuidade dos negócios</p>

Fonte: Proposto pelo autor.

Assim como no FIS apresentado anteriormente, as três variáveis de entrada possuem três funções de pertinência, conforme ilustrado na Figura 48.

O Quadro 16 apresenta os valores dos parâmetros das três funções de pertinência das variáveis de entrada. Para as variáveis: impacto na qualidade, participação no custo total e benefício social e ambiental, o universo de discurso é o intervalo fechado de zero a dez, que constitui o padrão de avaliação dos especialistas.

Quadro 16 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do FIS
Importância da compra

Termo linguístico	Low			Medium			High		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	n_h
Impacto na qualidade	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Participação no custo total	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Benefício social e ambiental	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0

Fonte: Proposto pelo autor.

Na avaliação da primeira variável, impacto na qualidade, os aspectos relacionados à diferenciação do produto no mercado precisam ser considerados. Desta forma, esta variável está ligada com as competências centrais da empresa (PRAHALAD e HAMEL, 1990) que é um dos componentes principais no modelo de portfólio de compras de Correa (2010). O impacto na qualidade também envolve o valor recebido pelo consumidor final e sua contribuição para o crescimento dos negócios conforme a gestão da qualidade (CAMPOS; 1992; CARVALHO, 2005; CHAO et al., 2009; JURAN, 2009; CARPINETTI, 2010). Esta variável representa a importância do componente fornecido para qualidade do produto final, aos olhos do consumidor final.

De maneira geral, a participação dos custos de materiais comprados no custo total do produto final tem aumentado cada vez mais (COX, 2001; KANNAN e TAN, 2002; GUNASEKARAN et al., 2004; BALLOU, 2006; CHOPRA e MEINDL, 2011). Os custos dos insumos comprados precisam ser bem gerenciados para garantir a competitividade do preço do produto final, com margens de contribuição satisfatórias (MARTINS, 2010). A segunda variável da dimensão importância da compra, participação no custo total, representa a participação do custo do insumo analisado no custo total do produto final da empresa.

Além da importância econômica, representada pela variável participação no custo total, as importâncias social e ambiental do componente também precisam ser consideradas, completando o TBL. As preocupações com a sustentabilidade do negócio, com respeito às questões sociais e ambientais, têm aumentado nos últimos anos. Pagell, Wu e Wasserman (2010) propõem a análise destas questões no modelo de portfólio de compras.

A variável de saída, importância da compra, tem seu valor determinado pela contribuição das três variáveis de entrada. Os consequentes das regras de inferência são as duas funções de pertinência desta variável, cujos parâmetros estão mostrados na Figura 51. Desta forma, os termos linguísticos utilizados para avaliar a importância da compra são os padrões a serem reconhecidos.

Figura 51 – Parâmetros das funções de pertinência da variável de saída importância da compra
Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 17 mostra os valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída importância da compra. Eles caracterizam os padrões pré-estabelecidos para o eixo importância da compra na matriz de itens fornecidos mostrado na Figura 46.

Quadro 17 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída importância da compra

Termo linguístico	<i>Low</i>			<i>High</i>		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_h	m_h	n_h
Importância da compra	0,0	3,0	7,0	3,0	7,0	10,0

Fonte: Dados da pesquisa.

As regras de inferência do FIS importância da compra são montadas por meio da combinação dos diversos termos linguísticos das três variáveis de entrada do sistema. A combinação das 3 variáveis de entrada com 3 termos linguísticos cada uma proporciona um total de 27 regras ($3^3 = 27$), conforme o Quadro 18. Todas utilizam o conectivo “e” (mínimo) para os antecedentes. A agregação da contribuição de todas as regras é determinada pelo valor máximo do grau de pertinência para cada valor discretizado do universo de discurso. A defuzzificação da região *fuzzy* resultante é realizada pelo método de resultado mais plausível: MoM, indicado para reconhecimento de padrões.

Quadro 18 – Bloco de regras para importância da compra

Regra	Antecedentes			Consequentes
	Impacto na qualidade	Participação no custo total	benefícios sociais e ambientais	Importância da compra
1	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
2	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
3	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>low</i>
4	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
5	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
6	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>low</i>
7	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
8	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
9	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
10	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
11	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
12	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>low</i>
13	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
14	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
15	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
16	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
17	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
18	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
19	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
20	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
21	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
22	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
23	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
24	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
25	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
26	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
27	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>

4.1.1.3 Matriz de itens comprados

A matriz de itens comprados define a classificação destes nas categorias: não-crítico, alavancado, gargalo e estratégico, de acordo com o modelo de Kraljic (1983). Os resultados dos dois FIS são utilizados na classificação. A avaliação do risco do mercado fornecedor é definida pelo padrão reconhecido na saída do FIS complexidade do mercado fornecedor. Já a avaliação da relevância do item é definida pelo padrão reconhecido na saída do FIS importância da compra. A Figura 52 mostra um exemplo de como a combinação dos dois padrões reconhecidos pelos respectivos FIS determina a categoria de um produto. Neste caso, O FIS complexidade do mercado fornecedor define um padrão *low* e o FIS importância da compra define um padrão *high*. Uma combinação de mercado fornecedor de baixa complexidade com alta importância da compra classifica o item como alavancado.

Figura 52 – Matriz de itens comprados com os padrões fornecidos pelos FISs

Fonte: Proposta pelo autor.

4.1.2 Análise e classificação de relacionamentos

Nesta segunda etapa do modelo, o foco é a avaliação dos relacionamentos entre a empresa e seus fornecedores. A matriz de análise de relacionamentos com fornecedores de Olsen e Ellram (1997) foi escolhida para esta etapa por se destacar de maneira bem definida da etapa anterior de análise e classificação de itens fornecidos. Suas dimensões intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor são utilizadas para classificar os relacionamentos em nove diferentes combinações, ou células, conforme a matriz na parte superior a direita da Figura 53.

Figura 53 – Análise e classificação de relacionamentos

Fonte: adaptado de Olsen e Ellram (1997)

Para utilização dos sistemas *fuzzy*, cada dimensão da matriz é analisada por variáveis qualitativas que por meio do respectivo FIS define sua avaliação geral em três diferentes padrões: *low* (baixo), *medium* (médio) e *high* (alto), conforme mostra a Figura 53. Em cada FIS, a saída é um desses três padrões reconhecidos no eixo correspondente. A combinação do padrão do eixo horizontal com o padrão do eixo vertical determina a classificação em uma das nove células da matriz de relacionamento. Desta forma, o relacionamento com o fornecedor é

analisado pelos FISs intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor apresentados a seguir.

4.1.2.1 FIS Intensidade do relacionamento

A dimensão intensidade do relacionamento caracteriza a proximidade e a estabilidade do relacionamento entre a empresa compradora e o fornecedor. Ela é composta pelos seis conectores de relacionamento propostos por Cannon e Perreault (1999):

- 1) Troca de informações;
- 2) Ligações operacionais;
- 3) Obrigações contratuais;
- 4) Normas de cooperação;
- 5) Adaptações específicas do comprador e
- 6) Adaptações específicas do fornecedor.

Se cada conector de relacionamento é uma variável com três termos linguísticos (*low*, *medium* e *high*), as diferentes combinações possíveis desses termos para compor a base de regras seria 719 (3^6). Este número elevado dificulta um ajuste do sistema. Diante desta dificuldade, a proposta de Zimmermann e Zysno (1983) de agregação dos critérios em categorias formando uma hierarquia para uma estrutura de decisão, simulando o raciocínio humano, mostra-se bastante adequada. Como exemplo recente de aplicação desta técnica na gestão de fornecedores, Amindoust et al. (2012), em sua proposta de ordenamento de fornecedores com uso da lógica *fuzzy*, agrupa as variáveis do seu modelo em diferentes categorias para dividi-las em bases de regras menores e mais simples, de acordo com as três dimensões do TBL. Para cada categoria, uma base de regras muito mais simples é desenvolvida, com uma quantidade bem menor de regras de inferência. No FIS em questão, ao invés de uma base de regras única com 719 regras, às seis variáveis de entrada podem ser divididas em dois grupos com três variáveis. Cada grupo formaria um subsistema com uma base de regra de 27 (3^3) combinações dos termos linguísticos de entrada. A variável de saída dessas bases de regras seria uma variável fuzzy com cinco termos. Uma vez que a saída não é um padrão pré-estabelecido, como nos FISs anteriores, a recomendação de Von Altrock (1997) de 3 termos para as variáveis de entrada e 5 para as de saída é utilizado. Logo, a

combinação dessas duas saídas alimentaria uma terceira base de regras, com 25 (5^2) regras. O resultado final desta consolida a contribuição de todas as seis variáveis de entrada, por intermédio dos grupamentos preliminares.

Baseado nos estudos de relacionamento com o fornecedor de Hayes et al. (2008), os conectores podem ser agrupados em fatores relacionados a: 1) coordenação e troca de informações e 2) recursos e riscos estratégicos. O primeiro grupo concentra os fatores relacionados diretamente com a coordenação do trabalho entre as duas organizações e suas trocas de informações, desta forma os conectores: troca de informações, obrigações contratuais e normas de cooperação, estão neste grupo.

O segundo grupo concentra os fatores relacionados diretamente com a imobilização dos recursos e risco de enrijecer um fornecimento. Investimentos específicos do comprador e do fornecedor na relação, como a construção de operações próximas geograficamente do parceiro ou desenvolvimento de interface entre os sistemas de informação das empresas para melhoria operacional, tem pouco valor fora do relacionamento. Essas iniciativas consomem recursos para melhorar a eficiência dos processos, mas representam riscos estratégicos devido à rigidez de manutenção da parceria. Assim, o segundo grupo é composto pelos conectores: ligações operacionais, adaptações específicas do fornecedor e adaptações específicas do comprador.

A Figura 54 mostra a dimensão intensidade do relacionamento desdobrada em dois blocos de regras intermediários:

- 1) Coordenação e
- 2) Recursos e riscos estratégicos.

O bloco de regras coordenação tem como variáveis de entrada: troca de informações, obrigações contratuais e normas de cooperação. Por sua vez, o bloco de regras recursos e riscos estratégicos tem como variáveis de entrada: ligações operacionais, adaptações específicas do comprador e adaptações específicas do fornecedor. Por fim, o bloco de regras intensidade do relacionamento tem como variáveis de entrada as saídas dos blocos de regras anteriores: coordenação e recursos e riscos estratégicos. A descrição destes blocos de regras são discutidas a seguir.

Figura 54 – Dimensão intensidade do relacionamento com desdobramento em fatores de coordenação e fatores de recursos e riscos estratégicos
Fonte: Proposto pelo autor.

4.1.2.1.1 Bloco de regras coordenação

As variáveis de entrada do bloco de regras coordenação são mostradas com suas respectivas abreviações utilizadas no sistema e os aspectos importantes a serem considerados na avaliação no Quadro 19.

Quadro 19 – Aspectos das variáveis de entrada do bloco de regras coordenação

Variável	Abreviação	Aspectos importantes
Troca de informações	Informações	Compartilhamento de informações que podem ser úteis para ambas as partes, como planejamento de previsão de demanda, custos etc. Desenvolvimento de produtos e processos nos estágios iniciais.
Obrigações contratuais	Contratuais	Acordos contratuais detalhados que especificam as obrigações e papéis de ambas as partes no relacionamento.
Normas de cooperação	Cooperação	Expectativa das partes em trabalhar juntas para alcançar metas comuns e individuais. Diante de um desafio, comprador e fornecedor determinam metas comuns e individuais e respectivas responsabilidades de forma coordenada para vencer o desafio.

Fonte: Proposto pelo autor.

Assim como no FISs apresentados anteriormente, as três variáveis de entrada possuem três funções de pertinência, conforme ilustrado na Figura 48.

O Quadro 20 apresenta os valores dos parâmetros das três funções de pertinência das variáveis de entrada. O universo de discurso das três variáveis é o intervalo fechado de zero a dez, que constitui a escala de avaliação dos especialistas.

Quadro 20 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do bloco de regras coordenação

Termo linguístico	<i>Low</i>			<i>Medium</i>			<i>High</i>		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	n_h
Troca de informações	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Obrigações contratuais	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Normas de cooperação	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0

Fonte: Proposto pelo autor.

A primeira variável, troca de informações, representa a intensidade do compartilhamento de informações que podem ser úteis para ambas as partes do relacionamento, como as de planejamento de demanda, custos e etc. Essas informações são

sigilosas, seu fornecimento para um parceiro é sinal de confiança e comprometimento. No desenvolvimento de projetos de produtos e processos, que necessitam de uma relação duradoura para o desenvolvimento conjunto, este intercâmbio é essencial.

A segunda variável, obrigações contratuais, representa acordos contratuais detalhados que especificam as obrigações e papéis de ambas as partes no relacionamento. Os acordos funcionam como mecanismos de governança que simulam uma hierarquia, determinando as obrigações e direito de cada parte com aspectos que vão além de uma simples troca comercial pontual. Eles podem ser utilizados para diminuição das incertezas do ambiente ao fixar direitos e deveres de cada parte diante de variados cenários.

A terceira variável, normas de cooperação, reflete as expectativas das duas partes do negócio trabalharem juntas para alcançar seus objetivos comuns e individuais. Elas vão além das obrigações formalizadas em contratos, pois segundo Hayes et al. (2008) muitos aspectos de uma relação de fornecimento são idiossincráticas e tácitas, não podem ser detalhadas efetivamente em um contrato. Um alto nível de desenvolvimento das normas de cooperação avança no sentido do entendimento das duas partes sobre a necessidade de trabalharem juntas para alcançar o sucesso. Em contra partida, um nível baixo seria as partes focarem no trabalho independente para alcançar suas metas individuais, com uma baixa cooperação.

Respeitando os requisitos do problema modelado, Von Altrock (1997) sugere que em um sistema de inferência tenha variáveis de entrada com três funções de pertinência e variável de saída com cinco. Assim, diferentemente das variáveis de entrada, a variável de saída deste bloco de regras tem cinco funções de pertinência, conforme mostrado na Figura 55. Vale lembrar que os FISs anteriores não apresentavam cinco funções de pertinência na saída porque estas eram padrões pré-definidos *low* e *high* em cada eixo da respectiva matriz.

O Quadro 21 apresenta os valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída coordenação em um universo de discurso de zero a dez, sua notação está de acordo com a Figura 55. Diferentemente dos FISs ou bloco de regras apresentados anteriormente, neste a variável de saída não é um padrão pré-definido, pois ela será uma variável de entrada do bloco de regras intensidade do relacionamento, conforme ilustrado na Figura 54. Por isso, o método de defuzzificação para esta variável é o CoM (centro dos máximos), que é do tipo melhor compromisso, com menor esforço computacional, segundo Von Altrock (1997).

Figura 55 – Parâmetros das funções de pertinência da variável coordenação
Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 21 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída coordenação

Termo linguístico	Very low			Low			Medium			High			Very high		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Triangular			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_{vl}	n_{vl}	b_{vl}	a_l	m_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	b_h	m_{vh}	n_{vh}	b_{vh}
coordenação	0,0	1,0	3,0	1,0	3,0	5,0	3,0	5,0	7,0	5,0	7,0	9,0	7,0	9,0	10,0

Fonte: Proposto pelo autor.

O bloco de regras para variável de saída coordenação está apresentado no Quadro 22. Todas as regras utilizam o conectivo “e” (mínimo) para os antecedentes. A agregação da contribuição de todas as regras é determinada pelo valor máximo do grau de pertinência para cada valor discretizado do universo de discurso.

Quadro 22 – Bloco de regras para Coordenação

Regra	Antecedentes			Consequentes
	Troca de informações	Obrigações contratuais	Normas de cooperação	Coordenação
1	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>very_low</i>
2	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>very_low</i>
3	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
4	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
5	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
6	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
7	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>Low</i>
8	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
9	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
10	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>very_low</i>
11	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
12	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
13	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
14	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
15	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
16	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
17	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
18	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
19	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
20	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
21	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
22	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
23	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
24	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>very_high</i>
25	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
26	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
27	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>very_high</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1.2.1.2 Bloco de regras recursos e riscos estratégicos

As variáveis de entrada do bloco de regras recursos e riscos estratégicos são mostradas com suas respectivas abreviações utilizadas no sistema e os aspectos importantes a serem considerados na avaliação no Quadro 23. Esses aspectos devem ser analisados cuidadosamente para a atribuição de uma nota de avaliação, conforme o universo de discurso de cada variável.

Quadro 23 – Aspectos das variáveis de entrada do bloco de regras recursos e riscos estratégicos

Variável	Abreviação	Aspectos importantes
Ligações operacionais	Operacionais	Intensidade da ligação entre os sistemas, procedimentos e rotinas de ambas as empresas, que facilitam o fluxo de informações, produtos e serviços. Atividades interligadas que diminuem os custos de transação.
Adaptações específicas do comprador	Ad_comprador	Investimentos em adaptações de processos, produtos e procedimentos para atender as necessidades ou capacidades específicas do fornecedor. Investimentos com pouco valor fora do relacionamento particular.
Adaptações específicas do fornecedor	Ad_fornecedor	Investimentos em adaptações de processos, produtos e procedimentos para atender as necessidades ou capacidades específicas do comprador. Investimentos com pouco valor fora do relacionamento particular.

Fonte: Proposto pelo autor.

Assim como no bloco de regras apresentado anteriormente, as três variáveis de entrada possuem três funções de pertinência, conforme ilustrado na Figura 48.

O Quadro 24 apresenta os valores dos parâmetros das três funções de pertinência das variáveis de entrada. O universo de discurso das três variáveis é o intervalo fechado de zero a dez, que constitui a escala de avaliação dos especialistas.

Quadro 24 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do bloco de recursos e riscos estratégicos

Termo linguístico	Low			Medium			High		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	n_h
Ligações operacionais	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Adaptações específicas do comprador	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Adaptações específicas do fornecedor	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0

Fonte: Proposto pelo autor.

A primeira variável, ligações operacionais, representa as ligações entre os sistemas, procedimentos e rotinas operacionais de ambas as empresas, que facilitam o fluxo de informações, produto e serviços. Sistemas EDI (*Electronic Data Interchange*), VMI (*Vendor Management Inventory*), kanban etc. permitem um fluxo mais eficiente de informações, produtos e serviços, diminuindo os custos de transação entre as empresas.

A segunda variável, adaptações específicas do comprador, é constituída de investimentos em adaptações de processos, produtos e procedimentos para atender as necessidades ou capacidades específicas do fornecedor. Para Bensaou (1999), esse investimento específico do comprador é uma sólida evidência de seu comprometimento no relacionamento, pois esses recursos teriam pouco valor fora da relação com o fornecedor específico.

De forma semelhante a variável anterior, mas do ponto de vista do fornecedor, as adaptações específicas do fornecedor também contribuem para uma maior intensidade no relacionamento e representam um comprometimento e aceitação de riscos por parte do vendedor.

Da mesma forma que o bloco de regras descrito anteriormente, a variável de saída deste bloco de regras tem cinco funções de pertinência, conforme mostrado na Figura 56.

Figura 56 – Parâmetros das funções de pertinência da variável recursos e riscos estratégicos
Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 25 apresenta os valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída recursos e riscos estratégicos em um universo de discurso de zero a dez, sua notação está de acordo com a Figura 56. Como esta variável é uma das entradas do bloco de regras intensidade do relacionamento, conforme ilustrado na Figura 54, o método de defuzzificação para esta variável é o CoM (centro dos máximos), assim como o bloco de regras coordenação, cujo consequente não é um padrão pré-definido.

Quadro 25 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída recursos e riscos estratégicos

Termo linguístico	Very low			Low			Medium			High			Very high		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Triangular			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_{vl}	n_{vl}	b_{vl}	a_l	m_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	b_h	m_{vh}	n_{vh}	b_{vh}
Recursos e riscos estratégicos	0,0	1,0	3,0	1,0	3,0	5,0	3,0	5,0	7,0	5,0	7,0	9,0	7,0	9,0	10,0

Fonte: Proposto pelo autor.

As regras do bloco recurso e riscos estratégicos estão apresentadas no Quadro 26. Todas utilizam o conectivo “e” (mínimo) para os antecedentes. A agregação da contribuição de todas as regras é determinada pelo valor máximo do grau de pertinência para cada valor discretizado do universo de discurso.

Quadro 26 – Bloco de regras para recursos e riscos estratégicos

Regra	Antecedentes			Consequentes
	Ligações operacionais	Adaptações específicas do fornecedor	Adaptações específicas do comprador	Recursos e riscos estratégicos
1	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>very low</i>
2	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
3	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
4	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
5	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
6	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
7	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
8	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
9	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
10	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>very low</i>
11	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
12	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
13	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
14	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
15	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
16	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
17	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
18	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
19	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>very low</i>
20	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
21	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
22	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
23	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
24	<i>High</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>
25	<i>High</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
26	<i>High</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>very high</i>
27	<i>High</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>very high</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1.2.1.3 Bloco de regras intensidade do relacionamento

As variáveis de entrada do bloco de regras intensidade do relacionamento são as saídas dos dois blocos de regras descritos anteriormente, conforme mostrado na Figura 54 e no Quadro 27. A variável coordenação sintetiza a contribuição dos conectores de relacionamento: troca de informações, obrigações contratuais e normas de cooperação. A variável recursos e riscos estratégicos sintetiza a contribuição dos conectores: ligações operacionais, adaptações específicas do comprador e adaptações específicas do fornecedor.

Quadro 27 – Caracterização das variáveis de entrada para intensidade do relacionamento

Variável	Abreviação	Conectores de relacionamento
Coordenação	coordenacao	Troca de informações Obrigações contratuais Normas de cooperação
Recursos e riscos estratégicos	recursos_riscos	Ligações operacionais Adaptações específicas do comprador Adaptações específicas do fornecedor

Fonte: Proposto pelo autor.

As características das duas variáveis de entrada já foram apresentadas nas seções anteriores. A Figura 55 e o Quadro 21 caracterizam a variável coordenação. A Figura 56 e o Quadro 25 caracterizam a variável recurso e riscos estratégicos.

A variável de saída, que tem o mesmo título do bloco de regras, intensidade do relacionamento, tem seu valor determinado pela contribuição das duas variáveis de entrada. Os consequentes das regras de inferência são as três funções de pertinência desta variável, mostrado na Figura 57, que representam os padrões de intensidade do relacionamento mostrados na Figura 53. Desta forma, os termos linguísticos utilizados são os padrões pré-estabelecidos a serem reconhecidos para determinar a intensidade do relacionamento: *low*, *medium* e *high*.

Figura 57 – Funções de pertinência da variável de saída intensidade do relacionamento
Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 28 mostra os valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída intensidade do relacionamento. Da mesma forma que os FISs descritos anteriormente, o universo de discurso é o intervalo fechado de zero a dez.

Quadro 28 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída intensidade do relacionamento

Termo linguístico	<i>Low</i>			<i>Medium</i>			<i>High</i>		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	n_h
Intensidade do relacionamento	0,0	2,0	5,0	2,0	5,0	8,0	5,0	8,0	10,0

Fonte: Dados da pesquisa.

As regras do bloco intensidade do relacionamento estão apresentadas no Quadro 29. Todas as 25 regras utilizam o conectivo “e” (mínimo) para os antecedentes. A agregação da contribuição de todas as regras é determinada pelo valor máximo do grau de pertinência para cada valor discretizado do universo de discurso. A defuzzificação da região *fuzzy* resultante é realizada pelo método de resultado mais plausível: MoM, que é indicado para reconhecimento de padrões. Os três termos da variável intensidade do relacionamento são os padrões pré-definidos do modelo de portfólio de Olsen e Ellram (1997).

Quadro 29 – Bloco de regras para intensidade do relacionamento

Regra	Antecedentes		Consequentes
	Coordenação	Recursos e risco estratégicos	Intensidade do relacionamento
1	<i>very low</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>
2	<i>very low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
3	<i>very low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
4	<i>very low</i>	<i>high</i>	<i>low</i>
5	<i>very low</i>	<i>very high</i>	<i>low</i>
6	<i>low</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>
7	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
8	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>
9	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
10	<i>low</i>	<i>very high</i>	<i>medium</i>
11	<i>medium</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>
12	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
13	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
14	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
15	<i>medium</i>	<i>very high</i>	<i>medium</i>
16	<i>high</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>
17	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
18	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
19	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
20	<i>high</i>	<i>very high</i>	<i>high</i>
21	<i>very high</i>	<i>very low</i>	<i>low</i>
22	<i>very high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
23	<i>very high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
24	<i>very high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
25	<i>very high</i>	<i>very high</i>	<i>high</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1.2.2 FIS Atratividade relativa do fornecedor

A dimensão atratividade relativa do fornecedor caracteriza suas virtudes em relação aos seus pares, sob o ponto de vista da empresa compradora. Ela é composta pelos quatro fatores do modelo de Olsen e Ellram (1997), que se baseiam no trabalho de Ellram (1990):

- 1) Fatores econômicos e financeiros;
- 2) Fatores culturais, organizacionais e estratégicos;
- 3) Fatores tecnológicos;
- 4) Fatores de desempenho.

Os três primeiros fatores são *soft*, de difícil mensuração, que a autora recomenda para avaliação de parcerias estratégicas. O quarto fator é *hard*, composta de critérios tradicionais de mensuração de desempenho, como: preço, atendimento as especificações de qualidade e entrega. A Figura 58 esquematiza as quatro variáveis (fatores) que compõem a dimensão atratividade relativa do fornecedor analisado.

Figura 58 – Dimensão atratividade relativa do fornecedor
Fonte: Proposto pelo autor.

O Quadro 30 mostra os aspectos importantes que devem ser considerados na atribuição de uma avaliação para cada variável do FIS atratividade relativa do fornecedor. Eles devem ser avaliados pelo especialista para se atribuir um valor numérico (*crisp*) para cada variável.

Quadro 30 – Aspectos das variáveis de entrada da atratividade relativa do fornecedor

Variável	Abreviação	Aspectos importantes
Fatores econômicos e financeiros	Financeiros	Desempenho econômico Estabilidade financeira
Fatores organizacionais, culturais e estratégicos	Estratégicos	Compatibilidade estratégica e cultural Confiança Influência na cadeia de suprimentos Capacidade da alta gerência
Fatores tecnológicos	Tecnológicos	Capacidade tecnológica presente e futura Potencial para desenvolvimento de novos produtos Boa vontade para mudanças tecnológicas
Fatores de desempenho	Desempenho	Entrega Qualidade Preço

Fonte: Proposto pelo autor.

Assim como nos FISs apresentados anteriormente, as quatro variáveis de entrada possuem três funções de pertinência, conforme ilustrado na Figura 48.

O Quadro 31 apresenta os valores dos parâmetros das três funções de pertinência das variáveis de entrada. Para as quatro variáveis o universo de discurso é o intervalo fechado de zero a dez, que constitui o padrão de avaliação dos especialistas.

Quadro 31 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência das variáveis de entrada do FIS atratividade relativa do fornecedor

Termo linguístico	<i>Low</i>			<i>Medium</i>			<i>High</i>		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	n_h
Fatores econômicos e financeiros	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Fatores organizacionais, culturais e estratégicos	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Fatores tecnológicos	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0
Fatores de desempenho	0,0	2,5	5,0	2,5	5,0	7,5	5,0	7,5	10,0

Fonte: Proposto pelo autor.

A primeira variável que compõem a atratividade relativa do fornecedor é composta pelos fatores econômicos e financeiros. Tradicionalmente, já no processo de seleção de

fornecedores, a empresa compradora faz uma análise dos demonstrativos financeiros dos potenciais fornecedores. A estabilidade econômica e financeira é importante para garantir uma continuidade nos negócios entre as empresas, viabilizando uma confiabilidade de entrega dos itens comprados (ELLRAM, 1990; BENSAOU, 1999; KRAUSE; HANDFIELD; TYLER, 2007; LEE; DRAKE, 2010). O negócio do fornecedor deve ser economicamente rentável no longo prazo, com margens de lucro que gerem retorno aos seus investidores. Os demonstrativos financeiros devem apresentar resultados que indiquem essa estabilidade financeira.

A segunda variável é composta por fatores organizacionais, culturais e estratégicos. Ellram (1990) considera esses fatores como aqueles com maior carga de subjetividade e dificuldade de avaliação. Mensurar a confiança ou a capacidade da alta gerência é algo bastante pessoal, mas muito importante para a construção de uma aliança frutífera (KANTER, 1994). A visão holística de cadeia de suprimentos exige a análise das relações para além dos limites das duas empresas diretamente envolvidas. A influência do fornecedor na rede como um todo precisa ser analisada (PIRES, 2004; BALLOU, 2006; BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2007; CHRISTOPHER, 2009; CORREA, 2010). A compatibilidade estratégica entre comprador e fornecedor (FISHER, 1997; GATTORNA, 2009) e a compatibilidade cultural (KANTER, 1994; LOCKSTRÖM et al.; 2010) também são importantes aspectos na avaliação da atratividade de um fornecedor.

A terceira variável é composta por fatores tecnológicos. A mudança tecnológica cada vez mais rápida leva as empresas a forçar sua atuação em suas competências centrais e buscar fornecedores capazes de garantir soluções tecnológicas avançadas em itens importantes, mas que elas não poderiam investir no desenvolvimento e produção interna (PRAHALAD; HAMEL, 1990; CORREA, 2010). Assim, a capacidade tecnológica do fornecedor e sua boa vontade em enfrentar os desafios tecnológicos são importantes para um relacionamento compensador no longo prazo para empresa compradora. Um produto bastante competitivo pode ser desenvolvido com a participação do fornecedor desde as etapas iniciais do projeto do produto (KAMATH; LIKET, 1994; NELLORE; SÖDERQUIST, 2000).

A quarta variável é composta por fatores de desempenho tradicionais, considerando os aspectos de preço, qualidade e entrega. Segundo Kannan e Tan (2002), esses aspectos são os mais utilizados pelas empresas nos processos de seleção e avaliação de fornecedores. Sua maior utilização ocorre devido à facilidade de mensuração (ELLRAM, 1990; KANNAN; TAN, 2002; CHERAGHI; DADASHZADEH; SUBRAMANIAN, 2004). Preço unitário,

pontualidade de entrega, quantidade correta, níveis de qualidade e serviço etc. são mais fáceis de mensurar e fazer comparações entre fornecedores e melhores práticas no setor. De acordo com Schmitz e Platts (2004), isso permite que o comprador exerça poder nas negociações com os fornecedores.

A atratividade relativa do fornecedor é a variável de saída do FIS. Os consequentes das regras de inferência são as três funções de pertinência desta variável, cujos parâmetros são conforme mostrado na Figura 59. Desta forma, os termos linguísticos utilizados são os padrões pré-estabelecidos a serem reconhecidos para determinar a atratividade relativa. Cada termo representa um padrão pré-determinado de acordo com a proposta de Olsen e Ellram (1997).

Figura 59 – Parâmetros das funções de pertinência da variável de saída atratividade relativa do fornecedor

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 32 mostra os valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída atratividade relativa do fornecedor. Eles caracterizam os padrões pré-estabelecidos para o eixo atratividade relativa do fornecedor na matriz de análise e classificação de relacionamentos mostrado na Figura 53.

Quadro 32 – Valores dos parâmetros das funções de pertinência da variável de saída atratividade relativa do fornecedor

Termo linguístico	<i>Low</i>			<i>Medium</i>			<i>High</i>		
Tipo de função de pertinência	Trapezoidal			Triangular			Trapezoidal		
Parâmetros	m_l	n_l	b_l	a_m	m_m	b_m	a_h	m_h	n_h
Atratividade relativa do fornecedor	0,0	2,0	5,0	2,0	5,0	8,0	5,0	8,0	10,0

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 33 mostra as 81 regras obtidas das diferentes combinações dos termos das quatro variáveis de entrada do sistema. Todas utilizam o conectivo “e” (mínimo) para os antecedentes. A agregação da contribuição de todas as regras é determinada pelo valor máximo do grau de pertinência para cada valor discretizado do universo de discurso. A defuzzificação da região *fuzzy* resultante é realizada pelo método MoM, que é uma forma de obtenção de resultado mais plausível, mais indicada para problemas de reconhecimento de padrões.

Quadro 33 – Regras do FIS atratividade relativa do fornecedor

Regra	Antecedentes				Consequentes
	Econômicos e financeiros	Organizacionais, culturais e estratégicos	Fatores tecnológicos	Fatores de desempenho	Atratividade relativa do fornecedor
1	low	low	low	low	low
2	low	low	low	medium	low
3	low	low	low	high	low
4	low	low	medium	low	low
5	low	low	medium	medium	low
6	low	low	medium	high	low
7	low	low	high	low	low
8	low	low	high	medium	low
9	low	low	high	high	low
10	low	medium	low	low	low
11	low	medium	low	medium	low
12	low	medium	low	high	low
13	low	medium	medium	low	low
14	low	medium	medium	medium	low
15	low	medium	medium	high	low
16	low	medium	high	low	low
17	low	medium	high	medium	low
18	low	medium	high	high	low
19	low	high	low	low	low
20	low	high	low	medium	low
21	low	high	low	high	low
22	low	high	medium	low	low
23	low	high	medium	medium	low
24	low	high	medium	high	low
25	low	high	high	low	low
26	low	high	high	medium	low
27	low	high	high	high	low
28	medium	low	low	low	low
29	medium	low	low	medium	low
30	medium	low	low	high	medium

Antecedentes					Consecuentes
31	medium	low	medium	low	low
32	medium	low	medium	medium	low
33	medium	low	medium	high	medium
34	medium	low	high	low	medium
35	medium	low	high	medium	medium
36	medium	low	high	high	medium
37	medium	medium	low	low	low
38	medium	medium	low	medium	medium
39	medium	medium	low	high	medium
40	medium	medium	medium	low	medium
41	medium	medium	medium	medium	medium
42	medium	medium	medium	high	medium
43	medium	medium	high	low	medium
44	medium	medium	high	medium	medium
45	medium	medium	high	high	medium
46	medium	high	low	low	low
47	medium	high	low	medium	medium
48	medium	high	low	high	high
49	medium	high	medium	low	medium
50	medium	high	medium	medium	medium
51	medium	high	medium	high	high
52	medium	high	high	low	high
53	medium	high	high	medium	high
54	medium	high	high	high	high
55	high	low	low	low	low
56	high	low	low	medium	low
57	high	low	low	high	medium
58	high	low	medium	low	low
59	high	low	medium	medium	low
60	high	low	medium	high	medium
61	high	low	high	low	medium
62	high	low	high	medium	medium
63	high	low	high	high	medium

Antecedentes				Consequentes	
64	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
65	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
66	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
67	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
68	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
69	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
70	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
71	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
72	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>
73	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>low</i>	<i>low</i>
74	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
75	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
76	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>low</i>	<i>medium</i>
77	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>	<i>medium</i>
78	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>	<i>high</i>
79	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>low</i>	<i>high</i>
80	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>medium</i>	<i>high</i>
81	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>	<i>high</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

4.1.2.3 Matriz de relacionamento com o fornecedor

A matriz de relacionamento com o fornecedor caracteriza as diferentes combinações da atratividade relativa do fornecedor com a intensidade do relacionamento, de acordo com o modelo de Olsen e Ellram (1997). Os resultados dos dois FIS são utilizados na classificação na matriz de relacionamento com o fornecedor, mostrada na Figura 60.

No eixo horizontal, a intensidade de relacionamento pode assumir três diferentes padrões: *low*, *medium* e *high*. Sua classificação é determinada pela variável de saída do sistema de mesmo nome (FIS intensidade do relacionamento).

No eixo vertical, a atratividade relativa do fornecedor também pode assumir três diferentes padrões: *low*, *medium* e *high*. A variável de saída do FIS atratividade relativa do fornecedor determina em qual dos três padrões o fornecedor analisado melhor se caracteriza.

Figura 60 – Matriz de relacionamento com o fornecedor com os padrões fornecidos pelos FISs
Fonte: Adaptado de Olsen e Ellram (1997).

A combinação dos três padrões do FIS intensidade do relacionamento com os três padrões do FIS atratividade relativa do fornecedor, mostrado na Figura 60, proporciona nove diferentes classificações possíveis para o relacionamento com o fornecedor. Neste exemplo, a combinação do padrão *medium* do FIS intensidade do relacionamento com o padrão *low* do FIS atratividade relativa do fornecedor leva a uma classificação na célula 8 da matriz de relacionamento com o fornecedor.

4.1.3 Avaliação do fornecedor em função da classificação do item

Na terceira etapa do modelo, as avaliações dos fornecedores são obtidas por meio da análise dos resultados das duas primeiras etapas. Na primeira etapa, a classificação nas quatro categorias de itens: não-críticos, alavancados, gargalos e estratégicos determina os aspectos importantes para o suprimento do produto analisado. Na segunda etapa, um diagnóstico do

relacionamento com os fornecedores é feito. Os resultados dessas duas etapas são comparados com a matriz de combinação ideal, Figura 61, que combina de maneira idealizada as necessidades dos itens comprados com o relacionamento mais adequado com o fornecedor em relação às dimensões atratividade relativa e intensidade do relacionamento.

Figura 61 – Combinação ideal dos tipos de itens comprados com os relacionamentos

Fonte: Adaptado de Nellore e Söderquist (2000).

A combinação ideal da matriz de relacionamento com o fornecedor para cada um dos portfólios de itens comprados mostrada na Figura 61 está baseado no modelo de Nellore e Söderquist (2000). Dentro de cada um dos quatro portfólios do modelo de Kraljic (1983), está mostrada a combinação ideal da matriz de relacionamento de Olsen e Ellram (1997). Assim, cada categoria de item comprado deve ser suprida por fornecedores cujo relacionamento tenha ao menos características correspondentes de cada quadrante da Figura 61. Um item estratégico, por exemplo, deve ser comprado de fornecedores com alta atratividade relativa e

com um relacionamento com alta intensidade. No outro extremo, um fornecimento de itens não críticos pode ser suprido por fornecedores com baixa atratividade relativa e baixa de intensidade no relacionamento. A diferença entre a combinação ideal e a identificada pelas análises do item e do respectivo fornecedor indica uma necessidade de melhoria, descrita na quarta etapa do modelo.

4.1.4 Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores

A não compatibilidade do relacionamento de um fornecedor com os tipos ideais da matriz na Figura 61 representa uma oportunidade de melhoria. A busca pela combinação ideal é realizada por meio de três grupos de planos de ação sugeridos por Olsen e Ellram (1997):

1. Fortalecer a relação com o fornecedor;
2. Fortalecer a atratividade do fornecedor ou o desempenho da relação, a estratégia pode ser trocar de fornecedor ou desenvolver o fornecedor atual;
3. Redução de recursos em uma relação para melhorar sua alocação e sustentar os outros dois grupos de plano de ação.

A Figura 62, por exemplo, mostra o relacionamento com um fornecedor de item estratégico que precisa de melhoria. A intensidade do relacionamento está com um valor médio, mas esse tipo de item necessita de uma intensidade do relacionamento alta. Melhorar esta dimensão constitui o primeiro grupo de plano de ação. Para este grupo a empresa precisa desenvolver iniciativas que melhorem a intensidade do relacionamento, que é composta pelas seis variáveis avaliadas na segunda etapa. Três delas são relativas à coordenação: troca de informações; obrigações contratuais e normas de cooperação. As outras três relativas a recursos e riscos estratégicos: ligações operacionais; adaptações específicas do comprador e adaptações específicas do fornecedor. A avaliação dessas variáveis, por meio dos dados do FIS intensidade do relacionamento, fornece indicativos de ações de melhoria. Por exemplo, se a variável pior avaliada foi troca de informações, reuniões regulares entre as diretorias das empresas precisariam ser agendadas com o objetivo de melhorar a troca de informações estratégicas. Por outro lado, se a variável pior avaliada foi ligações operacionais, as empresas precisam estudar a possibilidade de melhoria dos processos de operacionais entre elas, como uso do EDI, CPFR, kanban etc.

Figura 62 – Item estratégico com necessidade de melhoria no relacionamento com o fornecedor
 Fonte: Baseado em Nellore e Söderquist (2000).

Um exemplo de situação em que o segundo grupo de plano de ação é requerido está ilustrado na Figura 63, com um relacionamento com o fornecedor de média intensidade e com uma baixa atratividade relativa. De acordo com a combinação ideal para fornecimento de item alavancado mostrado na Figura 61, a atratividade relativa do fornecedor precisa ser melhorada. A melhoria deve ser focada na variável desta dimensão que teve uma avaliação mais baixa. Ela pode ser composta por: fatores econômicos e financeiros; fatores organizacionais, culturais e estratégicos; fatores tecnológicos ou fatores de desempenho. Se, por exemplo, a variável pior avaliada for relativa aos fatores de desempenho, a empresa pode desenvolver o fornecedor por meio de treinamentos, visitas de profissionais etc. Uma alternativa mais imediatista neste grupo de plano de ação seria troca deste fornecedor por uma fonte alternativa.

Figura 63 – Item alavancado com necessidade de melhoria na atratividade do fornecedor
 Fonte: Baseado em Nellore e Söderquist (2000).

Redução de recursos em um relacionamento para melhorar sua alocação e sustentar os dois primeiros grupos de plano de ação constitui o terceiro grupo. A Figura 64 mostra uma situação em que esta opção poderia ser adotada, pois a célula 9 representa uma intensidade de relacionamento alta, sendo que um item não crítico não exige necessariamente esta intensidade de relacionamento. Ou seja, diante de uma escassez de recursos para se investir nos relacionamentos com os fornecedores, esses recursos poderiam ser realocados para sustentar ações de melhoria da intensidade de relacionamento e atratividade de fornecedores mais prioritários.

Figura 64 – Item não-crítico com a possibilidade de diminuição de recursos
 Fonte: Baseado em Nellore e Söderquist (2000).

Em muitos casos, um mesmo fornecedor pode vender diversos itens de diferentes classificações. Por exemplo, alguns itens não críticos e outros alavancados ou então alguns itens gargalos e outros estratégicos. Nestes casos, a análise do relacionamento com o fornecedor deve ser por meio daqueles itens que requerem maior intensidade de relacionamento e atratividade relativa do fornecedor, ou seja, os itens gargalos e estratégicos respectivamente.

5 Aplicação prática

A descrição da aplicação prática do modelo proposto e a sua avaliação por especialistas foi realizada por meio de estudos de caso em duas empresas de grande porte, fabricantes de produtos complexos, cuja base de suprimento fornece uma ampla variedade de itens. As descrições são apresentadas com a mesma estrutura de texto da apresentação do modelo feito no capítulo anterior.

5.1 Empresa A

A empresa A é uma multinacional, com mais de oitenta anos de história na fabricação de equipamentos de construção e mineração. Ela está presente no Brasil desde os anos 1950's, onde emprega mais de 5.000 funcionários, na planta visitada. Esta operação da empresa A, onde trabalha o especialista de suprimentos entrevistado, é reconhecida pela excelência em gestão, com os certificados ISO 9001, ISO 14001, MRP II Classe A, Excelência Operacional e a conquista do Prêmio Nacional da Qualidade.

A empresa A desenvolve máquinas complexas, com milhares de componentes. Grande parte destes é comprada de uma grande diversidade de fornecedores. Os itens vão de pequenos parafusos padronizados até complexos subsistemas, como: cabines, chassis etc. Os fornecedores também são bastante variados de pequenas empresas a grandes parceiros que atuam conjuntamente no desenvolvimento de novos produtos. Desta forma, esta organização mostra-se bastante adequada para a aplicação prática do modelo.

O processo de compras de material direto da empresa é dividido em importados e nacionais. Para os primeiros, a seleção e o desenvolvimento dos fornecedores são atribuídas as outras operações da empresa espalhadas pelo mundo. As compras nacionais, que são de responsabilidade da operação visitada, estão organizadas em três áreas: conjuntos soldados,

peças fundidas e componentes. Os conjuntos soldados são módulos como: chassis, cabines e estruturas em geral formados com a união por solda de diversas partes. As peças fundidas são elementos específicos obtidos pelo processo de fundição, como: proteções e caixa de diferencial. Os componentes são de maneira geral itens simples e padronizados como: peças não metálicas, parafusos e peças prensadas e dobradas. A gestão de cada uma dessas três áreas possui profissionais de compras, planejamento de materiais, qualidade e desenvolvimento do fornecedor.

A Figura 65 mostra a organização do processo de compras da empresa, com as três áreas nacionais e a divisão de itens importados.

Figura 65 – Organização do processo de compras na Empresa A

Fonte: Proposto pelo autor.

O especialista entrevistado é *black belt* certificado para programas de melhoria seis sigma, com a atribuição de engenheiro de desenvolvimento de fornecedores de conjuntos soldados. Sua experiência com os processos da empresa A foram acumulados nos aproximadamente 25 anos de carreira dentro da organização. As análises de itens e fornecedores apresentados nas seções seguintes são baseadas nas percepções deste profissional.

As entrevistas foram realizadas em dois dias, com o deslocamento do pesquisador para as instalações da empresa, por meio de recursos da FAPESP. Inicialmente, o modelo foi

apresentado para o especialista, por meio do protocolo de coleta de dados (Apêndice A). Posteriormente, os seis itens e seis fornecedores foram avaliados de acordo com os critérios do modelo. A escolha desses itens e fornecedores se baseiam na área de responsabilidade do especialista.

5.1.1 Análise e classificação de itens fornecidos

Na aplicação prática do modelo com dados da empresa A, seis itens foram avaliados pelo especialista de desenvolvimento de fornecedores. Esses itens são classificados pelo modelo nas quatro categorias propostas por Kraljic (1983): não críticos, alavancados, gargalos e estratégicos. Para manter sigilo, os itens são identificados por números.

5.1.1.1 FIS Complexidade do mercado fornecedor

A complexidade do mercado fornecedor foi classificada nos padrões *low* e *high*, conforme discutido na seção 4.1.1.1. Ou seja, esses padrões são determinados de acordo com as quatro variáveis de entrada do FIS. O especialista da empresa fez uma avaliação da cada variável para os seis itens comprados, de acordo com seus aspectos importantes, listados no Quadro 11. Para o item 1, por exemplo, que é um conjunto complexo responsável diretamente pela proteção, conforto e interface do operador com a máquina, as notas foram:

Concentração do mercado fornecedor: 7,0. Poucas empresas são competentes para atender os níveis de qualidade e especificações exigidos para o item. Apenas três empresas fornecem esse conjunto, duas nacionais e uma no exterior.

Barreiras de entrada no mercado fornecedor: 7,0. As exigências de normas e especificações de qualidade representam as maiores barreiras de entrada, pois representam altos investimentos. Um dos fornecedores nacionais foi desenvolvido pela empresa para diminuir a dependência em relação a um único fornecedor local, *dual sourcing* (Banas Qualidade, 2012).

Possibilidade de substituição: 3,0. Enquanto os operadores trabalharem dentro das máquinas produzidas pela empresa, o produto 1 será necessário para prover sua segurança e

conforto. A substituição ocorreria com as máquinas operadas à distância. Apesar desta tecnologia estar disponível para alguns poucos casos, a grande maioria das máquinas é operada com um operador presente no veículo.

Integração na geração das especificações: 8,0. A empresa A lidera o processo de desenvolvimento do conjunto fornecido, entretanto, há uma ampla participação dos engenheiros das empresas fornecedoras na formação das equipes responsáveis pela determinação das especificações de cada versão de projeto do item 1.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada do FIS levam a uma alta (*high*) complexidade do mercado fornecedor para o item 1, conforme mostrado na Figura 66. O gráfico da figura mostra o termo *high* ativado, sinalizado pelo triângulo azul abaixo. Devido ao método de defuzzificação MoM, o valor de saída é o valor médio dos pontos com maior grau de pertinência do termo mais ativado, que é o resultado mais plausível.

Figura 66 – Janela da variável de saída do FIS complexidade do mercado fornecedor
Fonte: Proposto pelo autor.

De forma semelhante, as variáveis de mercado dos outros 5 itens comprados foram avaliados pelo especialista da empresa. O Quadro 34 apresenta a descrição de cada um dos itens. A Tabela 1 mostra de maneira sintetizada as notas de cada variável e a classificação da complexidade do mercado fornecedor para todos os itens analisados.

Quadro 34 – Descrição dos itens comprados analisados na empresa A

Item	Descrição
1	Conjunto complexo responsável diretamente pela proteção, conforto e interface do operador com a máquina.
2	Conjunto soldado que protege o motor e diminui a propagação dos seus ruídos.
3	Pequeno elemento metálico utilizado para o suporte na ligação de diferentes componentes metálicos.
4	Portas metálicas de painéis e de acesso para a manutenção de diversas máquinas.
5	Conjunto soldado de sustentação das ferramentas de movimentação de terra.
6	Pequeno elemento metálico utilizado para prender e organizar fios, cabos, mangueiras e etc. na máquina.

Fonte: Proposto pelo autor.

Tabela 1 – Determinação da complexidade do mercado fornecedor dos itens comprados pela empresa A

Item comprado	Variáveis				Complexidade do mercado
	Concentração do mercado fornecedor	Barreiras de entrada no mercado fornecedor	Possibilidade de substituição	Integração na geração das especificações	
1	7	7	3	8	<i>high</i>
2	2	2	3	8	<i>high</i>
3	1	1	9	1	<i>low</i>
4	3	2	5	1	<i>low</i>
5	4	2	2	3,5	<i>low</i>
6	1	0	9	1	<i>low</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.1.2 FIS Importância da compra

A importância da compra também foi determinada nos padrões *low* e *high*, conforme discutido na seção 4.1.1.2. O especialista fez uma breve análise dos aspectos importantes de cada variável, conforme o Quadro 15, para cada item comprado analisado. Por exemplo, para o item 1, já citado na seção anterior, as notas foram:

Impacto na qualidade: 8,0. O impacto na qualidade é alto para os critérios relacionados ao operador da máquina, pois este tem contato direto com o item 1, que lhe garante conforto e segurança no funcionamento da máquina.

Participação no custo total: 5,0. O item 1 tem uma participação mediana na composição do custo total dos produtos finais, em que faz parte.

Benefícios social e ambiental: 5,0. Assim com para qualidade, os benefícios social e ambiental são relacionados principalmente ao operador. O item 1 é responsável direto pela integridade dos operadores das máquinas.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada levam a uma alta (*high*) importância da compra para o item 1, conforme mostrado na Figura 67, em que o triângulo azul no eixo horizontal indica o padrão dominante.

Figura 67 – Janela da variável de saída do FIS importância da compra
Fonte: Proposto pelo autor.

Da mesma forma, as variáveis de importância da compra dos outros itens comprados foram avaliadas pelo especialista da empresa. A Tabela 2 mostra de maneira sintetizada as notas de cada variável e a classificação da importância de cada um dos itens analisados.

Tabela 2 – Determinação da importância da compra dos itens comprados pela empresa A

Produto	Variáveis			Importância da compra
	Impacto na qualidade	Participação no custo total	Benefícios social e ambiental	
1	8	5	3	<i>high</i>
2	5	3,5	3	<i>low</i>
3	3	1	1	<i>low</i>
4	5	1,5	3	<i>low</i>
5	4	3,5	1	<i>low</i>
6	4	1	1	<i>low</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.1.3 Matriz de itens comprados

As combinações dos padrões *low* e *high* dos dois FISs determinam, conforme a seção 4.1.1.3, a classificação dos produtos analisados nas categorias: estratégico, gargalo, alavancado e não crítico. A Quadro 35 e a Figura 68 apresentam os resultados da classificação dos produtos analisados.

Quadro 35 - Classificação dos itens comprados pela empresa A

Produto	Complexidade do mercado	Importância da compra	Classificação
1	<i>high</i>	<i>high</i>	estratégico
2	<i>high</i>	<i>low</i>	gargalo
3	<i>low</i>	<i>low</i>	não crítico
4	<i>low</i>	<i>low</i>	não crítico
5	<i>low</i>	<i>low</i>	não crítico
6	<i>low</i>	<i>low</i>	não crítico

Fonte: Proposto pelo autor.

Figura 68 – Classificação dos itens comprados pela empresa A
Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.2 Análise e classificação de relacionamentos

Nesta etapa foram analisados seis fornecedores. Devido às exigências de sigilo quanto à identificação dos fornecedores, eles foram designados por números romanos. O Quadro 36 apresenta uma breve descrição de cada fornecedor em relação ao capital social, unidade da federação onde localiza a operação, tamanho e certificados que representem uma maturidade na gestão dos processos.

Quadro 36 – Descrição dos fornecedores analisados na empresa A

Fornecedor	Descrição
I	Grande empresa de capital estrangeiro, sua fábrica em Minas Gerais possui certificados do sistema de gestão da qualidade ISO 9001:2008 e gestão ambiental ISO 14001:2004.
II	Empresa de capital nacional, com aproximadamente 200 funcionários, sua operação no estado de São Paulo possui os certificados de sistema de gestão da qualidade ISO 9001:2008 e gestão ambiental ISO 14001:2004.
III	Empresa de capital nacional, com fábrica no estado de São Paulo com aproximadamente 50 funcionários.
IV	Cooperativa com operações no estado de São Paulo onde fabrica peças de caldeiraria.

Fornecedor	Descrição
V	Empresa de capital nacional, com fábrica no estado de São Paulo possui certificados do sistema de gestão da qualidade ISO 9001; gestão ambiental ISO 14001 e ISO/TS 16949.
VI	Empresa de capital nacional, com fábrica no estado de São Paulo especializada em estamparia, emprega aproximadamente 100 funcionários.

Fonte: Proposto pelo autor.

O Quadro 37 mostra quais itens, dentre os analisados, cada um dos seis fornecedores comercializa com a empresa A. Além desses, outros fornecedores não analisados no estudo também fornecem esses itens, mas devido às limitações da pesquisa não foram estudados. De maneira geral, os itens não críticos tem uma quantidade maior de fornecedores cadastrados.

Quadro 37 – Relação entre fornecedores e itens fornecidos na empresa A

Fornecedor	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6
I	X	X			X	
II	X	X		X		
III			X			X
IV					X	
V				X		
VI						X

Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.2.1 FIS Intensidade do relacionamento

A intensidade do relacionamento foi determinada nos padrões *low*, *medium* e *high*, conforme discutido na seção 4.1.2.1. Ou seja, esses padrões são determinados de acordo com as seis variáveis de entrada do FIS. O especialista da empresa fez uma avaliação de cada variável para os seis fornecedores analisados, de acordo com os seus aspectos mais importantes, listados no Quadro 19 e no Quadro 23. Por exemplo, para o fornecedor I, a multinacional com operações também na Europa e Ásia, as notas foram:

Troca de informações: 9,0. O fornecedor tem participação no projeto de novos produtos. A programação das compras da empresa nos próximos 12 meses é informada, permitindo uma maior estabilidade na produção dos itens supridos pelo fornecedor.

Obrigações contratuais: 5,0. Todos os fornecedores recebem o mesmo nível de exigência contratual. Todos estão na mesma média.

Normas de cooperação: 6,0. A participação do fornecedor no estabelecimento de metas comuns está um pouco acima da média dos demais fornecedores.

Ligações operacionais: 6,5. A gestão das operações das duas empresas busca uma maior eficiência com trocas de dados entre os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*).

Adaptações específicas do comprador: 8,0. A empresa A faz o desenvolvimento do ferramental e o disponibiliza para este fornecedor. Engenheiros da empresa estão sempre presentes na planta do fornecedor.

Adaptações específicas do fornecedor: 9,0. O fornecedor ampliou sua capacidade de produção para atender a demanda específica da empresa A. Engenheiros do fornecedor estão presentes na linha de montagem da empresa A.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada levam a uma alta (*high*) intensidade do relacionamento para o fornecedor I, conforme mostrado na Figura 69 que é a janela da variável de saída do FIS.

Figura 69 – Janela da variável de saída do FIS Intensidade do relacionamento para o fornecedor I da empresa A

Fonte: Proposto pelo autor.

De maneira semelhante, as variáveis de intensidade do relacionamento dos outros 5 fornecedores foram avaliadas pelo especialista da empresa. A Tabela 3 mostra de maneira

sintetizada as notas de cada variável e a classificação da intensidade do relacionamento com cada um dos fornecedores analisados, fornecidos pelo FIS.

Tabela 3 – Determinação da intensidade do relacionamento com os fornecedores da empresa A

Forneced- dor	Variáveis						Intensidade do relacionamento
	Troca de informações	Obrigações contratuais	Normas de cooperação	Ligações operacionais	Adaptações específicas do comprador	Adaptações específicas do fornecedor	
I	9	5	6	6,5	8	9	<i>high</i>
II	7	5	6	6,5	8	9	<i>high</i>
III	3	5	1	5	0	0	<i>low</i>
IV	5	5	5	3	6	9	<i>medium</i>
V	9	5	7	6,5	8	9	<i>high</i>
VI	4	5	3	4	0	0	<i>low</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.2.2 FIS Atratividade relativa do fornecedor

A atratividade relativa do fornecedor foi determinada nos padrões *low*, *medium* e *high*, conforme discutido na seção 4.1.2.2. O especialista fez uma breve análise dos aspectos importantes de cada variável de entrada do FIS, conforme o Quadro 30. Por exemplo, para o fornecedor I, já citado na seção anterior, as notas foram:

Fatores econômicos e financeiros: 5,0. O fornecedor era a única operação lucrativa de um grupo italiano. Recentemente, ele foi adquirido por um fundo de *private equity* norte-americano, com maior solidez financeira. Entretanto, esta mudança recente não permite uma melhor avaliação desta variável.

Fatores organizacionais, culturais e estratégicos: 9,0. O fornecedor está bem alinhado as práticas da empresa A. O padrão da empresa A é seguido de maneira que o ambiente e organização da fábrica do fornecedor são muito semelhantes ao do cliente.

Fatores tecnológicos: 5,0. Dentro do padrão da maioria dos fornecedores. Entretanto, o fornecedor I não possui processos automatizados.

Fatores de desempenho: 6,0. Os indicadores de desempenho de entrega, qualidade e custos do fornecedor estão um pouco acima da média.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada levam a uma média (*medium*) atratividade relativa para o fornecedor I, conforme mostrado na Figura 70, em que o triângulo azul no eixo horizontal indica o padrão dominante.

Figura 70 – Janela da variável de saída do FIS Atratividade relativa para o fornecedor I da empresa A
Fonte: Proposto pelo autor.

Da mesma forma, as variáveis de entrada da atratividade relativa dos outros cinco fornecedores foram avaliadas pelo especialista da empresa. A Tabela 4 mostra de maneira sintetizada as notas de cada variável e a classificação da atratividade relativa de cada um dos fornecedores analisados.

Tabela 4 – Determinação da atratividade relativa dos fornecedor

Fornecedor	Variáveis				Atratividade relativa do fornecedor
	Fatores econômicos e financeiros	Fatores organizac. culturais e estratégicos	Fatores tecnológicos	Fatores de desempenho	
I	5	9	5	6	<i>medium</i>
II	6	6	7	5	<i>medium</i>
III	5	3	2	5	<i>low</i>
IV	4	3	3	5	<i>low</i>
V	6	7	7	5	<i>high</i>
VI	5	4	0	4	<i>medium</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.2.3 Matriz de relacionamento com o fornecedor

As combinações dos padrões *low*, *medium* e *high* dos dois FIS, conforme a seção 4.1.2.3, determinam a classificação dos fornecedores analisados nas nove combinações da Figura 60. A Quadro 38 e a Figura 71 apresentam os resultados da classificação dos relacionamentos como os fornecedores analisados.

Quadro 38 – Classificação dos fornecedores analisados da empresa A

Fornecedor	Intensidade do relacionamento	Atratividade relativa do fornecedor	Classificação
I	<i>high</i>	<i>medium</i>	6
II	<i>high</i>	<i>medium</i>	6
III	<i>low</i>	<i>low</i>	7
IV	<i>medium</i>	<i>low</i>	8
V	<i>high</i>	<i>high</i>	3
VI	<i>low</i>	<i>medium</i>	4

Fonte: Proposto pelo autor.

Esta classificação caracteriza a situação atual da relação com cada fornecedor. Na terceira etapa do modelo, cada relação será comparada com o padrão ideal, de acordo com a classificação do item fornecido.

Figura 71 – Classificação dos fornecedores analisados da empresa A
Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.3 Avaliação do fornecedor em função da classificação do item

Conforme discutido no capítulo 4, diferentes classificações de itens comprados necessitam de diferentes combinações de intensidade de relacionamento e atratividade relativa do fornecedor. Dos 6 itens analisados na empresa A, 4 foram classificados como itens não críticos, 1 como item gargalo e 1 como item estratégico.

Itens não críticos

A Tabela 5 relaciona os fornecedores dos quatro itens não críticos analisados. Com exceção do item 3, todos os demais têm dois fornecedores. Desta forma, a base de fornecedores desses quatro itens contém todos os fornecedores analisados.

Tabela 5 – Relação dos fornecedores de itens não críticos

Item	Fornecedores
3	III
4	II
	V
5	I
	IV
6	III
	VI

Fonte: Proposto pelo autor.

A Figura 72 mostra a classificação dos fornecedores dos itens não críticos. Apenas o fornecedor III está na combinação ideal de atratividade relativa e intensidade de relacionamento, que é a célula 7, preenchida na cor azul. Todos os demais excedem este mínimo necessário. Desta forma, a diferença do relacionamento desses fornecedores com a combinação ideal foi de excesso frente ao mínimo necessário.

Figura 72 – Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens não críticos da empresa A

Fonte: Proposto pelo autor.

Item gargalo

Dos analisados, apenas o item 2 é classificado como item gargalo, conforme mostra a Figura 68. Este componente é comprado dos fornecedores I e II. A Figura 73 mostra a classificação desses fornecedores de acordo com as necessidades dos itens gargalos. Ambos estão em uma combinação ideal de intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor, que são as células 2, 5 e 6, preenchidas na cor laranja. Desta forma, não há diferença entre a combinação ideal e o relacionamento com esses dois fornecedores.

Figura 73 - Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens gargalos da empresa A
Fonte: Proposto pelo autor.

Item estratégico

Apenas o item 1 foi classificado na categoria de estratégico, conforme mostra a Figura 68. Assim como o item gargalo, anteriormente analisado, ele também é comprado dos fornecedores I e II. Entretanto as exigências quanto à intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor para essa categoria de item comprado é maior, célula 3 preenchida na cor vermelha. Assim para o item 1, ambos os fornecedores devem melhorar suas atratividades relativas de médio para alto, para eliminar a diferença com a combinação ideal.

Figura 74 - Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens estratégicos da empresa A
Fonte: Proposto pelo autor.

5.1.4 Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores

Os fornecedores devem ser avaliados de acordo com as necessidades requeridas pelos itens fornecidos. A Tabela 6 mostra a relação entre os 6 itens fornecidos e os 6 fornecedores analisados, sintetizando os resultados da etapa anterior do modelo. De acordo com a última coluna, que indica como o atual suprimento do item pelo fornecedor se encontra diante da respectiva combinação ideal, três situações foram encontradas: “Ok” quando o relacionamento de fornecimento está na combinação ideal; “Excede” quando o relacionamento está além da combinação ideal e “Aquém” quando o relacionamento está abaixo da combinação ideal.

Tabela 6 – Relação de fornecedores com itens fornecidos analisado para empresa A

Fornecedor	Classificação do relacionamento com o fornecedor	Item fornecido	Classificação do item	Combinação ideal
I	6	1	Estratégico	Aquém
		2	Gargalo	Ok
		5	Não crítico	Excede
II	5	1	Estratégico	Aquém
		2	Gargalo	Ok
		4	Não crítico	Excede
III	7	3	Não crítico	Ok
		6	Não crítico	OK
IV	8	5	Não crítico	Excede
V	3	4	Não crítico	Excede
VI	4	3	Não crítico	Excede

Fonte: Proposto pelo autor.

Os relacionamentos de fornecimento que excedem a combinação ideal são todos relacionados aos itens não críticos. Como eles excedem o mínimo necessário, o terceiro grupo de plano de ação, discutido na seção 4.1.4, “redução de recursos em uma relação para melhorar sua alocação e sustentar os outros dois grupos de plano de ação” pode ser adotado. Entretanto, caso esses fornecedores trabalhem com outros itens mais importantes, como itens gargalo e estratégico (caso dos fornecedores I e II) esse grupo de plano de ação deixa de ser interessante, pois o relacionamento deve atender esses itens mais exigentes. Devido à restrição de tempo, a amostra de itens analisado é bastante restrita e não abrange todos os itens que os seis fornecedores listados fornecem de fato para empresa A. Desta forma, mesmo para os fornecedores IV, V e VI a indicação do terceiro grupo de plano de ação está restrito na análise do suprimento desta amostra.

Os fornecedores I e II fornecem itens classificados nas categorias de não críticos, gargalos e estratégicos. Para os itens não críticos, os respectivos relacionamentos excedem a combinação ideal. Para o item gargalo, eles estão na combinação ideal. Para o item estratégico, eles estão aquém da combinação ideal. Esse item mais exigente deve definir como deve ser o relacionamento com esses fornecedores.

O produto 1, fornecido pelos fornecedores I e II, classificado como item estratégico requer uma intensidade de relacionamento alta, assim como, a atratividade relativa do

fornecedor. Entretanto, de acordo com a avaliação feita pelo modelo, a atratividade relativa dos dois fornecedores não é alta, mas média. Isso indica que o segundo grupo de plano de ação, descrito na seção 4.1.4, “fortalecer a atratividade do fornecedor ou o desempenho da relação, cuja estratégia pode ser trocar de fornecedor ou desenvolver o fornecedor atual” deve ser analisado. A Figura 74 mostra que melhorias nas atratividades relativas dos fornecedores I e II devem ser realizadas para satisfazer os requisitos do item estratégico.

De acordo com as notas atribuídas para atratividade relativa do fornecedor I, as variáveis pior avaliadas foram: os fatores econômicos e financeiros e os fatores tecnológicos que ambas tiveram nota 5,0. Desta forma, uma melhoria na atratividade relativa poderia ser conquistada com investimentos em capacitação tecnológica e/ou melhoria na estabilidade financeira.

Já para o fornecedor II, a variável pior avaliada foi: fatores de desempenho que teve uma nota 5,0. Assim, uma melhoria na atratividade relativa poderia ser alcançada com estímulos na melhoria do desempenho operacional na qualidade, entrega e custo.

5.1.5 Discussão dos resultados

Devido à baixa disponibilidade do especialista de desenvolvimento de fornecedores da empresa A, as discussões não envolveram a base de regras nem os aspectos matemáticos do modelo. O foco ficou na análise e classificação dos itens e relacionamentos com fornecedores, nas sugestões de grupos de plano de ação de melhoria e nas variáveis utilizadas pelo modelo para análise do processo de desenvolvimento de fornecedores.

As saídas dos FIS e o respectivo relatório gerado com os dados coletados foram apresentados ao especialista. De acordo com sua análise, a classificação dos itens apresentados ficou dentro das expectativas, alinhado com a avaliação de criticidade da empresa. Da mesma forma, as necessidades de melhoria indicados pelas diferenças na etapa de avaliação do relacionamento com os fornecedores foram condizentes com a realidade vivenciada na empresa. Os planos de melhoria para os fornecedores I e II ficaram alinhados com a percepção do profissional. A atratividade relativa desses fornecedores precisa ser melhorada para atender plenamente o suprimento de itens estratégicos.

Segundo o especialista, as variáveis utilizadas para a análise dos itens e dos fornecedores no modelo abrangem os critérios utilizados pela empresa nos programas de

desenvolvimento de fornecedores, que seguem um padrão corporativo vindo da matriz. Dentre esses, pode-se destacar o processo de avaliação de fornecedores e o programa de certificação de fornecedores. No primeiro, um questionário é usado na avaliação de aspectos relacionados à qualidade, custo, logística, desenvolvimento e gestão, ou seja, variáveis intangíveis são avaliadas, como: estrutura de gestão, comprometimento etc. Todos os fornecedores devem respondê-lo periodicamente. Já o programa de certificação de fornecedores é semelhante aos programas de premiação de melhores fornecedores feito pelas OEM da indústria automotiva. De acordo com metas rigorosas de níveis de qualidade e entrega, os fornecedores podem receber diferentes níveis de premiação.

Apesar da avaliação positiva do modelo, nem todos os aspectos foram adequados com o contexto da empresa. A variável “obrigações legais”, por exemplo, foi considerada irrelevante na caracterização de cada relacionamento de fornecimento, pois a empresa mantém o mesmo padrão de contrato de fornecimento com todos; consequentemente, o especialista atribuiu a mesma nota para todos os fornecedores analisados, 5,0.

5.2 Empresa B

A empresa B, fundada há mais de sessenta anos, no interior do estado de São Paulo, destaca-se na fabricação de máquinas e implementos agrícolas. Seu constante crescimento a transformou em uma grande empresa que emprega diretamente cerca de mil e oitocentas pessoas, com exportações para mais de sessenta países. Paralelamente ao seu desenvolvimento, outras unidades de negócios surgiram formando um grupo empresarial de aproximadamente quatro mil funcionários.

A diversidade de produtos desenvolvidos pela empresa B abrange máquinas e equipamentos complexos, com milhares de componentes. Apesar de a fabricação ser bastante verticalizada, com a produção interna da maior parte dos componentes, a diversidade de itens oriundos de terceiros é ampla, de pequenos elementos de fixação a sistemas complexos como motores diesel para máquinas automotrizes. Consequentemente, o *mix* de fornecedores também é bastante amplo; de pequenas empresas a grandes fornecedores que desenvolvem conjuntamente soluções customizadas. Assim, a empresa B se mostra adequada para aplicação do modelo.

De fato, a empresa B tem realizado um estudo para o desenvolvimento da base de fornecedores com base na matriz de portfólio de Kraljic (1983). Esse estudo difere do modelo proposto em relação às variáveis que compõem os eixos da matriz de classificação de itens fornecidos, a separação da etapa de análise do relacionamento com os fornecedores e o direcionamento de planos de ação. Contudo, isso facilitou o entendimento do modelo por parte dos profissionais da empresa entrevistados que foram: o engenheiro responsável pelo desenvolvimento e melhoria da base de fornecedores, que possui mais de 12 anos de experiência na empresa B e seis analistas de compras. Os analistas participaram apenas na avaliação dos itens de sua reponsabilidade; enquanto, o engenheiro, de todas as atividades de aplicação prática do modelo com os dados da empresa.

5.2.1 Análise e classificação de itens fornecidos

Na aplicação prática do modelo com dados da empresa B, sete itens foram avaliados. Diferentemente da empresa A, a avaliação não foi baseada apenas na percepção de um único especialista, mas envolveu a participação dos diversos analistas de compras. Da mesma forma que para empresa A, a identificação dos itens é apresentada por números para atender ao código de sigilo. A escolha dos itens foi ao acaso, cada analista de compra entrevistado escolhia um item de sua responsabilidade e as discussões foram realizadas sempre com a presença do engenheiro responsável pelo desenvolvimento da base de fornecedores e do pesquisador.

5.2.1.1 FIS Complexidade do mercado fornecedor

As variáveis de entrada do FIS complexidade do mercado fornecedor foram avaliadas pelos especialistas, de acordo com os aspectos listados no Quadro 11. A classificação do mercado fornecedor nos padrões *low* e *high* é determinada pelas inferências *fuzzy* entre essas variáveis.

Para o item 1, que é um adesivo simples, presente em diversas linhas de produtos, com a finalidade de sinalizar e proteger a interface do usuário com a máquina ou equipamento, as notas de cada uma das variáveis foram:

Concentração do mercado fornecedor: 0,5. Existem inúmeros fornecedores em potencial para esse item. Frequentemente, vendedores entram em contato oferecendo esse tipo de produto.

Barreiras de entrada no mercado fornecedor: 5,0. As dificuldades para desenvolver um novo fornecedor não são grandes, assim como para fazer o item internamente, só é necessário investir em máquinas com essa finalidade.

Possibilidade de substituição: 5,0. O item é amplamente utilizado em diversas máquinas e equipamentos. A substituição total é muito difícil, mas a tecnologia de tela sensível ao toque (*touch screen*) dispensa esse produto.

Integração na geração das especificações: 5,0. O envolvimento da equipe de desenvolvedores das duas empresas para adequação do item está na média dos relacionamentos com demais fornecedores.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada do FIS levam a baixa (*low*) complexidade de mercado fornecedor para o item 1, conforme mostrado na Figura 66. O gráfico da figura mostra o termo *low* ativado, sinalizado pelo triângulo azul abaixo.

Figura 75 – Janela da variável de saída do FIS complexidade do mercado fornecedor

Fonte: Proposto pelo autor.

De forma semelhante, as variáveis de mercado dos outros seis itens comprados foram avaliados pelos especialistas da empresa. O Quadro 39 apresenta a descrição de cada um dos itens. A Tabela 7 mostra de maneira sintetizada as notas de cada variável e a classificação da complexidade do mercado fornecedor para todos os itens analisados.

Quadro 39 – Descrição dos itens comprados analisados na empresa B

Item	Descrição
1	Adesivo simples, presente em diversas linhas de produtos, com a finalidade de sinalizar e proteger a interface do usuário com a máquina ou equipamento.
2	Módulo complexo e essencial para o funcionamento da linha de produtos de maior custo unitário.
3	Embalagem com funções logísticas de racionalizar o armazenamento, transporte e proteção de um tradicional produto da empresa.
4	Elemento presente em diversas linhas de produtos, responsável pela circulação de fluídos pelas máquinas e equipamentos.
5	Artefato feito por laminação em fibra de vidro para contenção de produto químico.
6	Elemento essencial para locomoção do veículo.
7	Conjunto de proteção e interface do usuário do veículo.

Fonte: Proposto pelo autor.

Tabela 7 – Determinação da complexidade do mercado fornecedor dos itens comprados pela empresa B

Item comprado	Variáveis				Complexidade do mercado
	Concentração do mercado fornecedor	Barreiras de entrada no mercado fornecedor	Possibilidade de substituição	Integração na geração das especificações	
1	0,5	5	5	5	<i>low</i>
2	5	7	2	9	<i>high</i>
3	3	4	9	5	<i>low</i>
4	5	7	0	9	<i>high</i>
5	5	8	3	8	<i>high</i>
6	5	8	3	9	<i>high</i>
7	5	8	6	8	<i>high</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.1.2 FIS Importância da compra

A importância da compra também foi determinada nos padrões *low* e *high*. Os especialistas fizeram uma breve análise dos aspectos importantes de cada variável, conforme o Quadro 15, para cada item comprado analisado. Por exemplo, para o item 1, já citado na seção anterior, as notas foram:

Impacto na qualidade: 2,0. O impacto na qualidade é baixo. O item não tem influência no desempenho, durabilidade e funcionamento das máquinas.

Participação no custo total: 0,5. O item é um dos elementos de menor custo, conforme um estudo recente feito na empresa. Um programa de diminuição do custo deste item não teria impacto significativo no setor de compras.

Benefícios social e ambiental: 1,0. O impacto é muito baixo, pois além de ser fisicamente muito pequeno, não há um apelo social e ambiental evidenciado para o item.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada levam a uma importância da compra baixa (*low*) para o item 1, conforme mostrado na Figura 67, em que o triângulo azul no eixo horizontal indica o padrão dominante.

Figura 76 – Janela da variável de saída do FIS importância da compra
Fonte: Proposto pelo autor.

Da mesma forma, as variáveis de importância da compra dos outros seis itens comprados foram avaliados pelo especialista da empresa. A Tabela 8 mostra de maneira sintetizada as notas avaliação de cada variável e a classificação da importância de cada um dos itens analisados.

Tabela 8 – Determinação da importância da compra dos itens comprados pela empresa B

Produto	Variáveis			Importancia da compra
	Impacto na qualidade	Participação no custo total	Benefícios social e ambiental	
1	2	0,5	1	<i>low</i>
2	8	10	5	<i>high</i>
3	8	3	3	<i>low</i>
4	9	8,5	6	<i>high</i>
5	5	8	10	<i>high</i>
6	7	6	10	<i>high</i>
7	5	10	10	<i>high</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.1.3 Matriz de itens comprados

As combinações dos padrões *low* e *high* dos dois FIS determinam, conforme a seção 4.1.1.3, a classificação dos produtos analisados nas categorias: estratégico, gargalo, alavancado e não crítico. A Quadro 40 e a Figura 77 apresentam os resultados da classificação dos produtos analisados.

Quadro 40 – Classificação dos itens comprados pela empresa B

Produto	Complexidade do mercado	Importância da compra	Classificação
1	<i>low</i>	<i>low</i>	não crítico
2	<i>high</i>	<i>high</i>	estratégico
3	<i>low</i>	<i>low</i>	não crítico
4	<i>high</i>	<i>high</i>	estratégico
5	<i>high</i>	<i>high</i>	estratégico
6	<i>high</i>	<i>high</i>	estratégico
7	<i>high</i>	<i>high</i>	estratégico

Fonte: Proposto pelo autor.

Figura 77 – Classificação dos itens comprados pela empresa B
Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.2 Análise e classificação de relacionamentos

Nesta etapa foram analisados 7 fornecedores. Devido às exigências de sigilo na identificação dos fornecedores, eles foram designados por algarismos romanos. O Quadro 42 apresenta uma breve descrição de cada fornecedor em relação ao capital social, unidade da federação onde localiza a operação, tamanho e certificados que representem uma maturidade na gestão dos processos.

Quadro 41 – Descrição dos fornecedores analisados na empresa A

Fornecedor	Descrição
I	Pequena empresa nacional classificada como “convertedora”, pois apenas faz a adaptação de um material adesivo, está localizada no estado de São Paulo.
II	Grande empresa de capital norte americano, com mais de um século de história. A operação no Brasil tem início na década de 1970, no estado de São Paulo, e acumula as certificações de sistema de gestão da qualidade ISO 9001 e gestão ambiental ISO 14001.
III	Grande empresa de capital nacional, que está entre as cinco maiores no seu setor de atuação, com diversas fábricas nos estados de São Paulo, Paraná e Bahia, com certificação de sistema de gestão da qualidade ISO 9001.

Fornecedor	Descrição
IV	Grande multinacional de capital norte-americano, com presença de mais de 40 anos no Brasil por meio de fábrica instalada no interior de São Paulo
V	Empresa de familiar de pequeno porte no interior do estado de SP
VI	Grande empresa de capital norte americano. A operação no Brasil, que está no estado de São Paulo, é certificada nas normas ISO 9001, ISO 14001 e OSHAS 18001.
VII	Média empresa de capital nacional, com aproximadamente 10 anos de fundação, localizada no estado do Paraná.

Fonte: Proposto pelo autor.

O Quadro 42 mostra quais itens, dentre os analisados, cada um dos 7 fornecedores comercializa com a empresa B. Além desses fornecedores listados, outros não analisados no estudo também fornecem esses itens. De maneira geral, os itens não críticos tem uma quantidade maior de fornecedores cadastrados.

Quadro 42 – Relação entre fornecedores e itens fornecidos na empresa B

Fornecedor	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7
I	X						
II		X					
III			X				
IV				X			
V					X		
VI						X	
VII							X

Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.2.1 FIS Intensidade do relacionamento

Para classificação dos padrões *low*, *medium* e *high*, conforme discutido na seção 4.1.2.1, o FIS utiliza os valores das seis variáveis de entrada atribuídas pelos especialistas da empresa. Eles fizeram uma avaliação de cada variável para os sete fornecedores analisados, de

acordo com os seus aspectos mais importantes, listados no Quadro 19 e no Quadro 23. Por exemplo, para o fornecedor I, uma pequena empresa “convertedora”, as notas foram:

Troca de informações: 8,0. Há uma intensa troca de informações sobre a programação da produção e dos projetos de novos produtos.

Obrigações contratuais: 9,0. Não há problema algum em relação às obrigações contratuais.

Normas de cooperação: 2,0. O compartilhamento de metas e projetos estratégicos é muito baixo. Não existem projetos estratégicos coordenados com identificação de responsabilidades de maneira coordenada.

Ligações operacionais: 2,0. Não existem procedimentos rotineiros que aperfeiçoe a eficiência logística entre as empresas. Não há troca eletrônica de dados com o sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*).

Adaptações específicas do comprador: 2,0. Não há investimento significativo da empresa B para receber os itens do fornecedor 1.

Adaptações específicas do fornecedor: 2,0. A adequação dos itens para atender as necessidades da empresa B é simples, não há a necessidade de novos ferramentais ou qualquer investimento considerável.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada levam a uma intensidade do relacionamento baixa (*low*) para o fornecedor I, conforme mostrado na Figura 78 que é a janela da variável de saída do FIS.

Figura 78 – Janela da variável de saída do FIS Intensidade do relacionamento para o fornecedor I da empresa B

Fonte: Proposto pelo autor.

De maneira semelhante, as variáveis de intensidade do relacionamento dos outros seis fornecedores foram avaliadas pelos especialistas da empresa. A Tabela 9 mostra de maneira sintetizada as notas de cada variável e a classificação da intensidade do relacionamento para cada um dos fornecedores analisados, fornecidos pelo FIS.

Tabela 9 – Determinação da intensidade do relacionamento com os fornecedores da empresa B

Forneced- dor	Variáveis						Intensidade do relacionamento
	Troca de informações	Obrigações contratuais	Normas de cooperação	Ligações operacionais	Adaptações específicas do comprador	Adaptações específicas do fornecedor	
I	8	9	2	2	2	2	<i>low</i>
II	5	7	6	6	6	6	<i>medium</i>
III	8	7	5	3	4	4	<i>high</i>
IV	5	5	4	5	5	7	<i>medium</i>
V	5	5	5	3	5	6	<i>medium</i>
VI	10	5	8	8	7	8	<i>high</i>
VII	5	5	7	8	5	5	<i>high</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.2.2 FIS Atratividade relativa do fornecedor

A atratividade relativa do fornecedor também foi determinada nos padrões *low*, *medium* e *high*. Os especialistas fizeram uma breve análise dos aspectos importantes de cada variável de entrada do FIS, conforme o Quadro 30. Por exemplo, para o fornecedor I, já descrito na seção anterior, as notas foram:

Fatores econômicos e financeiros: 5,0. De acordo com as análises financeiras realizadas no processo de seleção, a estabilidade financeira do fornecedor I está na média das demais.

Fatores organizacionais, culturais e estratégicos: 2,0. A capacidade da alta gerência, alinhamento estratégico e sua influência na cadeia de suprimentos são baixos, que é uma característica desse tipo de pequena empresa.

Fatores tecnológicos: 1,0. A capacidade tecnológica do fornecedor I é muito baixa. Seu processo consiste em apenas adequar um adesivo fabricado por outra empresa.

Fatores de desempenho: 8,0. Apesar de entregar um produto simples, seu desempenho está acima da média dos demais fornecedores e seus preços são bastante competitivos.

Essas notas atribuídas para as variáveis de entrada levam a uma atratividade relativa média (*medium*) para o fornecedor I, conforme mostrado na Figura 79.

Figura 79 – Janela da variável de saída do FIS Atratividade relativa para o fornecedor I da empresa B
Fonte: Proposto pelo autor.

Da mesma forma, as variáveis de entrada da atratividade relativa dos outros 6 fornecedores foram avaliadas pelos especialistas da empresa. A Tabela 10 mostra de maneira sintetizada as notas de cada variável e a classificação da atratividade relativa de cada um dos fornecedores analisados.

Tabela 10 – Determinação da atratividade relativa dos fornecedores da empresa B

Fornecedor	Variáveis				Atratividade relativa do fornecedor
	Fatores econômicos e financeiros	Fatores organizac. culturais e estratégicos	Fatores tecnológicos	Fatores de desempenho	
I	5	2	1	8	<i>medium</i>
II	10	10	7	4	<i>high</i>
III	8	4	4	9	<i>medium</i>
IV	10	4	10	4	<i>medium</i>
V	5	3	5	6	<i>low</i>
VI	8	8	9	8	<i>high</i>
VII	4	5	6	5	<i>medium</i>

Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.2.3 Matriz de relacionamento com o fornecedor

As combinações dos padrões *low*, *medium* e *high* dos dois FIS, conforme a seção 4.1.2.3, determinam a classificação dos fornecedores analisados nas nove combinações da Figura 60. A Tabela 11 e a Figura 80 apresentam os resultados da classificação dos fornecedores analisados.

Tabela 11 – Classificação do relacionamentos com os fornecedores da empresa B

Fornecedor	Intensidade do relacionamento	Atratividade relativa do fornecedor	Classificação
I	<i>medium</i>	<i>low</i>	8
II	<i>medium</i>	<i>high</i>	2
III	<i>high</i>	<i>medium</i>	6
IV	<i>medium</i>	<i>medium</i>	5
V	<i>medium</i>	<i>low</i>	8
VI	<i>high</i>	<i>high</i>	3
VII	<i>high</i>	<i>medium</i>	6

Fonte: Proposto pelo autor.

Figura 80 – Classificação do relacionamento com os fornecedores da empresa B

Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.3 Avaliação do fornecedor em função da classificação do item

Diferentes classificações de itens comprados necessitam de diferentes combinações de intensidade de relacionamento e atratividade relativa do fornecedor. Dos sete itens analisados na empresa B, 2 foram classificados como itens não críticos e 5 como itens estratégicos.

Itens não críticos

Os itens 1 e 3 foram classificados como itens não críticos, conforme mostra a Figura 77. Apesar de existir mais de um único fornecedor para cada um deles, somente o fornecedor I foi analisado para o item 1 e somente o fornecedor 3 foi analisado para o item 3.

A Figura 81 mostra a classificação dos fornecedores dos itens não críticos. Nenhum deles está na combinação ideal de atratividade relativa e intensidade de relacionamento, que é a célula 7, preenchida na cor azul. Os dois fornecedores excedem este mínimo necessário. Desta forma, a diferença da relação desses fornecedores com a combinação ideal foi de excesso frente ao mínimo necessário.

Figura 81 – Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens não críticos da empresa A
Fonte: Proposto pelo autor.

Itens estratégicos

Os itens 2, 4, 5, 6 e 7 foram classificados na categoria de estratégico, conforme mostra a Figura 77. Seus fornecedores são respectivamente de mesma numeração, ou seja, os fornecedores II, IV, V, VI e VII. A Figura 82 mostra que apenas o fornecedor VI atende a combinação ideal de intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor, célula 3 preenchida na cor vermelha. Os demais estão aquém desse ideal. A intensidade do relacionamento precisa ser melhorada com os fornecedores II, IV e V. Já a atratividade relativa deve ser melhorada nos fornecedores IV, V e VII.

Figura 82 - Classificação dos relacionamentos dos fornecedores de itens estratégicos da empresa B
Fonte: Proposto pelo autor.

5.2.4 Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores

Os fornecedores devem ser avaliados de acordo com as necessidades requeridas pelos itens fornecidos, conforme descrito na seção 4.1.3. A Tabela 12 mostra as relações entre os sete itens fornecidos e os sete fornecedores analisados, sintetizando os resultados da etapa anterior do modelo. De acordo com a última coluna, que indica como o atual suprimento do item pelo fornecedor se encontra diante da respectiva combinação ideal, três situações foram encontradas: “Ok” quando o relacionamento de fornecimento está na combinação ideal;

“Excede” quando o relacionamento está além da combinação ideal e “Aquém” quando o relacionamento está abaixo da combinação ideal.

Tabela 12 – Relação de fornecedores com itens fornecidos analisado para empresa A

Fornecedor	Classificação do relacionamento com o fornecedor	Item fornecido	Classificação do item	Combinação ideal
I	8	1	Não crítico	Excede
II	2	2	Estratégico	Aquém
III	6	3	Não crítico	Excede
IV	5	4	Estratégico	Aquém
V	8	5	Estratégico	Aquém
VI	3	6	Estratégico	Ok
VII	6	7	Estratégico	Aquém

Fonte: Proposto pelo autor.

Dentre os fornecedores de itens estratégicos, apenas o fornecedor VI está na combinação ideal. Os outros quatro precisam melhorar sua atividade relativa, ou a intensidade do relacionamento, ou ambas, conforme mostra a Figura 82.

No relacionamento com o fornecedor II, deve-se adotar o primeiro grupo de plano de ação “fortalecer a relação com o fornecedor”, para que a intensidade de relacionamento passe de médio para alto e a combinação ideal seja alcançada. A mais baixa avaliação atribuída para a variável troca de informação indica que melhorias deveriam ser realizadas nesta direção.

O segundo grupo de plano de ação “fortalecer a atratividade do fornecedor” deve ser adotado no relacionamento com o fornecedor VII, assim, a combinação ideal seria alcançada com a atratividade relativa aumentando de média para alta. A maior deficiência na atratividade deste fornecedor é indicada pela menor nota para variável fatores econômicos e financeiros.

Para o relacionamento com o fornecedor IV, tanto o primeiro como o segundo grupo de plano de ação seria necessário, pois tanto a intensidade do relacionamento como a atratividade relativa está no nível médio. Elas necessitam ser melhoradas até o nível alto para a combinação ideal para fornecimento de item estratégico ser alcançada. Na melhoria da intensidade do relacionamento, as normas de cooperação, que foi a variável pior avaliada, precisam ser melhoradas. Enquanto para a atratividade relativa, o desenvolvimento do

fornecedor deve ocorrer no sentido de melhorar os fatores organizacionais, culturais e estratégicos e os fatores de desempenho.

O relacionamento com o fornecedor V é o mais distante da combinação ideal. Nele, assim como descrito para o fornecedor IV, tanto o primeiro como o segundo grupo de plano de ação seria necessário. Neste caso, o segundo “fortalecer a atratividade do fornecedor” necessita ser implementado de forma mais intensa, pois o nível de intensidade do relacionamento deveria ser aumentado de baixo para alto. Nesta dimensão, os fatores organizacionais, culturais e estratégicos precisam de grandes melhorias, pois a avaliação desta variável foi muito baixa. A intensidade do relacionamento com o fornecedor também precisaria ser melhorada, mas de média para alta, com a implementação do primeiro grupo de plano de ação. Nela, as normas de cooperação precisariam ser melhoradas pois compõem a variável com avaliação mais baixa.

Os relacionamentos com os fornecedores dos itens não críticos, que são o 1 e o 3, excedem a combinação ideal de atratividade relativa e intensidade de relacionamento. Caso eles compartilhem os mesmos recursos escassos requisitados por relacionamentos com fornecedores mais importantes, o terceiro grupo de plano de ação, discutido na seção 4.1.4, “redução de recursos em uma relação para melhorar sua alocação e sustentar os outros dois grupos de plano de ação” pode ser adotado. Entretanto, a amostra de itens analisados comprados desses fornecedores precisaria ser ampliada para verificar se itens de outras categorias mais importantes provem dessas fontes.

5.2.5 Discussão dos resultados

Os participantes das entrevistas de coleta de dados da empresa B, principalmente o engenheiro de desenvolvimento de fornecedores, já conheciam a matriz de Kraljic (1983), pois a empresa já possuía uma iniciativa de sua aplicação. Desta forma, as discussões sobre o modelo foram mais detalhadas que na empresa A. Além dos resultados e das variáveis utilizadas, questões relacionadas à base de regras e a estruturação do modelo foram discutidas.

De acordo com o engenheiro responsável pelo desenvolvimento da base de fornecedores, os resultados do modelo foram condizentes com a realidade da empresa. A classificação dos itens em não críticos e estratégicos, assim como a classificação dos

relacionamentos com os fornecedores, não apresentaram distorções com o esperado. As sugestões de melhoria em relação à atratividade relativa e/ou melhoria da intensidade do relacionamento foram consideradas consistentes com os atuais problemas de gestão desses fornecedores. Da mesma forma, o fato do fornecedor VI ser o único dentre os analisados para itens estratégicos que se enquadrou na combinação ideal foi coerente com seu históricos frente aos seus pares.

Em relação às variáveis utilizadas no modelo, o especialista considerou-as adequadas para o desenvolvimento da base de fornecedores da empresa. Entretanto, ele relata que houve uma dificuldade em diferir claramente a abrangência de algumas variáveis. A avaliação das variáveis “troca de informações” e “ligações operacionais” passou uma sensação de que alguns aspectos foram avaliados duas vezes, pois estas duas variáveis parecem bastante semelhantes.

Outra crítica na aplicação do modelo foi relacionada ao processo de avaliação das variáveis. A atribuição das notas em uma escala de 0 a 10,0 não é a maneira mais confortável de avaliação dos itens e dos relacionamentos com os fornecedores. A precisão da escala e as potenciais discrepâncias entre as avaliações de diferentes itens e fornecedores proporcionam um desconforto para o avaliador. Na opinião dos especialistas, a utilização direta de termos linguísticos seria mais adequada nesse processo. Eles declararam que a avaliação por termos qualitativos seria mais confortável, comparado às notas quantitativas.

A utilização de mais termos linguísticos também foi uma sugestão de melhoria. Ao invés das variáveis de entrada trabalhar apenas com os termos baixo, médio e alto, poderia se adicionado os termos muito baixo e muito alto. Entretanto, o aumento dos termos levaria a um aumento muito grande na quantidade de regras. O tempo para depuração da base de regras é um importante elemento de limitação do ajuste do modelo às percepções dos especialistas da empresa. A participação desses profissionais na montagem das bases de regras e no ajuste das variáveis foi cogitada, mas mostrou-se inviável devido ao tempo necessário para realização dessas atividades.

6 Conclusão

A estruturação do modelo proposto foi baseada nos estudos sobre segmentação ou portfólio de compras. De acordo com as características do item comprado, diferentes práticas de gestão devem ser adotadas. As características dos itens comprados são agrupadas em duas dimensões: importância do item e complexidade do mercado. A primeira relacionada aos objetivos dos processos de negócio da empresa compradora; já a segunda está relacionada à dificuldade de negociação com os fornecedores. A combinação das duas dimensões formam os quatro segmentos de itens comprados: não críticos, alavancados, gargalos e estratégicos.

Cada portfólio de itens comprados necessita de diferentes abordagens de relacionamento de fornecimento. A segunda etapa do modelo faz uma análise desse relacionamento, agrupando suas características em duas dimensões: intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor. A combinação dessas duas forma uma matriz de análise e classificação dos relacionamentos.

A análise e classificação dos relacionamentos feita na segunda etapa do modelo permite uma comparação com a matriz ideal de cada tipo de item fornecido. Desta forma, a terceira etapa do modelo identifica as lacunas para o direcionamento de iniciativas de melhoria na intensidade do relacionamento ou na atratividade do fornecedor.

Esse direcionamento permite que três diferentes grupos de plano de ação possam ser adotados, na quarta etapa: 1) fortalecer a relação com o fornecedor; 2) fortalecer a atratividade do fornecedor ou 3) redução de recursos na relação para redirecioná-los para os outros dois grupos de plano de ação.

A contribuição deste modelo nos estudos sobre gestão da base de fornecedores está no tratamento das diversas variáveis qualitativas que formam as dimensões das matrizes das duas primeiras etapas do modelo. As variáveis, tanto de análise do item comprado como de análise do relacionamento, são predominantemente de natureza qualitativa.

A grande quantidade de diferentes variáveis, de diferentes naturezas, envolvidas no processo de avaliação de fornecedores, cria um desafio em que diversos estudos têm sido realizados, com diferentes técnicas multicritério. Dentre essas, o AHP tem recebido maior destaque, com diversas propostas de utilização para o modelo de portfólio de compras.

Assim como o AHP, a lógica *fuzzy* utiliza a percepção de especialistas para trabalhar com variáveis qualitativas, que carregam incertezas e imprecisões. Desta forma, a contribuição deste modelo está na investigação de como a lógica *fuzzy* pode ser utilizada no tratamento das variáveis que compõem as dimensões das matrizes de um modelo de portfólio de compras.

O desenvolvimento do modelo foi por meio de uma pesquisa quantitativa axiomática descritiva. Axiomática porque seu modelo conceitual foi desenhado por meio de uma ampla revisão da literatura sobre modelos de segmentação da base de suprimento, ou seja, sua construção foi fundamentalmente teórica, com o levantamento das variáveis do modelo de acordo com as publicações sobre esse tema. Descritiva porque as bases de regras de inferência *fuzzy* decrevem as relações entre as variáveis que compõem as dimensões das matrizes.

As variáveis levantadas para o modelo são predominantemente qualitativas, tanto para a análise do item comprado como para análise do relacionamento de fornecimento. Desta forma, sua determinação é feita por meio da percepção dos especialistas, que é caracterizada pela grande carga de incerteza e imprecisão. Apesar do modelo proposto e das duas aplicações práticas trabalharem com as mesmas variáveis, estas não são fixas, assim como as regras de inferência. Os grupos de variáveis podem ser modificados por substituição, eliminação ou adição de novas variáveis. A importância de cada variável também pode ser alterada com modificações nas regras de inferência. Essas modificações devem estar alinhadas aos objetivos estratégicos de suprimento, que por sua vez, devem estar subordinadas a estratégia competitiva da empresa. A flexibilidade quanto a essas alterações constitui uma virtude frente às aplicações baseadas no AHP que necessitam de uma extensa série de comparações pareadas com a modificação das variáveis e estão suscetíveis ao problema da reversão de classificação (*rank reversal*). Além disso, as variáveis *fuzzy* trabalham com uma linguagem com termos naturais e tem a capacidade de carregar as incertezas e imprecisões na coleta dos julgamentos; enquanto o AHP trabalha com uma escala de números absolutos.

Apesar dessas virtudes, a construção do modelo e as duas aplicações práticas mostraram que a parametrização não é uma tarefa simples. As funções de pertinência das variáveis *fuzzy* foram ajustadas dentro de um universo de discurso de zero a dez, com um

mesmo padrão de valores. Apesar da possibilidade de realizar ajustes específicos para cada variável de entrada, esta simplificação foi adotada para facilitar a avaliação dos especialistas das duas empresas. O padrão único para os parâmetros dos termos baixo, médio e alto é de mais fácil compreensão que uma variação de padrões para cada variável diferente. Essa padronização que está ligada diretamente ao processo de avaliação das variáveis é muito importante para facilitar a aplicação prática, pois os especialistas não participaram da construção do modelo. Eles apenas avaliaram os itens e os relacionamentos com os fornecedores para gerar dados de entrada para testar o modelo. A depuração da base de regras e os ajustes das funções de pertinência com a participação dos especialistas das empresas exigiria um período bastante longo de desenvolvimento e uma grande dedicação desses profissionais que se mostrou inviável para esta pesquisa acadêmica. Além disso, essas questões são específicas de cada empresa, não são essenciais para uma pesquisa baseada em modelo quantitativo axiomática descritiva.

As duas aplicações práticas foram realizadas com o propósito de mostrar como é o funcionamento do modelo e permitir sua avaliação por especialistas na gestão do desenvolvimento da base de fornecedores de grandes empresas. As aplicações foram restritas a coleta de dados de entrada para o modelo e discussões a respeito dos seus resultados e suas variáveis utilizadas. Todo processo de depuração das funções de pertinência e das bases de regras foram realizadas pelo autor, baseado na revisão da literatura.

A avaliação dos especialistas tiveram como foco a análise e classificação dos itens comprados, a análise e classificação dos relacionamentos e o direcionamento de grupos de planos de ação de melhoria da gestão da base de fornecedores. Apesar da amostra de itens e fornecedores analisados não ser muito ampla, seis itens e seis fornecedores para empresa A e sete itens e sete fornecedores para empresa B, nestas amostras, os resultados foram aprovados pelos especialistas. A classificação dos itens no modelo ficou coerente com as técnicas de determinação de criticidade dos itens utilizados nas duas empresas. Os *gaps* dos relacionamentos com os fornecedores em relação às combinações ideais de cada categoria de item comprado e os respectivos grupos de planos de ação sugeridos também foram condizentes com as percepções dos profissionais da empresa.

Os especialistas também analisaram a abrangência das variáveis utilizadas na composição das dimensões das matrizes das duas primeiras etapas do modelo. Eles concordaram com adoção das variáveis para avaliação de itens comprados e relacionamentos com os fornecedores. Entretanto algumas ressalvas foram feitas. Na empresa A, a variável

“obrigações contratuais” foi irrelevante, pois todos os fornecedores seguem o mesmo padrão de contrato. Na empresa B, algumas variáveis foram julgadas sem uma boa distinção. As variáveis “troca de informações” e “ligações operacionais” foram consideradas muito semelhantes, sem a necessidade de um tratamento diferenciado.

Essas observações são consequências das limitações na aplicação do modelo. Em uma aplicação plena para a gestão da base de fornecedores, a escolha das variáveis, os ajustes das funções de pertinência e a construção da base de regras do modelo deveriam ser realizados com a participação de toda equipe envolvida no processo de desenvolvimento de fornecedores. Esta equipe também precisaria ser treinada para compreender questões básicas da teoria dos conjuntos *fuzzy*. Entretanto o tempo disponível desses profissionais para realização da pesquisa foi bastante restrito. Desta forma, decidiu-se por utilizar um mesmo padrão de parametrização do modelo nas duas aplicações práticas, apesar da flexibilidade de ajustes e customização possibilitados pela utilização de FISs.

Outra limitação evidenciada nas aplicações práticas é a quantidade de funções de pertinência para cada variável. As variáveis de entrada utilizaram apenas os termos baixo, médio e alto; entretanto, o especialista da empresa B considerou que a adição de mais dois termos extremos: muito baixo e muito alto, seria melhor. O problema de trabalhar com uma quantidade maior de termos é o aumento exponencial do número de regras de inferência, que dificultaria bastante o trabalho de ajuste do modelo.

Uma sugestão de trabalho futuro seria a utilização de técnicas para simplificar a construção e a parametrização da base de regras. *Neurofuzzy* e técnicas matemáticas poderiam ser utilizadas para racionalizar o desenvolvimento da base de regras e a depuração do modelo. Desta forma, mesmo com variáveis *fuzzy*, com mais funções de pertinência e base de regras mais extensas, seria possível fazer uma customização do modelo para uma utilização plena na gestão da base de fornecedores de uma empresa. Uma aplicação mais completa do modelo também possibilitaria uma melhor análise da flexibilidade da utilização da lógica *fuzzy* quanto às modificações dos critérios na avaliação da dos itens comprados e relacionamentos com os fornecedores.

As visitas nas empresas mostraram que os programas de premiação e certificação interna de fornecedores são importantes iniciativas para estimular a melhoria e apresentar *feedback* de desempenho aos fornecedores. Entretanto, esses programas só consideram o desempenho operacional, como: PPM de entrega, PPM de qualidade e custos. Pesquisas poderiam ser feitas para inserção de variáveis qualitativas, como as utilizadas neste trabalho,

para composição das notas para premiação. Este tratamento poderia ser realizado com a utilização da lógica *fuzzy*.

Apesar de estar em um estágio de desenvolvimento mais incipiente que o CRM, algumas soluções de ERP já incorporam módulos de SRM. Desta forma, uma linha de investigação seria identificar como a segmentação e o modelo de portfólio estão sendo utilizados nesses produtos e quais as principais dificuldades de implantação.

Referências

AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. Colaboração cliente-fornecedor no processo de desenvolvimento de produto: estudo de casos na indústria de autopeças. **Gestão & Produção**, v 7, n 1, p 56-72, 2000.

AMID, A.; GHODSYPOUR, S. H.; O'BRIEN, C. A weighted max-min model for fuzzy multi-objective supplier selection in a supply chain. **International Journal of Production Economics**, v 131, n 1, p139-145, 2011.

AMINDOUST, A.; AHMED, S.; SAGHAFINIA, A.; BAHREININEJAD, A. (2012). Sustainable supplier selection: A ranking model based on fuzzy inference system. **Applied Soft Computing**, v 12, n 6, p 1668–1677, 2012.

ARNOLD, U. New dimensions of outsourcing: a combination of transaction cost economics and the core competencies concept. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v 6, n 1, p 23-29, 2000.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial**. 5ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BANAS QUALIDADE. **Ferramentas da qualidade: Dual sourcing**. Disponível em: <<http://www.banasqualidade.com.br>>. Acesso em: 09 set. 2012.

BELTON, V.; GEAR, A. E. On a shortcoming of Saaty's method of analytic hierarchies. **Omega**, v 11, n 3, p 228-230, (1983).

BENSAOU, M. Portfolios of buyer-supplier relationships. **Sloan Management Review**, v. 40, n. 4, p. 35-44, 1999.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Modelling and Simulaion. In: KARLSSON, **Researching Operations Management**. C. .New York e London: Routledge, Taylor & Francis Group, 2009.

_____. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, 22(2), 241-264, 2002.

BOJADZIEV, G; BOJADZIEV, M. **Fuzzy logic for business, finance, and management**. 2 ed. Singapore: World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de engenharia da UFMG, 1992.

_____. **TQC: controle da qualidade total no estilo japonês**. 5. ed. Belo Horizonte: UFMG, 1992.

CANIELS, M.; GELDERMAN, C. Power and interdependence in buyer supplier relationships: A purchasing portfolio approach. **Industrial Marketing Management**, 36(2), 219-229, 2007.

CANNON, J. P.; PERREAULT, W. D. Buyer-Seller relationships in business markets. **Journal of marketing research**, v 36, n 4, p 439-460, 1999.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

CARPINETTI, L. C. R.; MIGUEL, P. A. C.; GEROLAMO, M. C. **Gestão da qualidade ISO 9001:2008: Princípios e requisitos**, 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CARVALHO, M. M.; ROTONDARO, R. G. *Modelo seis sigma*. In *Gestão da qualidade*. Coordenadores: Carvalho, M. M.; Paladini, E. P. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CERRA, A. L.; MAIA, J. L.; ALVES FILHO, A. G. Aspectos estratégicos, estruturais e relacionais de três cadeias de suprimentos automotivas. **Revista Gestão & Produção**. São Carlos. V. 14, n. 2, p. 253-265, 2007.

CHAO, G. H.; IRAVANI, S. M. R.; SAVASKAN, R. C. Quality improvement inventives and product recall cost sharing contracts. **Management Science**. V. 55, n. 7, p. 1122-1138, 2009.

CHERAGHI, S. H.; DADASHZADEH, M.; SUBRAMANIAN, M. Critical success factors for supplier selection : an update. **Journal of Applied Business Research**, v 20, n 2, p 91-108, 2004.

CHOI, T. Y.; KRAUSE, D. R. The supply base and its complexity: implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation. **Journal of Operations Management**, v 24, n 5, p 637-652, 2006.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003.

_____. **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. 4 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

CORRÊA, H. L. **Gestão de redes de suprimento: Integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado**. São Paulo: Atlas, 2010.

COSTA, C. A.; VANSNICK, J.C. A critical analysis of the eigenvalue method used to derive priorities in AHP. **European Journal of Operational Research**, v 187, n 3, p 1422-1428, 2008.

COX, A. Understanding buyer and supplier power: A framework for procurement and supply competence. **The Journal of Supply Chain Management**, v 37, n 2, p 8-15, 2001.

COX, A.; WATSON, G. Top tools: one-hit wonders or lasting classics? **Supply management**, nov 4, v 9, n 22, p 20-23, 2004.

DAY, M.; MAGNAN, G. M.; MOELLER, M. M. Evaluating the bases of supplier segmentation: A review and taxonomy. **Industrial Marketing Management**, v 39, n 4, p 625-639, 2010.

DEMPSEY, W. A. Vendor Selection and the Buying Process. **Industrial Marketing Management**, n 7, p 257-267, 1978.

DICKSON, G. W. An analysis of supplier selection systems and decisions. **Journal of Purchasing**, v 2, n 1, p 5-17, 1966.

DORAN, D. Rethinking the supply chain: an automotive perspective. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 9, n. 1, p. 102-109, 2004.

DRAKE, P. R.; LEE, D. M.; HUSSAIN, M. The lean and agile purchasing portfolio model. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 18, n. 1, 2013.

DUBOIS, A; PEDERSEN, A. Why relationships do not fit into purchasing portfolio models – a comparison between the portfolio and industrial network approaches. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, n 8, p 35 – 42, 2002.

DYER, J. H. Dedicated assets: Japan's manufacturing edge. **Harvard Business Review**, v 72, n 6, p 174-178, 1994.

DYER, J. H.; CHO, D. S.; CHU, W. Strategic supplier segmentation : The next “ best practice ” in supply chain management. **California Management Review**, v. 40, n. 2, 57-77, 1998.

DYER, J. S. Remarks on the Analytic Hierarchy Process. **Management Science**, v 36, n 3, p 249-258, 1990.

ELKINGTON, J. Partnerships from cannibals with forks: the triple bottom line of 21st-century business. **Environmental Quality Management**, v 8, n 1, p 37-51, 1998.

ELLRAM, L. M. The supplier selection decision in strategic partnerships. **International Journal of Purchasing and material management**, v. 26, n 4, p 8-14, 1990.

FISHER, M. L. What is the right supply chain for your product? **Harvard Business Review**, mar-apr, p. 83-93, 1997.

FOSTER, S. T. Jr. Towards an understanding of supply chain quality management. **Journal of Operations Management**, v. 26. n. 4. p. 461-467, 2008.

GALANTINE, O. Entrevista: Voz forte nos suprimentos da Fiat Chrysler. **Automotive Business**. v 4, n 16, p 42-47, 2012.

GANGA, G. M. D.; CARPINETTI. A fuzzy logic approach to supply chain performance management. **International Journal of Production Economics**. v 134, p 177-187, 2011.

GATTORNA, J. **Living Supply Chains**: Alinhamento dinâmico de cadeias de valor. São Paulo: Person Prentice Hall, 2009.

GELDERMAN, C. J.; SEMEIJN, J. Managing the global supply base through purchasing portfolio management. **Journal of Purchasing and Supply Management**, v12, n 4, p 209–217, 2006.

GELDERMAN, C. J.; WEELE, A. J. Handling measurement issues and strategic directions in Kraljic's purchasing portfolio model. **Journal of Purchasing & Supply Management**, v 9, n 5-6, p 207-216, 2003.

_____. Purchasing portfolio models: A critique and update. **The Journal of Supply Chain Management**, v 41, n 3, p 19-28, 2005.

GEORGE, J. K.; YUAN, B. **Fuzzy sets and fuzzy logic**: theory and applications. Prentice-Hall, 1995.

GHODSYPOUR, S. H.; O'BRIEN, C. A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. **International Journal of Production Economics**, v.56-57, p. 199-212, 1998.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

GIL-ALUJA, J. **Fuzzy sets in the management of uncertainty**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2004.

GONZÁLEZ-BENITO, J. A theory of purchasing's contribution to business performance. **Journal of Operations Management**, v 25, n 4, p 901-917, 2007.

GOODWIN, P.; WRIGHT, G. **Decision Analysis for Management Judgment**. 3 ed. John Wiley & Sons Ltd, 2004.

GOVINDAN, K.; KANNAN, D.; HAQ, A. N. Analyzing supplier development criteria for an automobile industry. **Industrial Management & Data Systems**, v. 110, n 1, p 43-62, 2010.

GUNASEKARAN, A.; KOBU, B. Performance measures and metrics in logistics and supply chain management: a review of recent literature (1995-2004) for research and applications. **International Journal of Production Research**, v. 45, n 12, p. 2819-2840, 2007.

GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; MCGAUGHEY, R. E. A framework for supply chain performance measurement. **International Journal of Production Economics**, v. 87, n 3, p. 333-347, 2004.

HAHN, C. K.; WATTS, C. A.; KIM, K. Y. The Supplier Development Program : A Conceptual Model. **Journal of Purchasing and Materials Management**. V 26, n 2, p 2-7, 1990.

HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. **Competing for the future**. Boston, Harvard Business School Press, 1994.

HART, C. **Doing a literature review: Releasing the social science research imagination**. London, SAGE Publications, 1998.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. **Restoring our competitive edge: competing through manufacturing**. New York: John Wiley, 1984.

HAYES, R.; PISANO, G.; UPTON, D.; WHEELWRIGHT, S. **Produção, estratégia e tecnologia: em busca da vantagem competitiva**. Porto Alegre/RS: Artmed Editora S/A, 2008.

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**. v 202, n 1, p 16-24, 2010.

HUMPHREYS, P. K., LI, W. L., & CHAN, L. Y. The impact of supplier development on buyer–supplier performance. **Omega**, v. 32, n 2, p 131-143, 2004.

INEMEK, A.; MATTHYSSENS, P. Enhancing supplier performance in buyer-supplier relationships: The roles of supplier assessment, buyer assistance, and supplier involvement in product development. In: EUROPEAN OPERATIONS MANAGEMENT ASSOCIATION CONFERENCE, 18., 2011, Cambridge, UK. **Anais...**

INFORM SOFTWARE CORP. Fuzzytech help. Chicago, IL, 2012.

JURAN, J. M. A. **Qualidade desde o projeto**: novos passos para o planejamento da Qualidade em produtos e serviços. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

KAMATH, R. R.; LIKER, J. K. A second look at Japanese product development. **Harvard Business Review**, v 72, n 6, p 154-170, 1994.

KANNAN, V. R.; TAN, K. C. Supplier selection and assessment: their impact on business performance. **The Journal of Supply Chain Management**. v 38, n 4, p 11-21, 2002.

KANTER, R. M. Collaborative Advantage: The art of alliances. **Harvard Business Review**, jul-aug, p. 96-108, 1994.

KAYNAK, H.; HARTLEY, J. L. A replication and extension of quality management into the supply chain. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 4, p. 468-489, 2008.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

KRALJIC, P. Purchasing Must Become Supply Management. **Harvard Business Review**, set-oct, p. 109-117, 1983.

KRAUSE, D. R. Supplier Development : Current Practices and Outcomes. **International Journal of Purchasing and Materials Management**. April, p 12-19, 1997.

KRAUSE, D. R.; HANDFIELD, R. B.; TYLER, B. B. The relationships between supplier development, commitment, social capital accumulation and performance improvement. **Journal of Operations Management**. v 25, p 528-545, 2007.

KRAUSE, D.; HANDFIELD, R. B.; SCANNELL, T. V. An empirical investigation of supplier development: reactive and strategic processes. **Journal of Operations Management**. v17, n 1, p 39-58, 1998.

LEE, D. M.; DRAKE, P. A portfolio model for component purchasing strategy and the case study of two South Korean elevator manufacturers. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 22, p 6651-6682, 2010.

LEE, H. L. Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties. **California Management Review**, v 44, n 3, p 105-119, 2002.

LEMA, R.; QUADROS, R.; SCHMITZ, H. Shifts in Innovation Power to Brazil and India: Insights from the Auto and Software Industries. **IDS Research Reports**, n. 73, p 1-84, 2012.

LIKER, J. K.; CHOI, T.Y. Building deep supplier relationships. **Harvard Business Review**, v. 82, n10, p 102–112, 2004.

LIMA JUNIOR, F. R. ; CARPINETTI, L. C. R. ; OSIRO, L. . Problema de Seleção e Avaliação de Fornecedores: Caracterização da Literatura Científica por meio de um Levantamento Bibliográfico Sistematizado. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2011, Belo Horizonte-MG. Anais do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011

LOCKSTRÖM, M.; SCHADEL, J.; HARRISON, N.; MOSER, R.; MALHOTRA, M. K. Antecedents to supplier integration in the automotive industry: A multiple-case study of foreign subsidiaries in China. **Journal of Operations Management**, v. 28, n. 3, p. 240-256, 2010.

LUZZINI, D.; CANIATO, F.; RONCHI, S.; SPINA, G. A transaction costs approach to purchasing portfolio management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 32, n 9, p 1015–1042, 2012.

MAMDANI, E. H.; ASSILIAN, S. An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller. **International Journal of Man-Machine Studies**. v 7, n 1, p 1-13, 1975.

MARKOWITZ, H. M. Portfolio selection. **Journal of Finance**. v 7, n 1, p 77-91, 1952.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 10 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010.

MCLVOR, R. How the transaction cost and resource-based theories of the firm inform outsourcing evaluation. **Journal of operations management**, v 27, n 1, p 45-63, 2009.

MEREDITH, J. R.; RATURI, A.; AMOAKO-GYAMPAH, K; KAPLAN, B. Alternative research paradigms in Operations. **Journal or Operations Management**, v 8,n 4, p 297-326, 1989.

MODI, S. B.; MABERT, V. A. Supplier development: Improving supplier performance through knowledge transfer. **Journal of Operations Management**, v 25,n 1, p 42-64, 2007.

MORABITO R.; PUREZA, V. Modelagem e Simulação. In: MIGUEL, P. A. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2010.

NELLORE, R. SÖDERQUIST, K. Portfolio approaches to procurement: analyzing the missing link to specifications. **Long Range Planning**, v 33, n 2, p 245-267, 2000.

OLSEN, R. F.; ELLRAM, L. M. A portfolio approach to supplier relationships. **Industrial Marketing Management**, v 26, n 2, p 101-113, 1997.

OSIRO, L.; CARPINETTI, L. C. Identificação dos principais critérios de diferenciação de portfólio de fornecedores. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2011, Belo Horizonte-MG. Anais do XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2011

PAGELL, M.; WU, Z.; WASSERMAN, M. E. Thinking differently about purchasing portfolios: an assessment of sustainable sourcing. **Journal of Supply Chain Management**, v 46, n 1, p 57-73, 2010.

PARK, J.; SHIN, D.; CHANG, T. W.; PARK, J. An integrative framework for supplier relationship management. **Industrial Management & Data System**, v 110, n 4, p 495-515, 2010.

PIRES, S. R. I. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004.

PORTER, M. E. **Competitive Strategy**. New York: The Free Press, 1980.

_____. **Vantagem Competitiva: Criando e sustentando um desempenho superior**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1989.

PRAHALAD, C. K. Reexame de competências. **Revista HSM Management**, nov/dez, 1999.

PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. The core competence of the corporation. **Harvard Business Review**, may-june, p. 79- 91, 1990.

PRAJOGO, D; CHOWDHURY, M; YEUNG, A. C.L.; CHENG, T.C.E. The relationship between supplier management and firm's operational performance: A multi-dimensional perspective. **International Journal of Production Economics**, v 136, n 1, p 123-130, 2012.

RICHARDSON, J. Parallel sourcing and supplier performance in the Japanese automobile industry. **Strategic Management Journal**, v 14, p 339 – 350, 1993.

ROBINSON, C. J.; MALHOTRA, M. K. Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice. **International Journal of Production Economics**, n. 96, p. 315-337, 2005.

RODRIGUES, M. V. **Ações para a qualidade: Gestão estratégica e integrada para a melhoria dos processos na busca da qualidade e competitividade**. 4 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2012.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. Pittsburgh: RWS Publications, 1990.

SALO, A. A.; HØMØLØINEN, R. P. On the Measurement of Preferences in the Analytic Hierarchy Process. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v 6, p 309-319, 1997.

SARKAR, A.; MOHAPATRA, P. K. J. Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. **Journal of Purchasing and Supply Management**. v 12, n 3, p 148-163, 2006.

SCHMITZ, J.; PLATTS, K. W. (2004). Supplier logistics performance measurement: Indications from a study in the automotive industry. **International Journal of Production Economics**, v 89, n 2, p 231-243, 2004.

SIMÕES, M. G.; SHAW, I. S. **Controle e modelagem fuzzy**. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2007.

SMITH, J. E.; VON WINTERFELDT, D. Decision Analysis in Management Science. **Management Science**, v 50, n 5, p 561-574, 2004.

THE MATHWORKS, INC. *Fuzzy Logic Toolbox™ User's Guide* 2012. Recuperado em 12 de maio de 2012, de http://www.mathworks.com/help/pdf_doc/fuzzy/fuzzy.pdf

THOLE, U.; ZIMMERMANN, H.-J.; ZYSNO, P. On the suitability of minimum and product operators for the intersection of fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 2, p. 167-180, 1979.

TRENT, R. J.; MONCZKA, R. M. Achieving world-class supplier quality. **Total Quality Management**. V. 10, n.6, p. 927-938, 1999.

UNAHABHOKHA, C.; PLATTS, K.; TAN, K. H. Predictive performance measurement system: A fuzzy expert system approach. **Benchmarking: An International Journal**. V 14, n 1, p 77-91, 2007.

VAN HOEK, R. I. "Measuring the unmeasurable" - measuring and improving performance in the supply chain. **Supply Chain Management: An International Journal**, v 3, n 4, p 187-192, 1998.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**. 2 ed. Rio de Janeiro, Elsevier, 2012.

VINCENTI, W. G. **What engineers know and how they know it**. London: The Johns Hopkins University Press, 1990.

VON ALTROCK, C. **Fuzzy logic & neurofuzzy: applications in business and finance**. New Jersey: Prentice hall PTR, 1997.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n 2, p 195-219, 2002.

WAGNER, S. M.; JOHNSON, J. L. Configuring and managing strategic supplier portfolios. **Industrial Marketing Management**, v 33, n 8, p 717-730, 2004.

WEBER, C. A.; CURRENT, J. R.; BENTON, W. C. Vendor selection criteria and methods. **European Journal of Operational Research**, v 50, n 1, p 2-18, 1991.

WILLIAMSON, O. E. Transaction cost economics: how it works; where it is headed. **De Economist**, v 146, n 1, p 23–58, 1998.

WILLIAMSON, O. E. **The economics institutions of capitalism**. New York, Free Press, 1985.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. Closing ceremony of the eighth and final meeting of World Commission on Environment and Development, Tokyo, 1987.

YAGER, R. R.; FILEV, D. On the issue of defuzzification and selection based on a fuzzy set. **Fuzzy Sets and Systems**, v 55, n 3, p 255–271, 1993.

YAGER, R. R.; ZADEH, L. A. **An introduction to fuzzy logic applications in intelligent systems**. Kluwer Academic Publishers Group, 1992.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZADEH, L. A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. **IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics**, v smc-3, n 1, p 28-44, 1973.

_____. The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning-I. **Information Sciences**, n 8, p 199-249, 1975.

ZIMMERMANN, H.-J.; ZYSNO, P. Decisions and evaluations by hierarchical aggregation of information. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 10, p. 243-260, 1983.

ZIMMERMANN, H.-J. **Fuzzy set theory: and its applications**. 4 ed. Kluwer Academic Publishers, 2001.

Apêndice A

Protocolo de coleta de dados de avaliação e desenvolvimento da base de fornecedores

1. Objetivo

Coletar dados para testar e analisar um modelo de portfólio de avaliação e desenvolvimento de fornecedores baseado na lógica *fuzzy*

2. Variáveis (critérios) e sistemática de avaliação

A avaliação dos fornecedores é feita em função da avaliação da classificação do item fornecido. As seguintes etapas são propostas:

Etapa 1: Análise e classificação de itens fornecidos;

Etapa 2: Análise e classificação de relacionamento com fornecedor;

Etapa 3: Avaliação do fornecedor em função da classificação do item

Etapa 4: Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores.

A figura 1 ilustra as variáveis adotadas para análise em cada uma das etapas, como segue:

Figura 1: Visão geral da proposta e variáveis de classificação do item e classificação de relacionamentos.

Etapa 1: Análise e classificação de itens fornecidos

A Figura 2 detalha as 4 categorias de classificação dos itens, em função do nível (alto ou baixo) das dimensões complexidade do mercado fornecedor e importância da compra.

Figura 2: Categorias de classificação dos itens, Etapa 1.

A Figura 3 detalha as variáveis usadas para avaliação das dimensões importância da compra e complexidade do mercado fornecedor.

Figura 3: Variáveis para avaliação das variáveis complexidade do mercado fornecedor e importância da compra, Etapa 1.

Etapa 2: Análise e classificação de relacionamento com fornecedor

A Figura 4 detalha as 9 combinações de classificação do relacionamento com o fornecedor, na Etapa 2, em função do nível (alto, médio ou baixo) nas dimensões intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor.

Figura 4: Categorias de classificação do relacionamento com o fornecedor, Etapa 2.

A Figura 5 detalha as variáveis usadas para avaliação das dimensões intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor.

Figura 5: Variáveis para avaliação das dimensões intensidade do relacionamento e atratividade relativa do fornecedor, Etapa 2.

Etapa 3: Avaliação do fornecedor em função da classificação do item

A Figura 6 apresenta a matriz de avaliação de desempenho do fornecedor, na Etapa 3, cruzando a classificação do item, Etapa 1, com a avaliação do relacionamento com o fornecedor, Etapa 2. As áreas sombreadas correspondem às regiões de desempenho esperado.

Figura 6: Matriz de avaliação do desempenho do fornecedor em função da classificação do item e da avaliação do relacionamento com o fornecedor.

Etapa 4: Diretrizes e plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores:

A Figura 7 apresenta os grupos de plano de ação para melhoria da gestão da base de fornecedores em função das diferenças do levantamento da Etapa 2 com o padrão ideal da Etapa 3.

Figura 7: Grupos de plano de ação em função das lacunas identificadas na Etapa 3.

A avaliação do fornecedor é feita em função da classificação do item. A melhoria do relacionamento pode ser desenvolvida pelos 3 grupos de planos de ação.

1. Fortalecer a relação com o fornecedor
2. Fortalecer a atratividade do fornecedor
3. Realocação de recursos para sustentar os dois primeiros grupos

A adoção de um ou dois desses planos busca o enquadramento do fornecedor nas áreas sombreadas da Etapa 3. Assim, o grupo 1, fortalecer a relação com o fornecedor, proporciona um deslocamento para direita e o grupo 2, fortalecer a atratividade do fornecedor, proporciona um deslocamento para cima na matriz de relacionamento com o fornecedor.

3. Detalhamento das Variáveis de avaliação

As Tabelas 1 e 2 apresentam uma explicação de cada uma das variáveis adotadas na etapas 1, a matriz de classificação e análise do item comprado.

Tabela 13 – Variáveis da dimensão complexidade do mercado fornecedor

Variável	Aspectos importantes
Concentração do mercado fornecedor	A quantidade de fornecedores (monopólio/oligopólio). O poder dos fornecedores em relação à empresa.
Barreiras de entrada no mercado fornecedor	A dificuldade fazer internamente ou desenvolver um novo fornecedor: sofisticação tecnológica; investimento financeiro etc.
Possibilidade de substituição	Existência de outros componentes no mercado capazes de desempenhar a mesma função: existência de uma nova tecnologia.
Integração na geração das especificações	Envolvimento dos profissionais das empresas no desenvolvimento das especificações do produto.

Tabela 14 – Variáveis da dimensão importância da compra

Variável	Aspectos importantes
Impacto na qualidade	Importância do item na diferenciação do produto. Impacto do item na percepção de qualidade do produto.
Participação no custo total	Participação do item no custo do produto final.
Benefício social e ambiental	Estima a importância do item no impacto ambiental e social. Importância para continuidade dos negócios.

As Tabelas 3 e 4 apresentam uma explicação de cada uma das variáveis adotadas na etapas 2, a matriz de classificação e análise do relacionamento.

Tabela 15 – Variáveis da dimensão intensidade do relacionamento

Variável	Aspectos importantes
Troca de informações	Compartilhamento de informações que podem ser úteis para ambas às partes, como planejamento de previsão de demanda, custos etc. Desenvolvimento de produtos e processos nos estágios iniciais.
Obrigações contratuais	Acordos contratuais detalhados que especificam as obrigações e papéis de ambas as partes no relacionamento.
Normas de cooperação	Diante de um desafio, comprador e fornecedor determinam metas comuns e individuais e respectivas responsabilidades de forma coordenada para vencer o desafio.
Ligações operacionais	Intensidade da ligação entre os sistemas, procedimentos e rotinas de ambas as empresas, que facilitam o fluxo de informações, produtos e serviços.
Adaptações específicas do comprador	Investimentos em adaptações de processos, produtos e procedimentos para atender as necessidades ou capacidades específicas do fornecedor. Investimentos com pouco valor fora do relacionamento particular.
Adaptações específicas do fornecedor	Investimentos em adaptações de processos, produtos e procedimentos para atender as necessidades ou capacidades específicas do comprador. Investimentos com pouco valor fora do relacionamento particular.

Tabela 16 – Variáveis da dimensão atratividade relativa do fornecedor

Variável	Aspectos importantes
Fatores econômicos e financeiros	Desempenho econômico. Estabilidade financeira.
Fatores organizacionais, culturais e estratégicos	Compatibilidade estratégica e cultural. Confiança. Influência na cadeia de suprimentos. Capacidade da alta gerência.
Fatores tecnológicos	Capacidade tecnológica presente e futura. Potencial para desenvolvimento de novos produtos. Boa vontade para mudanças tecnológicas.
Fatores de desempenho	Entrega. Qualidade. Preço.

4. Uso da Lógica Fuzzy para Avaliação do Fornecedor

Por meio do uso da lógica fuzzy, os julgamentos dos compradores (notas de 0 a 10) sobre cada uma das variáveis de entrada usadas para avaliar os itens (tabelas 1 e 2) e os fornecedores (tabelas 3 e 4) são convertidos em termos linguísticos. A partir da combinação lógica dessas variáveis (regras *se... então*), calculam-se as variáveis de saída (importância da compra, complexidade do mercado, atratividade do fornecedor e intensidade de relacionamento), que por sua vez definirão a posição do item e do fornecedor nas matrizes ilustradas na Figura 6. Em função desse resultado, procede-se a avaliação, definição de diretrizes e plano de ação (Etapas 3 e 4).

5. Processo de Avaliação

A avaliação de cada variável deve ser feita pelo especialista da empresa após uma breve explicação do pesquisador quanto aos aspectos importantes e a escala de medida de cada variável.

- A avaliação de item comprado é feita com a “ficha de avaliação de item comprado”.
- A avaliação de relacionamento com o fornecedor é feita com a “ficha de avaliação de relacionamento com o fornecedor”.
- As identificações dos produtos e fornecedores são codificadas e suas avaliações são reunidas nas 2 tabelas de consolidação.

As 2 fichas e as 2 tabelas estão apresentadas na sequência.

A nota para cada variável deve ser atribuída considerando 5,0 a média geral, tanto no que se refere a itens como para fornecedores. Assim, se a concentração do mercado fornecedor for 4,0 para o item analisado, isso significa que seu mercado fornecedor é um pouco menos concentrado que a média dos demais produtos comprados.

Ficha de Avaliação: ITEM COMPRADO

Produto	Número
Fornecedor (es)	Número

IMPORTÂNCIA DA COMPRA

	Nota	Descrição
Impacto na qualidade		
Participação no custo total		
Benefícios social e ambiental		

COMPLEXIDADE DO MERCADO FORNECEDOR

	Nota	Descrição
Concentração do mercado fornecedor		
Barreiras de entrada no mercador fornecedor		
Possibilidade de substituição		
Integração na geração das especificações		

Ficha de Avaliação: Relacionamento com FORNECEDOR

Fornecedor	Número
Produtos	

ATRATIVIDADE RELATIVA DO FORNECEDOR

	Nota	Descrição
Fatores econômicos e financeiros		
Fatores organizacionais, culturais e estratégicos		
Fatores tecnológicos		
Fatores de desempenho		

INTENSIDADE DO RELACIONAMENTO COM O FORNECEDOR

	Nota	Descrição
Troca de informações		
Obrigações contratuais		
Normas de cooperação		
Ligações operacionais		
Adaptações específicas do comprador		
Adaptações específicas do fornecedor		

Tabelas de consolidação das avaliações de itens comprados							
Produto	Complexidade do mercado fornecedor				Importância da compra		
	Concentração do mercado fornecedor	Barreiras de entrada no mercado fornecedor	Possibilidade de substituição	Integração na geração das especificações	Impacto na qualidade	Participação no custo total	Benefícios social e ambiental
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							