

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

**MODELO DE APOIO A DECISÃO PARA SELEÇÃO E
AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES NA CADEIA DE
SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

FERNANDO SCHRAMM

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

RECIFE, MARÇO / 2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

S377m Schramm, Fernando

Modelo de apoio a decisão para seleção e avaliação de fornecedores na cadeia de suprimentos da construção civil / Fernando Schramm. – Recife: O Autor, 2008.

xi, 76 f.; il., gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2008.

Inclui referências bibliográficas e Anexo.

1. Engenharia de Produção. 2. Apoio a Decisão Multicritério. 3. Cadeia de Suprimentos. 4. Construção civil. 5. Seleção e Avaliação de Fornecedores. I. Título.

658.5 CDD (22.ed.)

UFPE/BCTG/2008-063



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

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

FERNANDO SCHRAMM

*“Modelo de Apoio a Decisão para Seleção e Avaliação de
Fornecedores na Cadeia de Suprimentos da Construção Civil”*

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: GERÊNCIA DA PRODUÇÃO

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do(a) primeiro(a), considera o candidato FERNANDO SCHRAMM **APROVADO**.

Recife, 28 de março de 2008.

Danielle Costa Moraes

Prof^a. DANIELLE COSTA MORAIS, Doutor (UFPE)

Cristiano Alexandre V. Cavalcante

Prof. CRISTIANO ALEXANDRE VIRGÍNIO CAVALCANTE, Doutor (UFPE)

André Marques Cavalcanti

Prof. ANDRÉ MARQUES CAVALCANTI, Doutor (UFPE)

“Toda glória deriva da ousadia de começar”

Eugene F. Ware

*A Rui e Ana, meus amados pais
com amor e carinho.*

AGRADECIMENTOS

A Deus;

Aos meus pais Rui e Ana, aos meus avôs Arno e Wanda, a minha mana Karoline, ao meu irmão Pedro e ao meu cunhado Odimar, por serem a prova viva da existência do amor fraternal;

A minha sobrinha Natália e a minha irmã caçula Kamilla, por me apresentarem todos os dias a pureza e a beleza da vida;

A professora Danielle Costa Moraes pela orientação, apoio e ajuda em todos os momentos da construção de nosso trabalho;

Aos amigos Raniere Rodrigues, Ítalo César, Renata Reis, Emanuelle Sales, Aline Alcoforado, Raul Magalhães, Helen Silva e Tuane Egito, que compartilharam os desafios e conquistas. Vocês se perpetuarão em minha existência, pois sempre que eu lembrar desse trabalho terei o grande prazer e orgulho de dizer que essa grande empreitada nos foi partilhada;

A Vanessa Batista por em tão pouco tempo ter me transmitido a serenidade e a beleza existente nas pessoas de bem;

A Yuri Lopes e a professora Luciana Hazin, pela contribuição durante a construção desse trabalho;

A Marlene Felinto e Socorro Figueiredo, duas mulheres que demonstram na vida a importância de se ter outros filhos que não apenas aqueles constituídos de forma natural, nesse momento cabe o meu muito obrigado;

Aos irmãos do coração Aníbal Graco, Bruno Norberto, Breno Giotto, Vilson Almeida, Norberto Veloso, Miguel Maia e Joares dos Santos, por serem testemunhas de que um irmão não se conquista apenas num seio materno.

A empresa Queiroz Galvão representada por Tibério e Afonso, pela contribuição ao desenvolvimento do modelo ora proposto;

Aos professores do Mestrado;

A secretaria do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção na pessoa de Juliane, por sempre estar pronta e disposta a atender aqueles que fazem o programa.

RESUMO

O desenvolvimento do país depende sobremaneira das atividades realizadas pela indústria da construção civil, que é responsável pela produção da infra-estrutura requisitada pelas diversas atividades econômicas, oferecendo a sociedade uma elevação na qualidade de vida. Hodiernamente, a função de compras numa empresa incorpora cada vez mais um papel estratégico devido ao grande volume de recursos utilizados, destacando-se o financeiro, o que deixa cada vez mais para trás o preconceito de que as atividades desenvolvidas por ela são meramente burocráticas e repetitivas, geradoras apenas de despesas e não de lucros. O objetivo desse trabalho é propor um modelo multicritério de apoio a decisão, capaz de tornar mais eficaz o processo de seleção de fornecedores na cadeia de suprimentos da construção civil, bem como um procedimento para acompanhamento ou avaliação do fornecedor selecionado. No decurso desta pesquisa foram abordados conceitos relacionados a cadeia de suprimentos – partindo da logística até a gestão da cadeia de suprimentos – e de alguns métodos multicritério de apoio a decisão, além de uma revisão da literatura sobre modelos direcionados à seleção de fornecedores. Além desses assuntos, foram aventadas também, algumas considerações gerais sobre a cadeia de suprimentos da construção civil. O método multicritério escolhido para a realização da seleção dos fornecedores foi o da escola americana denominado de SMARTER (*Simple Multi-attribute Rate Technique, Exploiting Ranks*). As pesquisas realizadas durante a elaboração desta dissertação, permitiram assim, estabelecer a natureza do modelo proposto que é considerada multiatributo, e diante de tal premissa foi possível levantar quais seriam os critérios de desempenho mais importantes para o processo de seleção e avaliação de fornecedores dentro de uma cadeia de suprimentos específica, que para o presente estudo correspondeu a da construção civil. Além da determinação deles, foi possível testá-los na prática de uma empresa desse setor da economia, o que demonstrou adequação ao caso analisado.

Palavras-Chave: Apoio a Decisão Multicritério, Cadeia de Suprimentos, Construção Civil, Seleção e Avaliação de Fornecedores.

ABSTRACT

The national growth depends particularly on activities performed by the construction industry, which is responsible for producing the infrastructure required by various economic activities, thereby offering society a higher standard of living. Nowadays, purchasing increasingly plays a strategic role in business due to the large expenditure of human and financial resources. The objective of this work is to propose a decision-support model, having multicriteria, that is capable of enhancing the efficiency of selecting vendors for the construction industry, as well as provide an efficient evaluation procedure for the vendors. This research focuses on 1) concepts related to the supply chain, from the logistics to the management, 2) some multicriteria decision-support methods, and 3) a literature review of supplier-selection models. In addition, some general considerations on the supply chain for the construction industry are suggested. The multicriteria method chosen to make the vendor selection is a American inspiration called SMARTER (Simple Multi-attribute Rate Technique, Exploiting Ranks). The main results from this study established the nature of the proposed model (multiple-attributes), and determined the most important performance and evaluation criteria for the selection process of vendors within a specific supply chain, which for this study corresponded to the construction industry. This model was applied to an economy sector company, and the results clearly demonstrate the utility of this model.

Keywords: Multicriteria decision-support, Supply chain, Building industry, Selection and evaluation of vendors.

SUMÁRIO

| | | |
|-----------------|---|------------------|
| <u>1</u> | <u>INTRODUÇÃO.....</u> | <u>1</u> |
| 1.1 | RELEVÂNCIA DO ESTUDO | 3 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 6 |
| 1.3 | ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 7 |
| <u>2</u> | <u>BASE CONCEITUAL E REVISÃO DA LITERATURA.....</u> | <u>8</u> |
| 2.1 | LOGÍSTICA | 8 |
| 2.2 | CADEIA DE SUPRIMENTOS | 13 |
| 2.3 | GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS..... | 17 |
| 2.4 | APOIO A DECISÃO MULTICRITÉRIO..... | 19 |
| 2.4.1 | CONCEITOS BÁSICOS | 19 |
| 2.4.2 | MÉTODOS DE SOBRECLASSIFICAÇÃO..... | 21 |
| 2.4.3 | MÉTODOS DE CRITÉRIO ÚNICO DE SÍNTESE | 24 |
| 2.4.3.1 | Utilidade Unidimensional | 25 |
| 2.4.3.2 | Teoria da Utilidade Multiatributo | 25 |
| 2.4.3.3 | Modelo de Agregação Aditivo..... | 26 |
| 2.4.3.4 | Método SMARTS | 26 |
| 2.4.3.5 | Método SMARTER | 32 |
| 2.5 | MODELOS PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES..... | 34 |
| <u>3</u> | <u>A CADEIA DE SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL</u> | <u>38</u> |
| 3.1 | CONSIDERAÇÕES GERAIS..... | 38 |
| 3.2 | CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS..... | 40 |
| 3.3 | PAPÉIS DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL | 42 |
| 3.4 | GESTÃO DE ESTOQUES NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 44 |

| | | |
|-----------------|--|------------------|
| <u>4</u> | <u>MODELO PROPOSTO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES</u> | <u>47</u> |
| 4.1 | DESCRIÇÃO DO MODELO | 48 |
| 4.2 | PRIMEIRA ETAPA | 48 |
| 4.3 | SEGUNDA ETAPA | 49 |
| 4.4 | TERCEIRA ETAPA | 52 |
| <u>5</u> | <u>ESTUDO DE CASO</u> | <u>55</u> |
| 5.1 | CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA | 55 |
| 5.2 | UTILIZAÇÃO DO MODELO | 55 |
| 5.2.1 | PRIMEIRA ETAPA | 56 |
| 5.2.2 | SEGUNDA ETAPA | 58 |
| 5.2.3 | TERCEIRA ETAPA | 65 |
| <u>6</u> | <u>CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS</u> | <u>68</u> |
| 6.1 | CONCLUSÕES | 68 |
| 6.2 | PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS | 69 |
| | <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> | <u>70</u> |
| | <u>ANEXO 1</u> | <u>76</u> |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1 – Elementos básicos da logística..... | 9 |
| Figura 2.2 – Primeira fase da logística | 10 |
| Figura 2.3 – Segunda fase da logística | 11 |
| Figura 2.4 – Terceira fase da logística..... | 12 |
| Figura 2.5 – Quarta fase da logística | 12 |
| Figura 2.6 – Os três níveis da Cadeia de Suprimentos | 14 |
| Figura 2.7 – As quatro classes das funções utilidades unidimensionais | 30 |
| Figura 2.8 – Fluxograma para seleção de fornecedores e materiais..... | 35 |
| Figura 3.1 – Os quatro papéis da Cadeia de Suprimentos da Construção Civil..... | 43 |
| Figura 4.1 – Etapas e procedimentos do modelo de apoio a decisão proposto | 47 |
| Figura 5.1 – Procedimentos da primeira etapa do modelo | 56 |
| Figura 5.2 – Procedimentos da segunda etapa do modelo..... | 58 |
| Figura 5.3 – Procedimentos da terceira etapa do modelo..... | 65 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 2.1 – Aplicações de TI para a Cadeia de Suprimentos | 17 |
| Quadro 2.2 – Principais mudanças econômicas | 18 |
| Quadro 2.3 – Procedimentos para seleção de fornecedores | 35 |
| Quadro 3.1 – Informações econômicas da Construção Civil | 39 |
| Quadro 4.1 – Medição do desempenho do fornecedor (h) selecionado | 54 |
| Quadro 5.1 – Lista dos materiais e seus respectivos fornecedores..... | 57 |
| Quadro 5.2 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M08..... | 63 |
| Quadro 5.3 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M08 (Modificado) | 63 |
| Quadro 5.4 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M37..... | 64 |
| Quadro 5.5 – Medição do desempenho do fornecedor selecionado | 66 |
| Quadro 5.6 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M08..... | 66 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 2.1 – Matriz dos objetos de avaliação por critérios | 29 |
| Tabela 2.2 – Pesos ROC calculados a partir da equação (3.1) | 33 |
| Tabela 2.3 – Continuação dos pesos ROC calculados a partir da equação (3.1)..... | 33 |
| Tabela 4.1 – Exemplo da matriz de avaliação | 52 |
| Tabela 5.1 – Exemplo de matriz das alternativas por critérios direcionada ao material M36.. | 59 |
| Tabela 5.2 – Matriz das alternativas por critérios direcionada ao material M08 | 60 |
| Tabela 5.3 – Matriz das alternativas por critérios direcionada ao material M37 | 61 |
| Tabela 5.4 – Importância relativa dos critérios | 61 |
| Tabela 5.5 – Matriz normalizada correspondente ao material M08 | 62 |
| Tabela 5.6 – Matriz normalizada correspondente ao material M37 | 64 |

1 INTRODUÇÃO

No atual contexto empresarial, a concorrência assume escalas globais e posturas cada vez mais agressivas, o que força as empresas a se voltarem para o desenvolvimento de novas ferramentas e métodos de gestão direcionados ao aperfeiçoamento e melhoria contínua do seu nível de desempenho frente às novas exigências. Dessa maneira, as organizações precisam reavaliar os conceitos relacionados ao seu sistema de gestão e necessitam rever a forma na qual estão fazendo negócios.

Essa necessidade de se desenvolver melhorias nas práticas de gestão envolve a busca por parcerias estratégicas, principalmente com os fornecedores, em virtude da maior competitividade entre empresas e da crescente cobrança do mercado no que se refere a qualidade dos bens e serviços disponibilizados.

Conforme destacam Carvalho (2005) e Garvin (2002) para isso ser concretizado e ser possível a sobrevivência nesse mercado global, cada vez mais carente de bens e serviços que satisfaçam as necessidades dos clientes, as organizações precisam atentar para alguns elementos, tais como:

- Liderança e apoio da alta direção. Prover liderança no processo de mudança, exemplaridade e motivação da força de trabalho da organização;
- Relacionamento com os clientes. Concentrar as atividades com foco nos clientes e estabelecer canais de comunicação, visando alevantar suas necessidades e níveis de satisfação, promovendo assim, um maior entendimento sobre as expectativas deles;
- Gestão da força de trabalho. Aplicar os princípios da gestão de recursos humanos, com base em um sistema de trabalho em equipe, buscando delegar responsabilidades e fomentar o desenvolvimento de inovações;
- Relação com os fornecedores. Utilizar práticas de seleção e qualificação de fornecedores, bem como meios de medição de desempenho. Estabelecer relação de longo prazo com fornecedores, visando à colaboração mútua, além de buscar melhoria da qualidade nos produtos;
- Gestão por processos. Definir os processos-chave da organização, promover práticas preventivas, auto-inspeção, utilizando planos de controle e utilização de métodos estatísticos na produção;

- Projeto de produto. Envolver todas as áreas funcionais no processo de desenvolvimento de produto, desenvolvendo-o de maneira a satisfazer aos requisitos dos clientes;
- Decisões baseadas em fatos e dados. Disponibilizar os dados e informações relativas ao negócio, como parte de um sistema de gestão transparente e de fácil visualização. Registros sobre indicadores da qualidade, incluindo índices de refugo, retrabalho e custos da qualidade auxiliam no processo de tomada de decisão.

Hodiernamente, a função de compras numa empresa incorpora cada vez mais um papel estratégico devido ao grande volume de recursos utilizados, destacando-se o financeiro, o que deixa cada vez mais para trás o preconceito de que as atividades desenvolvidas por ela são meramente burocráticas e repetitivas, geradoras apenas de despesas e não de lucros.

Conforme dados levantados por Lambert et al. (1997), o montante gasto nas compras de insumos para a produção, de bens ou de serviços, varia de 50 a 80% do total relacionado as receitas brutas. Esse mesmo autor enfatiza que no setor industrial especificamente, esse número chega a 57%. Com base nesses dados, Martins & Alt (2006) esclarecem que ganhos em termos de produtividade na área de compras acabam tendo uma grande repercussão nos lucros das empresas.

Esses autores ressaltam também que é por esse fator e por outros – tais como, a reestruturação pela qual as empresas passaram nos últimos anos, a evolução da tecnologia e melhoria nas relações com os fornecedores – que torna cada vez mais evidente a importância das pessoas que trabalham para essa área de forma direta ou indireta.

Além disso, os modelos de gestão tradicionais, inclusive os voltados para a área de compras, não possuíam mecanismos capazes de determinar e transmitir adequadamente as competências estratégicas, únicas e distintas (*core competence*, termo em inglês) da organização, principalmente, porque até então essa necessidade ainda não era sentida de forma latente.

Os responsáveis pelas atividades dessa função acreditavam que as competências a serem desenvolvidas estavam apenas relacionadas com o poder de barganha, no que se refere aos preços praticados no mercado pelos fornecedores.

Por esse motivo, os gestores não desenvolviam o conhecimento sobre as oportunidades e ameaças e nem sobre os pontos fortes e fracos que cercavam o negócio para o qual estavam trabalhando, fazendo com que eles não conseguissem determinar e transmitir as necessidades

internas da empresa e as de seus clientes para os canais de aquisição (fornecedores imediatos da empresa), atribuindo assim maior importância a um único elemento do conjunto de critérios relevantes para o processo de seleção de fornecedores, o qual estava relacionado simplesmente ao objetivo de desempenho custo.

Com a evolução dos modelos de gestão em decorrência do aumento da competição entre empresas, que na atualidade já ocorre no âmbito das cadeias de suprimentos, a necessidade de se integrar todos os agentes envolvidos no negócio torna-se questão de sobrevivência no mercado. Dessa forma, os gestores estão cada vez mais convencidos da importância de se desenvolver competências voltadas para a melhoria dos elos fornecedor-empresa-cliente.

Portanto, essa dissertação descreve um modelo multicritério voltado ao desenvolvimento de melhorias para o processo de seleção e avaliação de fornecedores, as quais tragam consigo ganhos em competitividade para a função de compras na cadeia de suprimentos da construção civil, permitindo assim, um incremento no nível de desempenho dos objetivos estratégicos da organização.

Slack *et al.* (1998) enfatizam que, quando os gerentes de operações procuram mecanismos para controlar o fluxo de informação e de materiais na cadeia de suprimentos, percebem que podem obter benefícios em termos de velocidade, credibilidade, flexibilidade, custos e qualidade, em comparação a simples gestão interna da empresa.

1.1 Relevância do Estudo

O desenvolvimento do país depende sobremaneira das atividades realizadas pela indústria da construção civil, que é responsável pela produção da infra-estrutura requisitada pelas diversas atividades econômicas, oferecendo a sociedade uma elevação na qualidade de vida.

As empresas desse setor não podem ser analisadas enquanto atividade fim, isolada de outras atividades precedentes que são incumbidas de produzir os insumos necessários para a materialização de um projeto concebido.

Atualmente, em virtude da grande quantidade de informações e conseqüente aumento do número de variáveis a serem analisadas e controladas na cadeia de suprimentos, a tomada de decisão no que se refere à escolha de fornecedores torna-se um dos pontos críticos para as organizações. E em muitos casos, o que está implícito nessa discussão é que os fornecedores estão esperando de seus clientes mecanismos que permitam o seu desenvolvimento, ou seja,

eles necessitam que as empresas consumidoras transmitam de alguma forma as suas filosofias direcionadas ao mercado consumidor e vice-versa.

Para Slack (2002) tudo o que os fornecedores precisam para melhorar as suas operações e conseqüentemente favorecer os processos internos dos clientes, é que sejam delineadas a sua importância e o seu papel dentro da cadeia de suprimentos. Com essas informações ele poderá melhorar as suas práticas e se tornará com isso um fornecedor modelo.

O ambiente organizacional nos desvenda que os gestores de suprimentos necessitam de mecanismos capazes de auxiliá-los na tomada de decisão dentro da cadeia, os quais permitam inclusive transmitir de maneira lógica e estruturada os critérios envolvidos no processo de seleção e avaliação dos seus fornecedores.

Uma das opções atuais são os sistemas de apoio a decisão, conforme descreve Fleury *et al.* (2000). Para esses autores, sem o uso de tais ferramentas, muitas decisões são tomadas baseadas apenas na intuição ou considerando apenas o menor custo, o que em muitos casos aponta para um resultado ineficiente. Ele enfatiza ainda que com o uso de um sistema de apoio a decisão é possível alcançar uma significativa melhoria na eficiência da cadeia de suprimentos, além do incremento no nível de serviço e uma redução de custos, que justificam os investimentos realizados.

Pires (1998) menciona o surgimento de um cenário onde as empresas buscam novas práticas empresariais que possam lhes disponibilizar um incremento de seu diferencial competitivo. O autor afirma ainda que o desenvolvimento da tecnologia da informação proporciona o surgimento de ferramentas que suportem o gerenciamento da cadeia de suprimentos, através da troca de informações entre os participantes dela.

Além disso, nas empresas que já possuem sistemas de informações transacionais e gerenciais, os gestores sentem a necessidade de desenvolver mesmo que de forma inconsciente, uma plataforma computacional com sistemas de apoio a decisão.

Os gerentes estão atentos à necessidade de se realizar uma administração eficaz da cadeia. Porém, não possuem tempo suficiente para analisar e tratar de forma detalhada todas as informações relacionadas às variáveis de decisão que lhes aparecem no dia-a-dia. Segundo Rich (1999) vive-se num tempo em que o volume do que se sabe sobre o universo é mais do que se consegue absorver, e o desejo desesperado de percebê-lo e absorvê-lo é uma das ansiedades milenares que pairam sobre a sociedade.

Outro aspecto importante no processo de seleção de fornecedores diz respeito a quantidade de parâmetros ou critérios analisados durante a tomada de decisão. Ching (2006)

informa que existem diversos parâmetros para as empresas qualificarem e certificarem seus fornecedores, e sugere para tal empreitada os seguintes critérios de avaliação do desempenho:

- Qualidade da matéria-prima recebida;
- Cumprimento do prazo de entrega;
- Cumprimento da quantidade de material solicitado;
- Competitividade em termos de preços praticados no mercado;
- Qualidade na prestação de serviços.

Com base no exposto, Clímaco *et al.* (2003) esclarecem que os modelos de apoio a decisão envolvendo critérios múltiplos devem superar a racionalidade voltada para a otimização de uma única função objetivo. Portanto, a proposta desse trabalho é a de desenvolver um modelo de apoio a decisão que suplante tal paradigma, ou seja, que leve em consideração múltiplos critérios para a seleção de fornecedores.

Jobim Filho (2002) enfatiza que uma gestão eficaz da qualidade no momento da aquisição de materiais é de grande valia, em virtude de os insumos responderem por parte significativa do custo da obra, tendo como reflexo um impacto acentuado na produtividade dos serviços e no desempenho final da edificação entregue. O autor demonstra também, que essa melhoria na gestão pode representar uma oportunidade de integrar o cliente final às demais partes envolvidas na cadeia de suprimentos, permitindo expor através de um fluxo livre de informações, os critérios contidos nos produtos que de fato lhes são relevantes.

O que se observa nesse contexto é que as organizações estão sentindo cada vez mais a necessidade de integrar os seus processos e operações com os de seus fornecedores, para com isso, conseguirem gerar um fluxo eficiente de informações, assim como uma maior satisfação do consumidor final e o desenvolvimento de relacionamentos baseados na transparência e confiança mútua. No que se refere ao desenvolvimento de parcerias com os fornecedores, tanto esses agentes quanto as empresas compradoras podem sofrer algumas influências nos níveis de desempenho esperados, as quais podem ocorrer a partir de duas óticas:

- O desempenho dos produtos dos fornecedores influencia diretamente o desempenho dos produtos finais da empresa compradora, através de critérios como qualidade e custo;
- Os sistemas de gestão empresarial e da produção da empresa compradora direcionam uma série de exigências aos fornecedores, exercendo influência sobre os seus processos, como no caso de sistemas produtivos gerenciados a partir da técnica Just-in-time.

Além disso, cabe aos responsáveis pela gestão da cadeia de suprimentos a função de identificar os meios necessários para realizar um gerenciamento eficiente e pró-ativo da sua base de fornecedores, a partir de uma correta gestão das relações que se desenrolam na interface cliente-fornecedor, com dois objetivos gerais:

- Agregar valor aos produtos finais através do maior valor agregado dos materiais ou insumos adquiridos;
- Acoplar de forma coerente os sistemas produtivos de seus fornecedores ao seu próprio modelo gerencial.

Diante disso, percebe-se a importância tanto do modelo multicritério para apoio a decisão direcionado à seleção de fornecedores quanto dos procedimentos desenvolvidos com o propósito de avaliar aqueles que foram selecionados, permitindo com isso, tratar a subjetividade associada ao processo de aquisição dos insumos, proporcionando inclusive a obtenção de uma visão mais crítica sobre os possíveis fornecedores em relação ao nível de desempenho esperado nos critérios de seleção.

1.2 Objetivos

O objetivo geral desse trabalho é propor um modelo multicritério de apoio a decisão capaz de tornar mais eficaz o processo de seleção de fornecedores na cadeia de suprimentos da construção civil, bem como o procedimento adequado para o acompanhamento ou avaliação do fornecedor selecionado.

Os objetivos específicos são:

- Elaborar uma revisão da literatura abordando os diferentes aspectos da cadeia de suprimentos na construção civil;
- Analisar o processo de seleção e avaliação dos fornecedores na realidade da construção civil, mais especificamente em edificações residenciais verticais;
- Levantar os critérios mais relevantes para a seleção e avaliação de fornecedores;
- Propor um modelo multiatributo para a seleção de fornecedores;
- Elaborar um procedimento de avaliação do fornecedor selecionado;
- Efetuar aplicação do modelo proposto através de um Estudo de Caso, com a finalidade de ilustrar o funcionamento.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação possui seis capítulos, estruturados da seguinte maneira:

| | |
|--------------|---|
| Capítulo I | <ul style="list-style-type: none">• Breve introdução sobre a temática – modelo de apoio a decisão para a seleção e avaliação de fornecedores na cadeia de suprimentos da construção civil;• Discute a importância e a relevância do estudo proposto nesse trabalho;• Esclarece os objetivos pretendidos com o desenvolvimento do modelo de apoio a decisão. |
| Capítulo II | <ul style="list-style-type: none">• Embasamento teórico relacionado ao tema da dissertação, no qual estão contidas as bases conceituais e a revisão da literatura. Os seguintes assuntos foram abordados nesse capítulo:<ul style="list-style-type: none">▪ Logística;▪ Cadeia de suprimentos;▪ Gestão da cadeia de suprimentos;▪ Apoio a decisão multicritério;▪ Modelos para seleção de fornecedores. |
| Capítulo III | <ul style="list-style-type: none">• Caracterização da cadeia de suprimentos da construção civil, contendo os seguintes tópicos:<ul style="list-style-type: none">▪ Considerações gerais;▪ Classificação do sistema produtivo;▪ Papéis dessa cadeia de suprimentos;▪ Comentários sobre a gestão de estoque na construção civil. |
| Capítulo IV | <ul style="list-style-type: none">• Consta a proposta do modelo de apoio a decisão para a seleção e avaliação de fornecedores na cadeia de suprimentos da construção civil. |
| Capítulo V | <ul style="list-style-type: none">• Aplicação do modelo de apoio a decisão e do método multicritério SMARTER, realizado por meio de um estudo de caso em uma construtora de grande porte, com fornecedores de materiais de uma obra vertical residencial. |
| Capítulo VI | <ul style="list-style-type: none">• Conclusões obtidas a partir do desenvolvimento dessa dissertação com as respectivas propostas para trabalhos futuros. |

2 BASE CONCEITUAL E REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo trata de conceitos relacionados a cadeia de suprimentos – partindo da logística até a gestão da cadeia de suprimentos – e de alguns métodos multicritério de apoio a decisão tanto da família francesa quanto da americana, além de uma revisão da literatura sobre modelos direcionados à seleção de fornecedores.

2.1 Logística

A logística se faz presente na vida cotidiana das pessoas desde a antiguidade. Basta lembrar dos grandes acontecimentos históricos, tais como: construção dos impérios egípcio, grego e romano, grandes viagens de descobertas e conquistas, guerras, comércio entre as nações, etc.

No *Webster's New Encyclopedic Dictionary* o termo logística é definido como um ramo da ciência militar que lida com a obtenção, a manutenção e o transporte de materiais, pessoal e instalações. Conforme o exposto, essa definição não captura a essência da logística empresarial pelo fato de envolver apenas aspectos militares. (BALLOU, 2006)

Esse termo pode ser fundamentado ainda mais a partir do Dicionário Aurélio, Ferreira (2004), no qual o termo logística é definido como parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de:

- a) projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material para fins operativos ou administrativos;
- b) recrutamento, incorporação, instrução e adestramento, designação, transporte, bem-estar, evacuação, hospital;
- c) aquisição ou construção, reparação, manutenção e operação de instalações e acessórios destinados a ajudar o desempenho de qualquer função militar;
- d) contrato ou prestação de serviços.

Na atualidade, o sistema logístico vem sofrendo diversas transformações tecnológicas em decorrência de uma maior abertura das fronteiras comerciais, antes com um escopo local, e hoje, com um muito mais mundial, e por ser a essência da disponibilidade de produtos nesses mercados.

Uma definição que aproxima a logística do contexto empresarial foi desenvolvida pelo *Council of Logistics Management-CLM* que recentemente teve seu nome modificado para *Council of Supply Chain Management Professionals-CSCMP* (2007), que diz o seguinte:

Logística é a parte da cadeia de suprimentos responsável por realizar os processos de planejamento, execução e controle do fluxo eficiente e economicamente eficaz de bens, serviços e informações correlatas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de atender às exigências dos clientes. Na Figura 2.1 estão contidos os elementos básicos da logística, baseados no conceito desenvolvido pelo CLM/CSCMP.

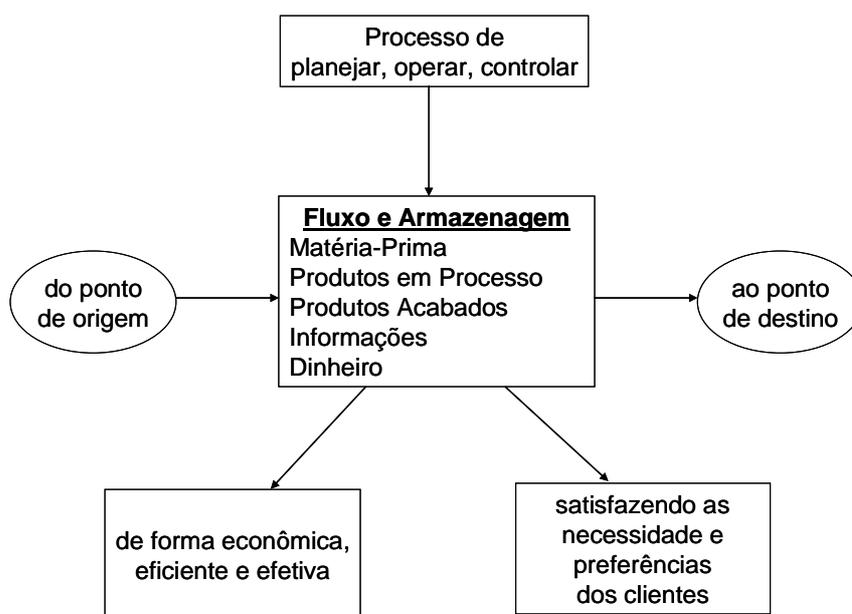


Figura 2.1 – Elementos básicos da logística (Novaes, 2004)

Na visão de Ballou (2006), a logística tem o compromisso de disponibilizar bens e serviços, no lugar certo, no tempo certo e nas condições desejadas, buscando fornecer à empresa uma contribuição maior, que pode ser traduzida em vantagem competitiva.

Com base nas definições expostas tem-se uma visão generalizada do escopo da logística, o que causa certa confusão. Para resolver esse fato, primeiro é preciso introduzir o conceito de cadeia de suprimentos imediata e em seguida, descrever quais são as atividades da logística empresarial dentro dessa cadeia.

Slack (2002) descreve o conceito de cadeia de suprimentos imediata da maneira que segue: “dentre os elos, consumidor e fornecedor, existentes em uma cadeia os que são considerados mais importantes pela maioria das empresas dizem respeito aos que estão diretamente relacionados com os fornecedores e clientes imediatos, e que para se entender a cadeia total é imprescindível que as organizações não negligenciem os elos imediatos, buscando sempre desenvolver e desempenhar uma administração mais efetiva com esses agentes”.

De posse da explicação do que vem a ser uma cadeia de suprimentos imediata é possível descrever as atividades da logística empresarial que estão atreladas tanto ao processo de suprimento quanto ao da distribuição física. As atividades comuns a essas duas áreas são: transporte, manutenção de estoques, processamento de pedidos, embalagem protetora, armazenagem, manuseio de materiais e manutenção de informações. Já as atividades respectivamente distintas são: aquisição de insumos e programação da entrega dos produtos.

Portanto, a partir dessa análise e da estruturação desses conceitos, o que se pode concluir é que a logística empresarial possibilita operacionalizar o funcionamento dos elos dentro de uma cadeia de suprimentos, por meio dos seus dois processos: suprimento e distribuição física.

Com a finalidade de demonstrar a evolução histórica da logística empresarial, a seguir estão descritas as quatro fases dela: atuação segmentada, integração rígida, integração flexível e integração estratégica.

Através das considerações elaboradas por Novaes (2004) é possível detectar que na primeira fase, os subsistemas que constituem uma organização ou cadeia de suprimentos não trabalhavam de forma integrada, e que os mecanismos de comunicação e de informação não favoreciam uma gestão mais efetiva dos níveis de estoque. Ele enfatiza que cada um dos agentes trabalhava de forma isolada, o que prejudicava muito no tempo de resposta às mudanças ocorridas no mercado e aumentava de forma exponencial os custos financeiros, pois cada etapa agregava valor ao produto (horas de trabalho, energia, capital investido em máquinas e instalações). A Figura 2.2 ilustra essa situação.

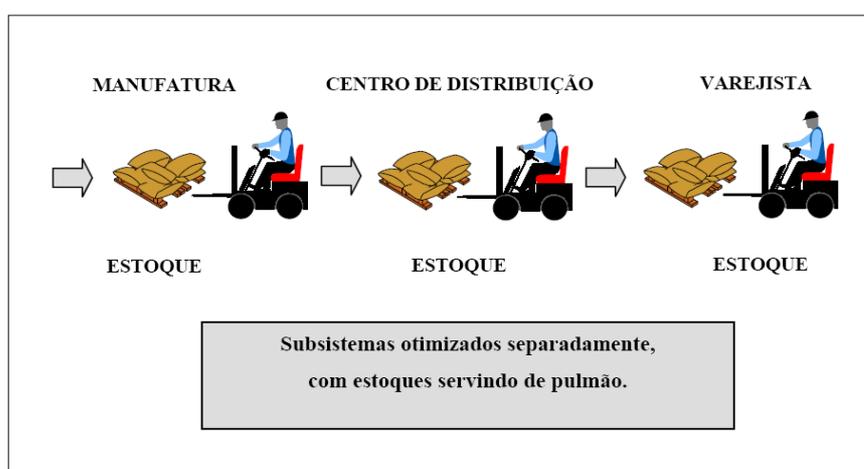


Figura 2.2 – Primeira fase da logística (Novaes, 2004)

Segundo Novaes (2004), a segunda fase (integração rígida), é marcada pelo aumento no mix de produtos ofertados ao mercado, que só foi possível através do aumento da flexibilidade nos processos produtivos dos fabricantes sem incrementos significativos nos custos de produção. No entanto, essa variedade acabou acarretando em aumento dos estoques nos elos da cadeia, o que fez com que esses agentes buscassem uma maior racionalização, visando custos mais baixos e uma eficiência mais elevada.

Então, surge nessa fase uma integração entre os agentes envolvidos na cadeia de suprimentos, que se dá através de um planejamento de produção integrado. Mas essa integração ainda não era tão flexível; com um planejamento ainda apresentando características rígidas, sempre que o fabricante precisava modificar a programação da produção, em decorrência de fatores externos, acabava afetando os demais elos da cadeia. A Figura 2.3 esquematiza essa fase.

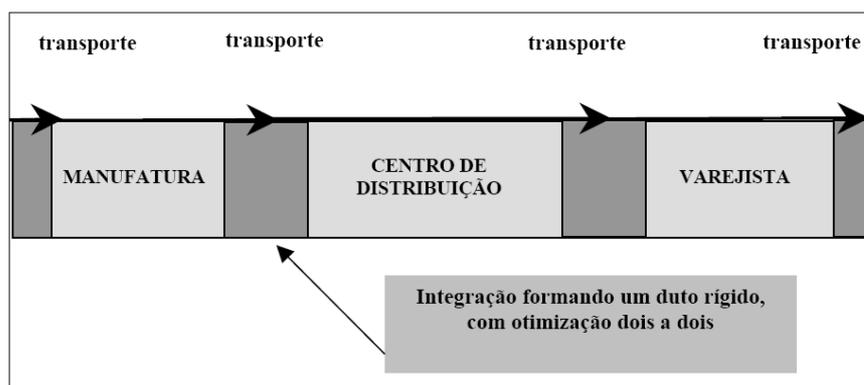


Figura 2.3 – Segunda fase da logística (Novaes, 2004)

Conforme enfatiza Novaes (2004), a terceira fase é caracterizada pela integração dinâmica e flexível dos agentes da cadeia de suprimentos, mas ainda prevalece a integração dois a dois, por exemplo, fornecedor – fábrica ou atacadista – varejista. Não existe ainda uma integração entre todos os agentes que formam a cadeia.

Nesse momento, teve início a troca eletrônica de dados ou EDI (*Electronic Data Interchange*) entre os agentes da cadeia de suprimentos, mecanismo que permitiu aumentar a eficiência da integração do planejamento e programação da produção desses agentes.

Na Figura 2.4 visualiza-se a diferença entre as integrações nas fases dois e três: numa havia um duto rígido relacionado ao planejamento da produção e na outra um duto mais flexível que pode ser comparado a uma mangueira.

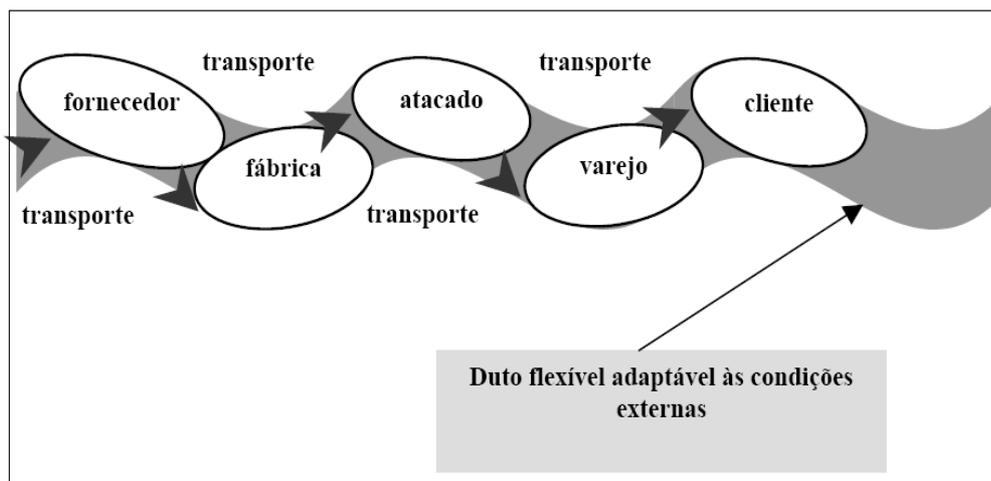


Figura 2.4 – Terceira fase da logística (Novaes, 2004)

Na quarta fase, os elos da cadeia de suprimentos passam a tratar a logística de forma estratégica, conforme está ilustrado na Figura 2.5. Novaes (2004) esclarece que a busca pela racionalização e otimização pontual do tipo dois a dois dá lugar a uma integração global dos diversos agentes da cadeia, voltada para a formação de parceria e para a troca de informações antes consideradas confidenciais. O autor enfatiza ainda, que a rede logística começa a perseguir novas soluções que sejam capazes de gerar uma maior competitividade para as empresas que formam os elos da cadeia, induzindo a geração de novos negócios.

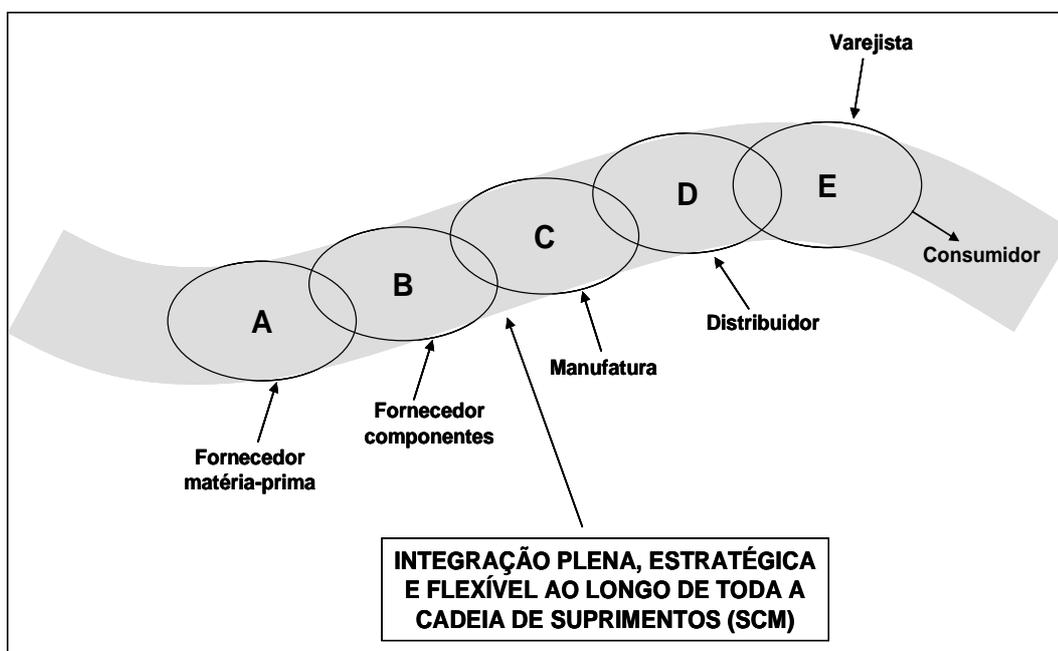


Figura 2.5 – Quarta fase da logística (Novaes, 2004)

2.2 Cadeia de Suprimentos

Antes de apresentar o conceito de cadeia de suprimentos é necessário demonstrar o que vem a ser uma Cadeia Produtiva. Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior-MDIC (2004), este termo representa o conjunto de atividades econômicas que se articulam progressivamente, desde o início da elaboração de um projeto até o produto final, a distribuição e comercialização, formando assim os elos de uma corrente.

Para Haga *et al.* (2005) o conceito de cadeia produtiva foi desenvolvido baseando-se na teoria sistêmica. O autor enfatiza que o conceito parte da premissa que a produção de bens pode ser representada como um sistema, onde os diversos atores estão interconectados por fluxos de materiais, de capital e de informação, objetivando suprir um mercado consumidor final com os produtos do sistema.

Cadeia produtiva é, portanto, um conjunto de componentes interativos, usualmente representados na forma de elos encadeados. Uma típica cadeia produtiva industrial apresenta como seus componentes mais comuns: o mercado consumidor final, composto pelos indivíduos que consomem o produto final; a rede de atacadistas e varejistas; a indústria de processamento e/ou transformação do produto; seus diversos sistemas produtivos e por fim, os produtores e fornecedores de insumos. Esses componentes ou elos da cadeia produtiva estão relacionados a um ambiente institucional (leis, normas, instituições normativas) e a um ambiente organizacional (instituições governamentais, de crédito etc.), que em conjunto exercem influência sobre os componentes da cadeia (MDIC, 2002).

Diante dessas informações, pode-se apresentar o que vem a ser uma cadeia de suprimentos e em seguida discorrer alguns comentários sobre esses dois conceitos.

A cadeia de suprimentos abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de mercadorias desde o estágio da matéria-prima (extração) até o usuário final, bem como os respectivos fluxos de informação. Os materiais e informações fluem tanto para cima como para baixo na cadeia de suprimentos (BALLOU, 2006).

A estrutura da cadeia de suprimentos é representada por todas as empresas, desde a matéria-prima até o cliente final. O número de cadeias depende de vários fatores, incluindo a complexidade do produto, o número de fornecedores disponíveis e a disponibilidade de matérias-primas. A dimensão das cadeias inclui o seu tamanho e o número de fornecedores e clientes em cada nível (JOBIM FILHO, 2002).

Segundo a APICS-American Production Inventory Control Society (2007) uma cadeia de suprimentos pode ser definida como:

- Os processos que envolvem fornecedores-clientes e ligam empresas desde a fonte inicial de matéria-prima até o ponto de consumo do produto acabado;
- As funções dentro e fora de uma empresa que garantem que a cadeia de valor possa fazer e providenciar produtos e serviços aos clientes.

Para o *Supply Chain Council* (2007), uma Cadeia de Suprimentos abrange todos os esforços envolvidos na produção e liberação de um produto final, desde o primeiro fornecedor do fornecedor até o último cliente do cliente. Diante disso, o Consulado define para esses esforços quatro processos básicos: o Planejar, o Abastecer, o Fazer e o Entregar.

Para se conceituar uma cadeia de suprimentos pode-se utilizar do termo Sistema de Valores desenvolvido por Porter (1985), o qual compreende uma corrente de diversas cadeias (internas) de valores vistas a partir de um hipotético fornecedor e seus elos, corrente acima e corrente abaixo.

Slack (2002) descreve que as cadeias de suprimentos podem ser visualizadas através de três níveis, os quais estão ilustrados na Figura 2.6.

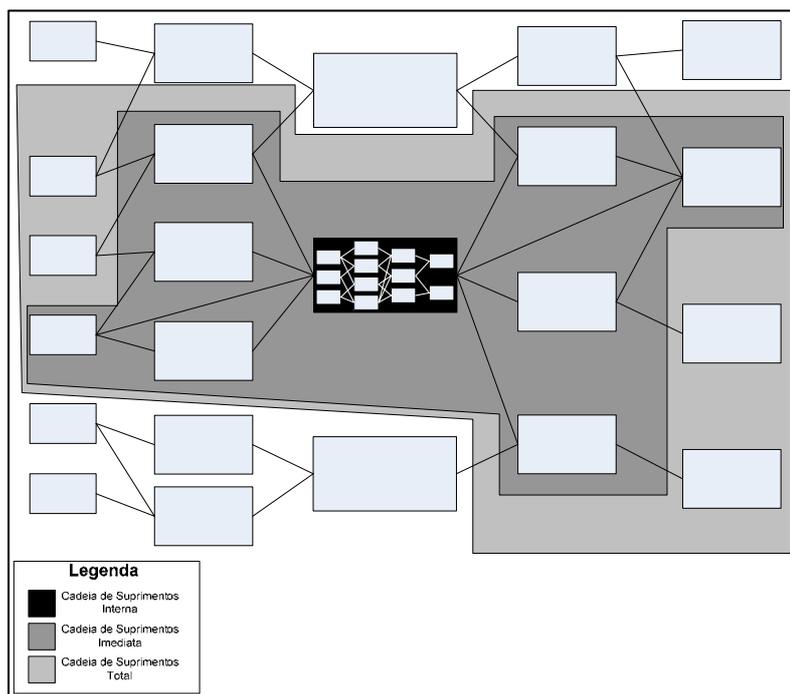


Figura 2.6 – Os três níveis da Cadeia de Suprimentos (Slack, 2002)

Ao analisar com certo distanciamento, qualquer uma das partes expostas na figura acima, obtém-se uma pequena parte da cadeia total. Pode parecer grandioso e complexo, conforme enfatiza Slack (2002), colocar uma operação individual em um contexto amplo que

contempla toda a rede de consumidores e fornecedores. Entretanto, essa forma de visualizar tem suas vantagens, as quais estão listadas a seguir:

- Encaixa a operação dentro de seu contexto competitivo. Os consumidores e fornecedores imediatos, compreensivelmente estão envolvidos nas preocupações imediatas de qualquer organização que pretende ser competitiva. Mas algumas vezes é imprescindível enxergar além do imediato, ou seja, visualizar o contexto da cadeia global. Somente dessa maneira será possível entender o porquê de os fornecedores ou consumidores agirem da maneira que agem e a partir disso pode-se entender como funciona o relacionamento desses agentes, possibilitando inclusive, conhecer os requisitos competitivos deles;
- Ajuda a identificar os participantes-chave. A chave para o entendimento de uma cadeia de suprimentos está na identificação daqueles agentes que permitam a geração de conhecimento sobre as dimensões que o consumidor final valoriza no produto;
- Muda a ênfase do oportunismo de curto prazo para a lucratividade de longo prazo. Caso um elo da corrente esteja fraco e a empresa dependa dele para servir o consumidor final, não é sensato ignorá-lo ou explorá-lo. As oportunidades antagonistas surgidas de fraquezas, existentes nos elos, muitas vezes parecem o melhor caminho no curto prazo e acabam pressionando os gestores a não pensarem nas partes da cadeia total que estão sendo afetadas com suas decisões. Na verdade, eles deveriam refletir nas alternativas que permitissem a recuperação ou substituição do elo fraco;
- Evita “remédios” locais. Quando o pensamento e o desenvolvimento de melhorias relacionadas ao longo prazo estão voltadas para os elos da cadeia total, deve-se considerar como essas mudanças afetam os participantes em outras partes da cadeia. Isso evita a transferência de problemas e a geração de gargalos em outras partes do sistema.

Nos períodos em que o ambiente externo exerce pressão, principalmente as ocasionadas pela concorrência, as relações tradicionais baseadas na confrontação do poder de barganha e no envolvimento considerando apenas os níveis de preço que ocorrem entre os fornecedores e

os clientes imediatos, forçam o surgimento de mudanças no ambiente da cadeia de suprimentos imediata.

Ao analisar esse contexto, observa-se o surgimento dos modelos de gestão voltados para a parceria dentro da cadeia imediata. As relações entre os clientes e fornecedores imediatos passam a ser balizadas pela transparência, confiança, destino compartilhado e desenvolvimento, direcionados ao longo prazo.

Para Slack (2002), o conceito de parceria está voltado para a criação de uma relação mais exclusiva – com menos fornecedores, o que traz como consequência uma cadeia mais enxuta – e de uma relação mais rica, no sentido de que entre as operações fluem também informações e planos de longo prazo e não apenas pedidos.

Os departamentos ou processos existentes dentro da organização correspondem a cadeia de suprimentos interna, onde cada um deles pode ser tanto cliente como fornecedor dentro do contexto interno de uma organização, ou seja, num momento eles assumem o papel de cliente para outra parte da cadeia, exigindo que as especificações dos produtos sejam cumpridas, e num outro momento, eles estão incumbidos da tarefa de fornecer a outras partes os produtos exigidos.

Na teoria esse ambiente da cadeia possui a vantagem de que as operações existentes são melhores entendidas e que é possível utilizar facilmente a habilidade de influenciar outras partes. Porém, na prática, existem os mesmos problemas de gerenciamento ocorridos com as cadeias de suprimentos total e imediata (externas a organização), principalmente porque todos os problemas enfrentados com as cadeias externas encontram-se no ambiente interno da organização.

Baseando-se no que foi exposto, é necessário deixar claro que existem diferenças entre os conceitos de Cadeia de Suprimentos e Produtiva no que se refere ao escopo das abordagens relativas às ciências sociais e aplicadas. Pires (2004) ressalta que mesmo não existindo exatamente um padrão conceitual durante a utilização desses termos, pode-se considerar que a diferença existe e está consolidada na literatura.

Para esse mesmo autor, as cadeias produtivas se referem ao conjunto de atividades que representam genericamente determinado setor industrial da economia, como exemplos, têm-se a cadeia produtiva automobilística, de calçados, de computadores, alimentícia, têxtil, etc. Nesse conceito estão envolvidas as relações de todas as empresas que compõem determinado setor industrial da economia, com a finalidade de extrair informações econômicas que apresentem o desempenho do setor no ambiente sócio-econômico ao qual elas estão inseridas.

Outro conceito de caráter econômico que está nesse contexto das cadeias produtivas diz respeito a meso-análise, o qual é definido por Batalha e Silva (2001) como sendo uma análise estrutural e funcional dos subsistemas e de sua interdependência dentro de um sistema integrado, o que se encaixa perfeitamente na visão sistêmica. De uma maneira geral, o conceito de meso-análise está inserido no espaço intermediário entre a macroeconomia e a microeconomia, ou melhor, entre o nível macro e agregado e o nível das empresas e dos clientes.

Por sua vez, uma cadeia de suprimentos pode fazer parte de uma ou de várias cadeias produtivas, dependendo das características de seus produtos finais. Ela sempre envolverá todas as atividades ou operações associadas com o movimento de bens, desde o estágio da matéria-prima até o usuário final (PIRES, 2004).

2.3 Gestão da Cadeia de Suprimentos

Para Fleury *et al.* (2000) existem dois conjuntos de mudanças que têm contribuído para o desenvolvimento de tecnologias modernas direcionadas a gestão da cadeia de suprimentos: o primeiro diz respeito à ordem econômica e o segundo a tecnológica.

O autor enfatiza que as mudanças econômicas acabam gerando novas exigências competitivas, enquanto que as mudanças tecnológicas tornam possível o gerenciamento efetivo das operações realizadas dentro da cadeia, as quais se tornam mais complexas e demandantes a cada dia. No Quadro 2.1 e no Quadro 2.2 estão contidas as principais mudanças tecnológicas e econômicas que influenciam no gerenciamento da cadeia de suprimentos.

Quadro 2.1 – Aplicações de TI para a Cadeia de Suprimentos baseadas em Fleury *et al.* (2000)

| Hardware | Software |
|---|---|
| Computadores Servidores <i>Palmtops</i> Código de Barras Coletores de Dados Rádio Frequência <i>Global Position System</i> Computadores de Bordo | Sistemas de Informações Transacionais Sistemas de Informações Executivas Sistemas de Informações Gerenciais Sistemas de Apoio a Decisão <i>Datawarehouse</i> <i>Datamining</i> |

Fonte: O Autor (2008)

O desenvolvimento de novas tecnologias para a cadeia de suprimentos é causado pela combinação de sua crescente complexidade e da necessidade latente de transformar seus processos e operações em um diferencial competitivo no âmbito da gestão estratégica. Essa combinação acaba gerando uma revolução no campo tecnológico, que pode ser visualizada através das modernas aplicações desenvolvidas na área da Tecnologia da Informação – TI.

Quadro 2.2 – Principais mudanças econômicas baseadas em Fleury et al.(2000)

| Mudanças | Conseqüências para a Cadeia de Suprimentos |
|------------------------------------|---|
| Globalização | <ul style="list-style-type: none"> – Compra e venda de produtos em diferentes locais ao redor do mundo; – Aumento no número de fornecedores, clientes, locais de fornecimento e pontos de venda; – Ampliação nas distâncias a serem percorridas; – Maior complexidade operacional; – Novas legislações e culturas. |
| Aumento das incertezas econômicas | <ul style="list-style-type: none"> – A troca de bens e serviços entre as nações aumentou substancialmente a interdependência e a volatilidade econômica; – Mudança de câmbio, recessão, novas regulamentações sobre o comércio exterior e aumento no preço do petróleo são fatores de incerteza; – Dificuldades em realizar previsões de vendas e o planejamento das atividades. |
| Proliferação de produtos | <ul style="list-style-type: none"> – Alta variedade de insumos; – Maior complexidade no planejamento e controle da produção; – Dificuldades no custeio dos produtos e no planejamento e controle de estoques; – Aumento da complexidade logística. |
| Menores ciclos de vida de produtos | <ul style="list-style-type: none"> – Lançamentos contínuos de novos produtos, cada vez mais rápidos; – Novos produtos tendem a tornar obsoletos produtos antigos; – Os estoques que se encontram no canal de distribuição perdem valor imediatamente, gerando um risco financeiro, pois o preço de venda pode tornar-se menor que o preço de aquisição. |
| Maiores exigências de serviços | <ul style="list-style-type: none"> – Mudanças no ambiente competitivo e no estilo de trabalho vêm tornando clientes e consumidores cada vez mais exigentes; – Os consumidores finais valorizam cada vez mais a qualidade dos serviços, na hora de decidir que bens ou serviços comprarem. |

Fonte: O Autor (2008)

No que se refere ao escopo da gestão da cadeia de suprimentos, Jobim Filho (2002) discorre que ela abrange toda a cadeia, envolvendo a relação das organizações com os seus clientes e também com os seus fornecedores. Outro aspecto relevante que o mesmo autor retrata, é a mudança no paradigma competitivo; na medida em que as organizações consideram que a competição no mercado ocorre, de fato, no nível das cadeias de suprimentos corporativas e não apenas no nível das unidades de negócios isoladas.

Para Pires (1998), essa mudança acarreta numa competição entre “unidades virtuais de negócios”, o que torna as práticas de gestão da cadeia de suprimentos mais efetivas, em virtude de trazer em seu arcabouço muitos dos benefícios da tradicional integração vertical, sem as desvantagens dos aumentos de custos e da perda de flexibilidade.

2.4 Apoio a Decisão Multicritério

Nessa seção algumas considerações iniciais relacionadas ao tema – apoio a decisão multicritério – são realizadas para em seguida abordar os métodos de sobreclassificação e de critério único de síntese, que fazem parte do assunto em destaque.

2.4.1 Conceitos básicos

Roy (1996) conceitua apoio a decisão como sendo a atividade de uma pessoa, de um grupo de pessoas ou de uma instituição que pelo uso explícito de modelos formalizados, mas não necessariamente completos, ajuda na obtenção de elementos capazes de responder a questões colocadas por *stakeholders* (partes interessadas, tais como: clientes, acionistas, colaboradores, fornecedores, sociedade, etc.), no processo de decisão. Esses elementos ajudam a tornar a decisão mais clara e, usualmente, servem para recomendar ou simplesmente favorecer um comportamento que irá aumentar a consistência dos objetivos e valores intrínsecos aos *stakeholders*.

Diante do exposto, é necessário esclarecer alguns termos que estão relacionados ao desenvolvimento dos modelos de apoio a decisão multicritério. As explicações desses termos foram extraídas dos trabalhos de Morais (2006), Roy (1996) e Vincke (1992), e estão descritas a seguir:

- Decisor: *stakeholder* (indivíduo, entidade, comunidade ou um grupo de indivíduos), identificado(s) de maneira particular dentro de um determinado ambiente, o(s) qual(is) está(ão) outorgado(s) a aceitar(em) ou não determinada decisão. Tal identificação é feita porque uma

- aplicação específica de apoio a decisão raramente será suficiente para beneficiar todos os envolvidos no processo da tomada de decisão;
- Modelo: esquema mental ou figurativo (diagramas, fórmulas matemáticas, etc.) que, para certa família de questões, é considerado uma representação da classe de fenômenos que um observador removeu do ambiente com o propósito de ajudar na investigação e facilitar a comunicação, assim como a tomada de decisão;
 - Família de questões: definição de subsistemas; diferenciação entre grupos; especificação de variáveis; formação da relação estrutural; e decisão sobre o que omitir no modelo;
 - Analista: a pessoa que executa o apoio. É usualmente alguém com bastante experiência ou um especialista nas ferramentas e técnicas dirigidas a tomada de decisão. As funções do analista são as seguintes: tornar o modelo de apoio a decisão explícito; usar o modelo proposto para obter resultados que permitam à tomada de decisão; esclarecer para o decisor sobre as conseqüências de uma determinada decisão; e recomendar (defender ou alertar) uma ou uma série de decisões;
 - Alternativas: são os objetos de avaliação, ou seja, os agentes ou elementos que serão avaliados levando em consideração os critérios envolvidos no problema. Para esse trabalho as alternativas são os fornecedores envolvidos na cadeia de suprimentos da construção civil;
 - Critério: é uma função g , definida em um conjunto A , com valores ordenados e que representam as preferências de um tomador de decisão de acordo com algum ponto de vista.

Na maioria das situações cotidianas, os gestores se deparam com problemas que requerem uma tomada de decisão envolvendo diversas alternativas e critérios. Tal fenômeno torna o ambiente da decisão complexo e faz com que os agentes busquem ferramentas e técnicas desenvolvidas com o propósito de auxiliar nesse processo de tomada de decisão, denominadas de métodos multicritério de apoio a decisão.

Para Gomes *et al.* (2002) esses tipos de problemas possuem pelo menos algumas das características listadas a seguir:

- Os critérios de resolução do problema são em número de, pelo menos, dois e geralmente são conflitantes entre si;

- Tanto os critérios como as alternativas de solução não são claramente definidos e as conseqüências da escolha de dada alternativa com relação a pelo menos, um critério não são claramente compreendidas;
- Os critérios e as alternativas podem estar interligados, de tal forma que um critério parece refletir parcialmente outro critério, ao passo que a eficácia da escolha de uma alternativa depende de outra alternativa ter sido ou não também escolhida;
- A solução do problema depende de um conjunto de pessoas, cada uma das quais tem seu próprio ponto de vista, muitas vezes conflitantes com os demais;
- As restrições do problema não são bem definidas, podendo mesmo haver alguma dúvida a respeito do que é critério e do que é restrição;
- Alguns dos critérios são quantificáveis, ao passo que outros só o são por meio de julgamentos de valor efetuados sobre uma escala;
- A escala para dado critério pode ser cardinal, verbal, ordinal ou razões, dependendo dos dados disponíveis e da própria natureza dos critérios;
- Em geral, problemas dessa natureza são considerados mal estruturados ou desestruturados.

A seguir, é abordada de maneira geral, a família dos métodos multicritério de sobreclassificação para em seguida, discorrer alguns comentários sobre utilidade unidimensional, sobre a teoria da utilidade multiatributo e sobre o modelo de agregação aditivo. Por último, são descritos os métodos multicritério da família americana denominados de SMARTS e SMARTER.

2.4.2 Métodos de Sobreclassificação

Família da escola francesa que, segundo Vincke (1992) foi desenvolvida com dois propósitos básicos: o primeiro deles está relacionado com a construção de uma relação de sobreclassificação, a qual permite representar as preferências dos decisores; o segundo, consiste na exploração dessa relação de sobreclassificação com o objetivo de auxiliar os decisores a resolverem os problemas já modelados.

Os métodos existentes nessa família exigem informações intercritério, chamadas de pesos, as quais refletem a importância relativa entre os critérios. É por esse motivo que esses métodos são considerados não-compensatórios.

Com base no exposto acima, nessa seção estão descritos os métodos da família ELECTRE (*Elimination and Choice Translating Algorithm*) e PROMETHEE (*Preference Ranking Method for Enrichment Evaluation*). Esses métodos são considerados de sobreclassificação, pois os critérios devem ser comparados um a um, não existindo dessa maneira uma agregação dos mesmos.

Segundo Costa (2003), a idéia por trás desses métodos é a de que uma alternativa é tão boa quanto a outra se na maioria dos critérios, levando-se em consideração a importância dessas dimensões, tal proposição é verdadeira se na minoria dos critérios para os quais ela é falsa, não é suficientemente forte para negá-la.

Para Gomes *et al.* (2002) esses tipos de métodos são constituídos de duas fases, a saber:

- Constituição da relação de sobreclassificação;
- Exploração das alternativas que não foram sobreclassificadas, estabelecendo a seleção, a classificação ou a ordenação das alternativas, como uma recomendação para o decisor.

Os métodos da família ELECTRE foram desenvolvidos por Roy (1996) são conhecidos como os métodos da Escola Francesa de Apoio Multicritério à decisão. Costa (2003) descreve essa família conforme consta a seguir:

- Método ELECTRE I. É aplicado em problemas de escolha, onde escolhe-se um subconjunto tão pequeno quanto possível, o qual deve ser formado por aquelas alternativas consideradas as melhores frente às preferências do decisor. Nesse subconjunto, qualquer alternativa que esteja nele, não é sobreclassificada por nenhuma outra que também esteja nele, pois para toda e qualquer alternativa fora desse subconjunto mínimo, existirá pelo menos uma alternativa que a sobreclassifica. A confirmação de que a relação de sobreclassificação é verdadeira pode ser obtida a partir dos conceitos de Concordância (a é preferível a b para um número considerável de critérios) e de Discordância (para os critérios em que b é preferível a a ; a diferença de desempenho entre a e b não ultrapassa um limite aceitável);
- Método ELECTRE II. Destinado a problemas de ordenação, onde se pretende ordenar as alternativas da melhor para a pior como recomendação para o decisor, frente às suas preferências. Trabalha com

- dois níveis de sobreclassificação: uma forte e outra fraca, considerando dois limites de concordância;
- Método ELECTRE III. Também aplicado a problemas de ordenação. A diferença deste método para os dois apresentados anteriormente, reside no fato de que nele utiliza-se o conceito de grau de sobreclassificação associado a cada par de alternativas. Esse grau representa a credibilidade da sobreclassificação da alternativa a sobre a b ;
 - Método ELECTRE IV. É baseado numa família de pseudo-critérios, que tem como objetivo ordenar as alternativas sem a introdução de qualquer ponderação entre esses critérios. Nesse método não são consideradas as informações sobre as importâncias relativas dos critérios;
 - Método ELECTRE IS. É uma adaptação do método ELECTRE I, pois incorpora o uso de pseudo-critérios. Explicita as relações de preferência do decisor no que se refere a sobreclassificação, analisando-as na forma de um grafo. O subconjunto das melhores alternativas constitui-se o núcleo do grafo;
 - Método ELECTRE TRI. É trabalhado o problema de classificação, onde são utilizadas alternativas de referência para segmentar o espaço de critérios em categorias, e são usados dois procedimentos de classificação distintos: um otimista e outro pessimista.

Já o método PROMETHEE desenvolvido por Brans & Vincke (1985) tem como objetivo a construção de uma relação de sobreclassificação de valores, conforme descreve Costa (2003), e destaca-se por envolver conceitos e parâmetros que possuem alguma interpretação física ou econômica que pode ser facilmente entendida pelo decisor. Essa autora descreve ainda que existem na literatura as seguintes implementações desse método:

- PROMETHEE I. A interseção entre os fluxos anteriores estabelece uma relação de sobreclassificação parcial entre as alternativas;
- PROMETHEE II. Classifica as alternativas, estabelecendo uma ordem decrescente de fluxo líquido e estabelece uma ordem completa entre as alternativas;
- PROMETHEE III e IV. Desenvolvido para tratar problemas de decisão mais sofisticados, os quais contenham algum componente estocástico;

- PROMETHEE V. Após estabelecer uma ordem completa entre as alternativas (PROMETHEE II), são introduzidas restrições, as quais são identificadas no problema em questão e são direcionadas as alternativas selecionadas, para em seguida incorporar uma filosofia de otimização inteira;
- PROMETHEE VI. É recomendado para situações em que o decisor não está apto para definir precisamente os pesos dos critérios. Para sanar tal deficiência pode-se especificar intervalos que correspondam aos possíveis valores.

2.4.3 Métodos de Critério Único de Síntese

Família da escola americana que, segundo Vincke (1992) foi construída com a finalidade de atender duas premissas básicas, a saber: agregar diferentes pontos de vista em uma única função que em seguida deve ser otimizada; e estudar as condições matemáticas de agregação, formas particulares de funções de agregação e os métodos de construção. Para o autor, nessa família, todos os critérios podem ser comparados, ou seja, não existe a possibilidade da incomparabilidade.

Conforme especifica Gomes *et al.* (2002) estes métodos foram propostos, assumindo as condições que levam ao modelo aditivo ou função utilidade aditiva. Os autores informam que não é avaliado junto ao decisor a forma da função que é considerada aditiva, pois o processo de avaliação junto com o decisor consiste apenas na determinação dos parâmetros da função utilidade aditiva, mais especificamente, das constantes de escala.

Dessa maneira, a função utilidade aditiva possibilita que as contribuições oferecidas de maneira separada em cada um dos atributos sejam somadas, atribuindo destarte, aos métodos pertencentes a esta família, a característica de compensatórios.

Na teoria da utilidade multiatributo, a estimativa dos “pesos” (o correto é chamar constante de escala) é obtida através de questões que avaliam quanto se ganha num critério para compensar perdas em outro, dentro da escala de valores considerada; não é em termos de grau de importância do critério (GOMES *et al.*, 2002).

Portanto, nesse trabalho quando o termo “peso(s)” for citado no texto deve-se ter em mente as observações levantadas acima e considerar que este termo se refere a constante(s) de escala.

2.4.3.1 Utilidade Unidimensional

Segundo Edwards & Barron (1994) uma utilidade unidimensional é geralmente uma função que relaciona a utilidade ou o valor ou a desejabilidade de alguma quantidade física ou julgada, $u(x)$, com sua magnitude x . Por exemplo: considerando a potência de um carro, a função utilidade neste caso irá relacionar a “desejabilidade” da potência de um carro com a magnitude de potência. Neste caso, quanto maior a magnitude (potência) maior será a utilidade (desejabilidade).

A diferença entre a escala de utilidade cardinal e a de utilidade ordinal é que na escala intervalar de valores ou utilidade (escala cardinal) diferenças numericamente iguais em magnitude representam diferenças iguais em valor ou utilidade: $x_1 - x_2 = u(x_1) - u(x_2)$.

Neste trabalho as palavras utilidade ou valor sempre estão se referindo a uma quantidade cardinal e não ordinal.

2.4.3.2 Teoria da Utilidade Multiatributo

Para Gomes *et al.* (2004) essa teoria baseia-se na hipótese de que, em qualquer problema de decisão, existe uma função de valor real v sobre o conjunto de alternativas A que o tomador de decisão deseja examinar, consciente ou inconscientemente. Essa função agrega os critérios ou atributos X_1, X_2, \dots, X_n .

Face ao problema de escolher entre um grande número de alternativas, sendo a avaliação delas baseada em vários atributos ou critérios, cujas conseqüências da escolha de cada alternativa, o decisor pode ou não saber ao certo (situação da incerteza), modelam-se as preferências dele e representam-nas por uma função utilidade que agrega os diferentes critérios. É a função utilidade multiatributo $u(c)$ inicialmente desconhecida. Solucionar o problema de decisão multicritério, dessa forma, implica otimizar essa função maximizando a utilidade esperada. Contudo, o problema não resume-se a simplesmente maximizar vários objetivos simultaneamente, pois, em geral os objetivos são conflitantes, logo o decisor deverá compensar uma perda em não atingir por completo um objetivo por meio de um ganho na consecução de outro objetivo, é a idéia de compensação mencionada anteriormente (CAMPELLO DE SOUZA, 2002).

Morais (2002) descreve que na maioria dos casos em que esse tipo de função é utilizada como método, o uso do modelo de agregação aditivo ou de função utilidade aditivo será envolvido. A autora complementa ainda que este modelo permite que as contribuições

separadas dos atributos sejam somadas, com a finalidade de representarem a função utilidade multiatributo do decisor.

2.4.3.3 Modelo de Agregação Aditivo

Supondo que os valores $u(x)$ de cada uma das dimensões relevantes são conhecidos e que o modelo voltado para a mensuração da utilidade multiatributo mais simples de usar e o mais familiar é o aditivo, pode-se dizer que, se $h(h = 1, 2, \dots, H)$ indica os objetos de avaliação (alternativas) e $k(k = 1, 2, \dots, K)$ indica os valores das dimensões (critérios), então o modelo pode ser escrito da seguinte maneira:

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

Na equação (2.1) os valores correspondentes a $u_h(X_{hk})$ são as utilidades unidimensionais discutidas anteriormente. Os pesos (constantes de escala) possuem a notação W_k , e seus valores estão em cada uma das dimensões, lembrando-se que por convenção a soma dos pesos deve ser igual a 1.

2.4.3.4 Método SMARTS

Nessa seção e na próxima estão descritos os métodos multicritério SMARTS e SMARTER desenvolvidos por Edwards & Barron (1994). Essas duas abordagens foram elaboradas com a intenção de sanar um problema intelectual existente no método SMART (*Simple Multi-attribute Rate Technique*), proposto por Edwards (1977).

No método SMART para conseguir obter os pesos de cada um dos critérios, Edwards (1977), explorou a noção intuitiva de importância e a idéia de que num modelo aditivo os pesos representam a importância relativa de um atributo em relação aos outros.

O procedimento desenvolvido por ele era simples – os decisores julgavam o grau de importância de cada atributo em relação aos outros e estes julgamentos podiam ser facilmente colocados num conjunto de pesos normalizados – porém, o procedimento ignorava que a escala dos valores de cada alternativa, bem como a importância relativa dos critérios, tinha que ser refletida em todos os pesos, ou seja, estes tinham que ser proporcionais a uma medida de dispersão referente aos valores das alternativas multiplicada ou balizada por uma medida de importância.

Com o propósito de esclarecer ainda mais o que foi apresentado acima, Edwards & Barron (1994), apresentam um exemplo dirigido à compra de um veículo automotor. Nesse

caso, o preço é geralmente importante, mas continuará sendo se as alternativas de compra têm preços entre R\$15.000 e R\$15.100? Fica óbvio nesse exemplo, que o grau de importância e conseqüentemente o peso de um determinado atributo depende da dispersão (valores possíveis) existente entre as alternativas, quanto menor a variação existente entre os valores expressos nas alternativas, maior deve ser a atenção dispensada pelo decisor e pelo analista durante a etapa de definição da importância relativa do atributo correspondente.

Porém, a dependência descrita acima foi ignorada na elicitação de pesos do SMART e este fato é a razão que o leva a ser intelectualmente inaceitável.

Esse problema foi sanado através da inovação desenvolvida no SMARTS, chamada troca de pesos (*Swing Weights*, termo em inglês), que tem por finalidade elicitar as importâncias relativas dos critérios e os respectivos pesos. Além dessa inovação, os autores também propuseram o método SMARTER que tem como objetivo definir os pesos de cada critério de acordo com as suas importâncias relativas; essa abordagem é conhecida como exploração das ordenações dos critérios (*Exploiting Ranks*, termo em inglês).

Portanto, cabe nesse momento deixar explícito que, em virtude dos procedimentos direcionados a definição dos pesos dos critérios serem mais simples para os decisores assimilarem, o método SMARTER foi recomendado para determinar a utilidade multiatributo das alternativas constantes no modelo proposto neste trabalho.

Com isso é possível reduzir a possibilidade de geração de inconsistências durante a aplicação do modelo e do método, e permitir inclusive tornar mais estruturado o processo de tomada de decisão na área de seleção de fornecedores dentro da cadeia de suprimentos da construção civil. Isso traz como conseqüência direta a redução de custos e do risco inerente a este processo que atualmente é feito de forma empírica e basicamente tomando como base o conhecimento e a experiência dos responsáveis pelas compras dessas empresas.

Os procedimentos propostos por Edwards & Barron (1994) que têm como propósito mensurar a utilidade multiatributo das alternativas envolvidas num determinado processo de tomada de decisão, estão descritos nas etapas a seguir:

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

- Especificar os procedimentos necessários para a identificação dos elementos que farão parte do modelo;

- Preparar as instruções que possibilitem o entendimento da natureza do problema e do caminho a ser seguido, com a finalidade de demonstrar como o modelo de apoio a decisão será utilizado para a resolução do problema em questão.

Etapa 2: *Árvore de critérios ou hierarquia de objetivos*. Tornar explícita a estrutura ou a lista de critérios potencialmente relevantes, tomando como base o propósito do modelo definido na etapa anterior e as informações fornecidas pelos tomadores de decisão. Os envolvidos nesse processo devem apresentar um consenso quanto à estrutura dos critérios relevantes, ou seja, todos que participaram devem estar de acordo com ela. Uma maneira de se obter uma aceitação de todos os participantes, é incluir na primeira estrutura todas as sugestões de critérios fornecidas. Num segundo momento, o analista deve reunir novamente os envolvidos com o modelo para que eles discutam a possibilidade de eliminar aqueles considerados duplicados ou inapropriados. Existindo doze ou mais, Edwards & Barron (1994) prescrevem que o analista deve tentar reduzir esse número, o que pode ser feito das seguintes formas: combinando atributos relacionados, redefinindo atributos muito específicos, e omitindo atributos não muito importantes (que se mantidos receberiam pesos baixos).

Etapa 3: *Objetos da avaliação*. Identificar quais são os objetos ou alternativas a serem avaliados no modelo de apoio a decisão. O analista pode utilizar as informações levantadas tanto na primeira etapa quanto na segunda com o propósito de definir o maior número possível de alternativas reais ou hipotéticas para o processo de avaliação. Porém, quando utilizar alternativas hipotéticas, o analista deve buscar a maior quantidade possível delas para poder abranger ao máximo a faixa de valores proposta para cada um dos critérios. Dessa maneira, é possível obter ensaios e resultados mais eficazes tanto na fase de simulação quanto na fase de utilização efetiva do modelo.

Etapa 4: *Matriz de alternativas por critérios*. Elaboração de uma matriz dos objetos de avaliação por critérios, semelhante a Tabela 2.1. Caso os objetos estejam disponíveis, as entradas dessa matriz devem ser pontuações ou medidas físicas das alternativas. Porém, havendo a indisponibilidade desses valores, as entradas podem ser julgadas através da utilidade unidimensional, que será discutida na etapa 6.

Tabela 2.1 – Matriz dos objetos de avaliação por critérios

| Alternativas (A _h) | Critérios (k) | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | k |
| A ₁ | x ₁₁ | x ₁₂ | x ₁₃ | x _{1k} |
| A ₂ | x ₂₁ | x ₂₂ | x ₂₃ | x _{2k} |
| A ₃ | x ₃₁ | x ₃₂ | x ₃₃ | x _{3k} |
| A _h | x _{h1} | x _{h2} | x _{h3} | x _{hk} |

Etapa 5: Opções dominadas. Colocar as alternativas numa escala ordinal, a qual permite diferenciar postos (*ranking*, termo em inglês), em seguida eliminá-las ordinalmente, e caso existam opções dominadas cardinalmente, deve-se executar o mesmo procedimento. A identificação pode ser feita a partir de uma inspeção. Estes procedimentos permitem reduzir a quantidade de alternativas, mas é improvável que a execução dessa etapa afete a faixa ou extensão (*range*, termo em inglês) de qualquer um dos critérios. Porém, deve-se ter certeza de que a eliminação das opções dominadas não cause uma redução substancial nas faixas dos atributos, caso contrário, deve-se analisar se o mesmo ainda merece ser utilizado no modelo.

Para Campello de Souza (2002) é improvável a existência de uma alternativa dominante que seja melhor do que todas as outras opções, levando-se em consideração todos os critérios. O autor enfatiza também que algumas opções dominadas podem ser desconsideradas, mas, em geral, não se pode maximizar vários critérios simultaneamente (maximizar benefícios) e, ao mesmo tempo, minimizar custos.

Etapa 6: Utilidades unidimensionais. Deve-se reformular as entradas da matriz de alternativas por critério considerando as utilidades unidimensionais. Primeiro é necessário testar a linearidade das utilidades para cada critério; o que pode ser feito através das pontuações (*scores*, termo em inglês) físicas disponíveis. Sendo possível a linearidade como aproximação, deve-se utilizar as faixas ou extensões das pontuações disponíveis. Se a faixa atual parecer muito estreita e a lista completa dos objetos de avaliação ainda não estiver disponível, utiliza-se a faixa mais larga possível para poder especificar os limites superior e inferior das funções de utilidades unidimensionais. Em seguida, as funções são calculadas a partir de equações lineares ou são transformadas em gráficos que possibilitem à leitura dos pontos que se encontram fora da reta.

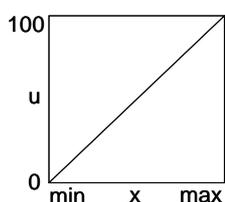
Se as medidas físicas relevantes para o modelo não estiverem disponíveis, nesta etapa será requerida uma elicitación (*elicitation*, termo em inglês), que poderá ser feita em conjunto com as etapas 7 e 8, contando para isso com a ajuda do decisor ou de um indivíduo nomeado por ele que tenha conhecimento e responsabilidades sobre o problema em questão, os quais

devem ser capazes de prover as utilidades unidimensionais dos critérios. Os valores correspondentes as utilidades são geralmente obtidos por meio de uma função física do critério ou através do julgamento feito pelos decisores.

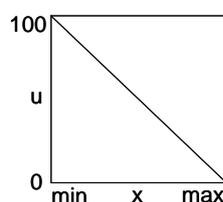
Edwards & Barron (1994) incorporam ao método SMARTS a estratégia da aproximação heróica (*strategy of heroic approximation*, termo em inglês), com a finalidade de justificar as aproximações lineares das funções de utilidades unidimensionais e utilizam também o modelo de agregação aditivo que já foi descrito anteriormente. Os autores enfatizam que o detalhamento do processo de elicitación das funções utilidades pode ser muito dispendioso, o que favorece o uso da estratégia proposta.

Usando a estratégia da aproximação heróica não será necessário estabelecer de maneira explícita as funções utilidades unidimensionais de qualquer quantidade física ou julgada. Através desta estratégia passa-se a tratar as funções utilidades como lineares em x .

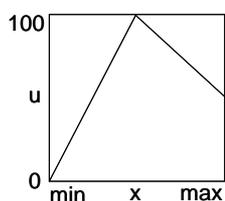
Dessa maneira, os autores oferecem quatro maneiras para o analista e o decisor estabelecerem as funções utilidades, sendo que três delas são voltadas para as dimensões que possibilitam medidas físicas para as alternativas, e a quarta é direcionada para os casos em que a utilidade unidimensional é obtida a partir de medidas não físicas (qualitativas), ou seja, através do julgamento realizado pelo decisor. Os quatro tipos estão demonstrados na Figura a seguir.



Tipo a: Funções utilidades nas quais mais x é melhor que menos



Tipo b: Funções utilidades nas quais menos x é melhor que mais



Tipo c: Funções utilidades que possuem um ponto de máximo interior



Tipo d: As utilidades são avaliadas por julgamentos sem a especificação de variáveis físicas.

Figura 2.7 – As quatro classes das funções utilidades unidimensionais (Edwards & Barron, 1994)

Daqui em diante está sendo considerado que o modelo de agregação aditivo pode ser utilizado. Também será considerado a linearidade das utilidades unidimensionais ou que estas foram elicitadas de maneira direta.

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

Para realizar essa etapa o analista deve fazer as seguintes perguntas aos decisores: “Imaginem que vocês ainda tenham outra alternativa ou objeto de avaliação e que ela possua o pior resultado em todos os critérios e que você pode melhorar o resultado em um único critério do pior para o melhor valor. Qual deles você escolheria para melhorar o desempenho da alternativa? Agora suponha novamente, que a pior alternativa deve ser melhorada em outro critério, e este não pode ser mais o escolhido anteriormente. Qual seria o próximo critério a ser escolhido para melhorar ainda mais o desempenho da alternativa?” Esses questionamentos devem ser repetidos até que todos os critérios sejam escolhidos. Com base na seqüência das escolhas, informada pelo decisor, o analista passa a conhecer a importância relativa de cada um dos critérios.

Etapa 8: Explorando a ordenação dos critérios. Tem como objetivo definir os pesos de cada critério de acordo com as suas importâncias relativas, as quais já foram definidas na etapa anterior.

Segundo Edwards & Barron (1994) para elicitar os pesos por meio de uma estimação direta de magnitude deve-se realizar as seguintes perguntas ao decisor:

“Admita que o peso da primeira dimensão ou critério considerada como a mais importante na etapa 7 é igual a 100. Uma troca de 0 a 100 pontos é um ganho considerável nessa dimensão. Agora, na mesma escala, qual o peso de uma troca de 100 pontos na segunda dimensão mais importante? Qual o peso de uma troca de 0 para 100 pontos para uma dada dimensão (atributo)? Os resultados dos julgamentos realizados pelo decisor, depois de normalizados, representam os pesos.”

Etapa 9: Decidir ou selecionar a alternativa que apresentar a melhor utilidade multiatributo.

2.4.3.5 Método SMARTER

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

Na etapa oito, Barron & Barrett (1996) desenvolveram uma solução formalmente justificada voltada para o procedimento de elicitação dos valores relacionados aos pesos dos critérios. Este procedimento estabelece os pesos dos critérios de acordo com as suas importâncias relativas, as quais já foram estabelecidas na etapa 7 demonstrada no método SMARTS. Os resultados obtidos demonstraram a qualidade da metodologia proposta e permitiram o desenvolvimento do método multicritério SMARTER. Essa abordagem é chamada de ROC – *Rank Order Centroid* ou simplesmente de pesos ROC.

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

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

Abaixo consta o desenvolvimento da equação utilizada na abordagem ROC para o cálculo dos pesos, conforme proposto por Barron & Barrett (1996). Se $w_1 \geq w_2 \geq \dots \geq w_k$, então,

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

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

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

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

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

$$w_k = (1/K) \sum_{i=k}^K (1/i) \tag{2.2}$$

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

Tabela 2.2 – Pesos ROC calculados a partir da equação (3.1)

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

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

Tabela 2.3 – Continuação dos pesos ROC calculados a partir da equação (3.1)

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

Os autores informam em seu trabalho que desenvolveram uma pesquisa para comparar o SMARTS e o SMARTER com outros meios de elicitar valores multiatributos, concluindo que, dos procedimentos para elicitação dos pesos, os pesos ROC produziram utilidades multiatributos que mais se aproximavam dos métodos holísticos.

Portanto, no método SMARTER parte-se da premissa de que, se o decisor em conjunto com o analista elicitar a ordem de importância dos critérios, então, o *trade-off* existente em função do número de critérios, já estaria definido e não necessitaria ser elicitado (nos pesos ROC assume-se constantes de escalas entre os critérios).

2.5 Modelos para Seleção de Fornecedores

Ng (2007) propõe um modelo simples e eficiente direcionado à problemática da seleção de fornecedores com múltiplos critérios. A abordagem desse autor seguiu as seguintes etapas:

- Formulação matemática: modelo de ponderação linear para o problema de seleção de fornecedores inspirado nos métodos de decisão multicritério;
- Elaboração de uma metodologia para a solução do problema: desenvolvimento de um modelo alternativo que não requer dos usuários um conhecimento prévio sobre programação matemática e que pode ser implementado com os pacotes de planilhas eletrônicas disponíveis no mercado. Mantém as vantagens do DEA – *Data Envelopment Analysis*, o qual não requer que o tomador da decisão pré-defina os valores correspondentes aos pesos dos critérios; e incorpora um controle para que os usuários definam um ranking com a importância relativa dos critérios;
- Análise de sensibilidade das pontuações dos fornecedores quando a ordem do critério é alterada no ranking e quando o valor da medida também sofre mudança. É uma ferramenta importante enquanto a empresa está negociando com os fornecedores.

Os procedimentos para seleção de fornecedores elaborados pelo autor durante a etapa de desenvolvimento do modelo alternativo são baseados num teorema que permite a obtenção da pontuação ótima dos fornecedores e estão descritos no Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Procedimentos para seleção de fornecedores baseado em Ng (2007)

| Seqüência | Descrição |
|-----------|---|
| 1 | Listar todas as medidas na mesma seqüência que a importância dos critérios; |
| 2 | Transformar as medidas de modo que todas elas sejam relacionadas positivamente para as pontuações e normalizadas em uma escala 0-1; |
| 3 | Calcular todas as médias parciais; |
| 4 | Comparar e encontrar o valor máximo entre as médias parciais. O valor máximo corresponde a pontuação do fornecedor; |
| 5 | Classificar as pontuações em ordem decrescente; |
| 6 | Identificar os fornecedores importantes. |

Fonte: O Autor (2008)

Com o propósito de melhorar o processo de compras de uma organização Bottani & Rizzi (2007) propõem uma abordagem multicritério direcionada à realização de uma seleção mais adequada de fornecedores e de materiais comprados. As técnicas utilizadas para o desenvolvimento do modelo foram as seguintes: Análise de *Cluster* (ver MINGOTI, 2005), Tomada de Decisão Multicritério baseada no método AHP – *Analytic Hierarchy Process* (ver SAATY, 1980) e lógica *Fuzzy* (ver ZADEH, 1965; ZADEH, 1973).

Devido principalmente a necessidade de se ponderar entre um grande número de fornecedores e de materiais a serem comprados, os autores defendem que, a utilização desse tipo de abordagem é particularmente apropriada. A estrutura geral da abordagem desenvolvida pode ser observada na Figura 2.8.

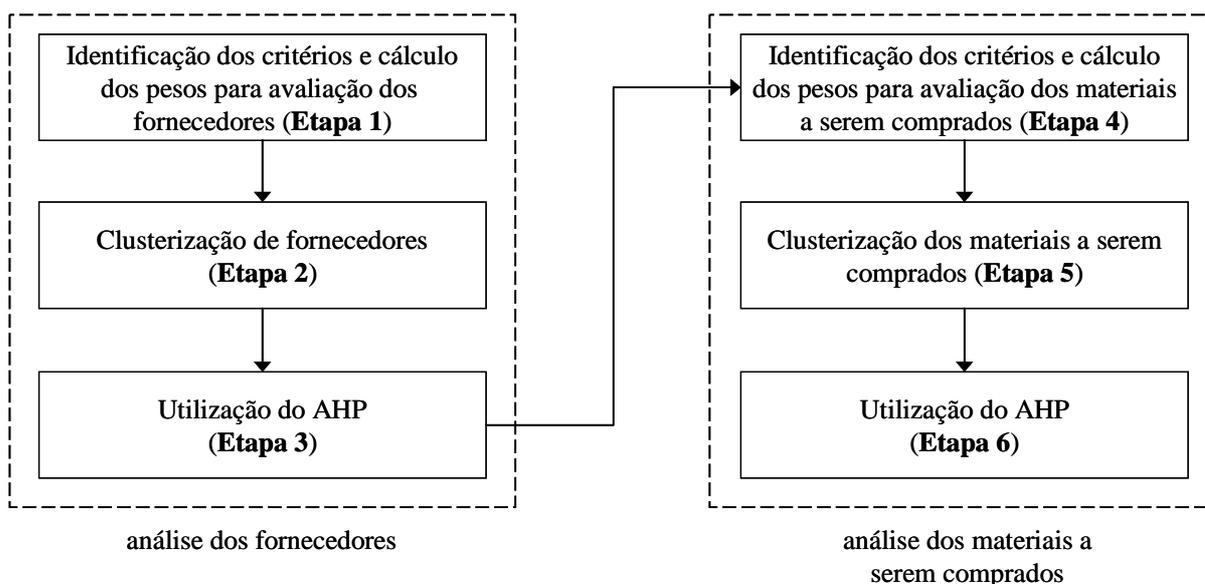


Figura 2.8 – Fluxograma para seleção de fornecedores e materiais (Bottani & Rizzi, 2007)

A primeira e a quarta etapas consistem numa identificação dos critérios de decisão e das estimativas dos pesos relacionados aos critérios. Segundo Bottani & Rizzi (2007), os critérios para a seleção de fornecedores e de materiais podem ser definidos apropriadamente por um grupo de especialistas, baseando-se no conhecimento deles a respeito do problema. Na abordagem proposta, eles sugerem o uso do método multicritério conhecido como AHP, no qual os critérios de decisão serão estruturados de forma hierárquica, e da lógica *fuzzi* utilizada para lidar com a incerteza e a falta de precisão relacionada com o julgamento dos especialistas quanto à importância relativa dos critérios.

Na segunda e na quinta fases são realizadas as clusterizações tanto dos fornecedores quanto dos materiais. A análise de *cluster* propõe o desenvolvimento de um agrupamento através da similaridade entre as alternativas envolvidas no problema. Bottani & Rizzi (2007) afirmam que a realização desse tipo de análise torna eficiente a avaliação multicritério, pois diminui o risco da geração de inconsistências no modelo.

Com base nos critérios de decisão definidos anteriormente, o ranking final que permite identificar os grupos de fornecedores e de materiais mais adequados é obtido na terceira e na sexta etapas, respectivamente.

Chou & Chang (2007) defendem que a maioria dos sistemas desenvolvidos para lidar com a seleção de fornecedores obtém suas soluções sem um alinhamento entre os processos operacionais da empresa e as estratégias da cadeia de suprimentos. Com a finalidade de solucionar este problema, os autores propõem um modelo baseado numa perspectiva estratégica da cadeia de suprimentos, utilizando uma abordagem *fuzzy SMART – Simply Multiattributes Rating Technique*, direcionada também para a tomada de decisão em grupo.

Através de uma entrevista realizada com um grupo de executivos de uma empresa multinacional especializada em projetar e produzir equipamentos e plantas industriais para o setor de bebidas, Bottani & Rizzi (2007) identificaram os seguintes critérios para a seleção de fornecedores e materiais:

- | | |
|--------------|--|
| Fornecedores | <ul style="list-style-type: none">• Satisfação dos clientes;• Capacidades técnica e organizacional;• Disposição do fornecedor;• Interesse do comprador. |
|--------------|--|

| | |
|-----------|--|
| Materiais | <ul style="list-style-type: none"> • Valor econômico; • Número de pedidos por ano; • Tempo de espera. |
|-----------|--|

Na apresentação numérica do modelo proposto, Ng (2007) estabelece cinco critérios de decisão direcionados a seleção de fornecedores: variedade de peças do fornecedor; qualidade; distância; entrega no tempo acordado; e preço.

Chou & Chang (2007) formaram um comitê com cinco gestores das principais áreas funcionais de uma empresa responsável pela fabricação de produtos eletrônicos focados para tecnologia da informação, tais como: computadores, monitores, placas mãe e de rede, etc. Depois de algumas reuniões e discussões foi possível arquitetar os critérios de decisão para o problema de seleção de fornecedores, conforme descritos a seguir:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Custo | <ul style="list-style-type: none"> • Preço Unitário; • Plano de Redução dos Custos. |
| Qualidade | <ul style="list-style-type: none"> • Taxa de Rejeição no Fornecedor; • Taxa de Rejeição na Empresa. |
| Entrega | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lead Time</i>; • Flexibilidade. |
| Cultura Organizacional e Estratégia | <ul style="list-style-type: none"> • Capacidade Gerencial; • Encaixe Estratégico. |
| Capacidade Técnica | <ul style="list-style-type: none"> • Inovação; • Habilidade para Resolver Problemas. |

Com base nessa pesquisa bibliográfica pôde-se elaborar o modelo de apoio ora proposto nos objetivos deste trabalho, o qual será descrito no capítulo 4.

3 A Cadeia de Suprimentos da Construção Civil

Nesse capítulo são descritas algumas considerações gerais sobre a cadeia de suprimentos da construção civil. Em seguida, desenvolve-se a classificação básica do sistema produtivo direcionada a essa cadeia de suprimentos, bem como as características no que se refere a estrutura e a função existentes no seu sistema de gestão, e também são demonstrados os quatro papéis que esta cadeia específica pode assumir com a finalidade de melhorar o nível de desempenho frente ao mercado e principalmente a concorrência. Por último, constam alguns comentários sobre a gestão de estoques em construtoras.

3.1 Considerações Gerais

No âmbito da construção civil, Schmidt *et al.* (2001) informam que a cadeia produtiva dessa indústria é frequentemente considerada como atrasada por inúmeros analistas das mais variadas áreas, provavelmente em decorrência de diversos aspectos, entre eles, o desenvolvimento tecnológico lento e incremental na ponta da cadeia, sem a percepção do desenvolvimento das partes anteriores sobre a produção final. Em virtude disso, os autores completam que é crescente a necessidade de integração dos processos e operações que ocorrem entre construtores, de forma a estabelecer um eficiente fluxo de informações entre ambos, pois através deste entendimento pode-se promover impactos positivos em cada etapa da cadeia.

Com o objetivo de modernizar a indústria da construção civil, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção-CBIC (2007) apresentou algumas necessidades desse setor, que são:

- Priorizar a segurança no trabalho;
- Reduzir os desperdícios;
- Suprimir o supérfluo;
- Estimular a racionalização;
- Enfatizar a qualidade e aumentar a produtividade;
- Transferir exigências do mercado à indústria fornecedora;
- Adequar os custos à realidade brasileira;
- Diminuir o tempo de construção;
- Informatizar o setor;
- Melhorar as relações capital-trabalho.

Segundo Jobim Filho (2002), alguns entraves podem ser citados como justificativa para a dificuldade de visualizar, integrar e gerenciar a cadeia produtiva da indústria da construção e, conseqüentemente, elaborar critérios robustos para a seleção de fornecedores:

- Elevado número de itens envolvidos no processo produtivo;
- Diversidade de materiais e componentes, com características distintas, que compõem a cadeia da construção civil;
- Desconhecimento da totalidade de fornecedores e clientes envolvidos em cada cadeia de suprimentos, dificultando a integração e o gerenciamento de múltiplos processos-chave entre empresas;
- Desconhecimento das necessidades do cliente final (usuário) e da importância dessas informações ao longo da cadeia;
- Dificuldade de uma visão integrada, visto que, a construção civil, diferentemente das demais indústrias, ainda não pode ser considerada uma montadora.

Uma alternativa para solucionar esses entraves é analisar a cadeia de suprimentos de uma determinada construtora, partindo do específico para o geral. Diante de uma verificação detalhada dos agentes envolvidos na cadeia de suprimentos de uma determinada construtora, pode-se descrever as funções representadas por cada um deles e apontar propostas de melhorias.

Quadro 3.1 – Informações econômicas da Construção Civil baseado na CBIC (2007)

| Macro Setor da Construção Efeitos Totais | Setor da Construção Civil |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – Participa com 18,4%* do PIB nacional (cerca de R\$ 287,152 bilhões); – Contribui com 68,4% dos investimentos totais do país; – Gera 12,142** milhões de empregos na economia; – Participa com 14,7% do total dos salários pagos na economia; – Possui baixo coeficiente de importação: 10,5% dos insumos importados; – Paga uma carga tributária na ordem de 44,27% do seu PIB. <p>(*) Projeção 2004 (**) Estimativa 2003</p> | <ul style="list-style-type: none"> – O PIB do setor em 2005 foi de R\$ 126,2 bilhões*; – Em 2005 o setor cresceu 1,3% e participou com 7,3% do PIB nacional; – Para 2006 a previsão do IPEA foi que a construção iria crescer 6%; – Entre 1991-2004 a construção civil cresceu a uma taxa média de 0,9% ao ano; – O setor ocupou diretamente 3.771.400 trabalhadores em todo o país (5,6% da população ocupada total); – Existem 118.993 construtoras no país, das quais 94% são micro e pequenas empresas; – Estas empresas ocupam no total 1.462.589 trabalhadores. <p>(*) Calculado de acordo com a participação percentual no Valor Adicionado a Preços Básicos total do país, divulgada pelo IBGE.</p> |

Fonte: O Autor (2008)

No Quadro 3.1 são observadas algumas informações relacionadas a contribuição da construção civil para a economia brasileira. O Macro Setor da Construção compreende ao conjunto formado pelo setor da construção civil propriamente dito (edificações, obras viárias e construção pesada), adicionado à sua cadeia produtiva (comércio de materiais de construção, indústria de componentes, empresas imobiliárias e instituições de ensino e pesquisa). O setor da construção, isoladamente, tem uma participação girando em torno de 8% do montante total do PIB, conforme informado pela CBIC (2007).

3.2 Classificação dos Sistemas Produtivos

Moreira (2000) deixa claro a utilidade existente na classificação dos sistemas produtivos, em virtude de se conseguir classificar também uma grande variedade de técnicas de planejamento e de sistemas de gestão. Portanto, é por meio dessa classificação que se pode conferir algumas características e funções à cadeia de suprimentos da construção civil.

Esse mesmo autor classifica os sistemas produtivos da seguinte forma:

- Sistemas contínuos. Apresentam uma seqüência linear para produzir os bens ou prestar os serviços. Os produtos são bastante padronizados e fluem de um posto de trabalho a outro numa seqüência previamente determinada, fazendo com que esse tipo de sistema tenha a vantagem de produzir um grande volume de produtos, mas essa virtude acaba gerando a desvantagem de torná-lo rígido e pouco flexível as mudanças;
- Sistemas intermitentes. A produção é realizada através de lotes, ou seja, ao término da fabricação de um determinado lote de produtos outros produtos tomam o lugar deste nas máquinas. Nesses sistemas a mão-de-obra e os equipamentos são tradicionalmente organizados em centros de trabalho por tipo de habilidades, operações ou equipamentos, e nesse caso pode-se conseguir uma vantagem em termos de flexibilidade, mas é preciso estar atento a outros problemas que podem surgir, tais como: controle de estoques (insumos e materiais em processamento), programação da produção e qualidade;
- Sistemas voltados para grandes projetos. Cada um dos projetos é considerado um produto único, pois cada um possui especificações e local ou uma área de produção (canteiro de obras) diferentes; o que não possibilita a existência de uma linha de produção estanque ou um fluxo

de produtos na saída do sistema como geralmente ocorre em uma fábrica de bens. Tem-se uma seqüência de tarefas ao longo do tempo com pouca ou nenhuma repetição. Esses projetos possuem altos custos e uma dificuldade gerencial latente no que se refere ao planejamento e controle dos canteiros de obras.

Já Slack *et al.* (1998) estabelecem cinco tipos de processos em manufatura para classificar os sistemas produtivos, os quais estão descritos a seguir:

- Por projeto. São os que lidam com produtos usualmente bastante customizados, o que acaba gerando um período de tempo longo para a execução e conclusão de um produto. As atividades envolvidas geralmente modificam-se durante o processo de produção, principalmente em virtude de serem mal definidas e incertas. A essência desse tipo de processo é que cada trabalho tem início e fim bem definidos e que os recursos relacionados à transformação dos materiais em produtos acabados, provavelmente serão organizados de forma especial para cada um deles;
- Tipo *Jobbing*. Enquanto no primeiro tipo cada produto tem recursos dedicados mais ou menos exclusivamente para ele, nesse segundo tipo cada produto deve compartilhar os recursos da operação com diversos outros. Os recursos de produção processam uma série de produtos, portanto, mesmo exigindo o mesmo tipo de atenção eles diferirão entre si pelas necessidades exatas. Usualmente, os itens produzidos nesse tipo de processo são menores do que os de projeto.
- Em lotes ou bateladas. Sempre que o processo está produzindo um tipo de produto, a quantidade produzida é maior do que um. Dessa forma, cada parte da operação tem períodos em que está repetindo, pelo menos enquanto o lote ou a batelada estiver sendo processada.
- Em massa. É essencialmente uma operação em massa porque os diversos componentes dos produtos não afetam o processo básico da produção. Todas as operações nesse tipo de processo são repetitivas e amplamente previsíveis.
- Contínuo. As operações e equipamentos funcionam em períodos de tempo muito longos, pelo fato das interrupções existentes serem mínimas

nesse tipo de processo. Na maioria das vezes são literalmente contínuos e sem interrupções em decorrência dos produtos serem inseparáveis. Os fluxos são altamente previsíveis e as tecnologias utilizadas são de capital intensivo e relativamente inflexíveis.

Levando-se em consideração as classificações descritas acima, pode-se afirmar que a cadeia de suprimentos da construção civil possui um sistema produtivo voltado para grandes projetos ou com processos direcionados a projetos, segundo as classificações adotadas por Moreira (2000) e Slack *et al.* (1998).

Definida a classificação é possível apresentar as características dessa cadeia de suprimentos, as quais estão baseadas na pesquisa realizada por Vrijhoef & Koskela (2000). Para esses autores, em termos de estrutura e função, a cadeia de suprimentos da construção civil pode ser caracterizada através dos seguintes elementos:

- É uma cadeia de suprimentos que direciona todos os recursos materiais e de transformação para o canteiro de obras, onde a edificação é montada no momento em que eles são recebidos. A fábrica de uma construtora é estruturada em torno de um único produto, em contraste com os sistemas manufatureiros, onde vários produtos fluem através dos processos produtivos que se encontram nas instalações estanques de uma fábrica, para em seguida serem distribuídos para vários clientes;
- É, com raras exceções, uma cadeia de suprimentos temporária produzindo a construção de projetos únicos através de repetidas reconfigurações voltadas para organizar aqueles projetos que estão sendo executados no canteiro de obras. Como resultado, a cadeia da construção civil é caracterizada pela instabilidade, fragmentação e, em especial, pela separação entre a concepção do produto e a construção da edificação;
- É uma típica cadeia que fabrica produtos por encomenda, com todos os projetos criando um novo produto ou protótipo. Há pouca repetição, novamente com raras exceções. Os processos podem ser muito semelhantes para os tipos de projetos considerados especiais.

3.3 Papéis da Cadeia de Suprimentos da Construção Civil

Argumenta-se que, devido às peculiaridades da construção civil, a cadeia de suprimentos nesse setor possui quatro papéis específicos, os quais são demonstrados através

da Figura 3.1. Iniciativas concretas em cada um dos papéis são analisadas na pesquisa realizada por Vrijhoef & Koskela (2000), com o propósito de oferecer melhorias e avanços nesse tipo de cadeia. Esses papéis estão descritos a seguir:

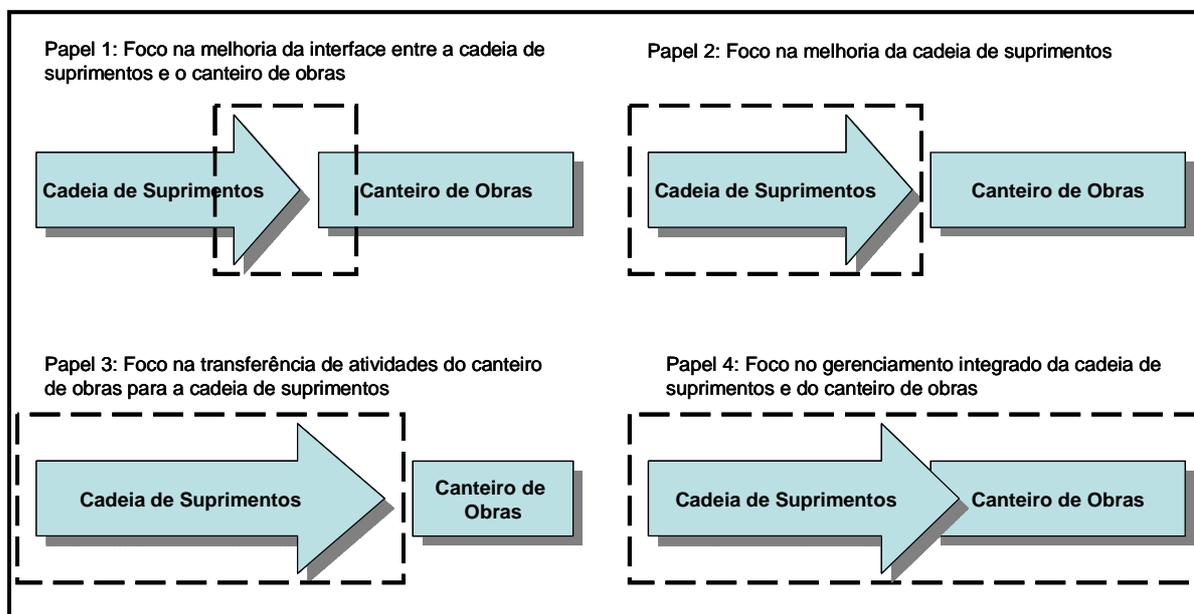


Figura 3.1 – Os quatro papéis da Cadeia de Suprimentos da Construção Civil (Vrijhoef & Koskela, 2000)

Papel 1: Melhorar a interface entre as atividades da cadeia de suprimentos e do canteiro de obras. As iniciativas mais claras na gestão da cadeia de suprimentos da construção civil foram apenas no conjunto das atividades relacionadas ao campo da logística direcionada ao canteiro de obras, enquanto que em outros tipos de cadeias de suprimentos têm havido um foco sobre a cooperação entre os fornecedores e empreiteiros com o propósito de melhorar o fluxo total de materiais. Dessa forma, o que se observa é que o tratamento tradicional da logística na construção civil evolvido com o manejo dos materiais e insumos tem predominantemente se concentrado em atividades que ocorrem no canteiro de obras, o que necessita de uma ampliação para a cadeia de suprimentos.

Papel 2: Melhorar a cadeia de suprimentos. Incluem iniciativas orientadas para o desenvolvimento de cadeias de suprimentos específicas, tais como as de elementos pré-fabricados a partir do concreto ou as de elevadores. Em profundidade, as análises no que se refere aos custos e tempos de produção são importantes para identificar potenciais de melhoria e possibilitar um maior desenvolvimento das cadeias. No desenvolvimento da cadeia de suprimentos, os *trade-off* entre transporte, estoque e custos de produção devem ser levados em consideração com a finalidade de se alcançar melhorias globais e não apenas pontuais. A

produtividade e o desempenho da cadeia de suprimentos da construção civil diminuem em decorrência dos seguintes fatores: incerteza na cadeia, variações nas condições do canteiro de obras e variações nas condições relacionadas a capacidade produtiva.

Papel 3: Transferência de atividades do canteiro de obras para a cadeia de suprimentos. Outras iniciativas têm como finalidade a redefinição da cadeia de suprimentos. O objetivo desse papel é o de transferir algumas atividades que atualmente só são realizadas dentro do canteiro de obra para outro agente externo. A industrialização, sobretudo no que se refere aos pré-fabricados, pode ser considerada como um meio de eliminar atividades estruturais no canteiro de obras, as quais devem estar vinculadas com a cadeia de suprimentos total.

Papel 4: Gerenciamento integrado da cadeia de suprimentos e do canteiro de obras. Novas alternativas foram sugeridas para a gestão integrada da cadeia e do canteiro de obras. Nelas estão incluídas a edificação aberta e o desenvolvimento de procedimentos sequenciais. No que se refere ao ponto de vista da produção, o benefício básico de uma construção aberta está relacionado com o adiamento das decisões dos usuários em relação aos elementos internos da edificação. Isso é realizado através da separação dos adereços internos de uma edificação, daqueles elementos contidos na estrutura externa. Essa alternativa proporciona também uma adaptabilidade no ciclo de vida do edifício, pois os usuários podem reconfigurar o espaço interno de acordo com as mudanças nas suas necessidades. No processo sequencial, a idéia básica é a de criar uma estrutura no canteiro de obras que possibilite o desenvolvimento de sucessivas operações autônomas e sequenciais. Em ambas as abordagens, o objetivo é buscar a substituição da habitual cadeia de suprimentos temporária por uma permanente. O desenvolvimento de uma engenharia prévia feita através de opções de projetos é uma outra abordagem relacionada, na qual o cliente pode escolher um projeto de edificação dentre um leque de opções disponíveis.

3.4 Gestão de Estoques na Construção Civil

Nessa seção são abordados dois assuntos relacionados a gestão de estoques: a classificação de estoques na construção civil utilizando avaliação multicritério e a análise ou classificação ABC. Os dois temas são relevantes para o trabalho em questão, pois permitem que uma construtora determine para quais materiais é pertinente realizar os processos de seleção e avaliação de fornecedores prescritos no capítulo 4.

Uma gestão de estoques bem feita permite que uma construtora obtenha já de imediato ganhos em termos de competitividade no seu processo de seleção de fornecedores, pois ela

estará definindo internamente as políticas de gerenciamento direcionadas aos itens de estoque que possuem um impacto forte na qualidade dos bens e serviços ofertados aos seus clientes.

Além disso, os mecanismos adicionados que permitem melhorar essa gestão devem ser transmitidos para os elos externos da cadeia de suprimentos (fornecedores imediatos), não devendo ficar restritos ao ambiente interno da construtora, o que é possível a partir do desenvolvimento do modelo de apoio a decisão para seleção e avaliação de fornecedores ora proposto neste trabalho.

Portanto, Szajubok *et al.* (2006) propuseram um modelo de decisão multicritério, utilizando o método ELECTRE TRI para o processo de gestão de materiais na construção civil, com a finalidade de classificar os materiais de uma obra vertical residencial em três categorias, às quais devem ser adotados procedimentos de políticas de estoque. As categorias com as respectivas macro-políticas estão descritas a seguir:

- Para materiais mais simples do ponto de vista de tempo de entrega, custo e impacto da falta, adota-se a prática de comprá-los em grande quantidade e estocá-los na obra ou almoxarifado, justamente pela simplicidade que os materiais apresentam. (Categoria 1 – Materiais menos importantes);
- Há os materiais que são considerados mais complicados, seja pelo alto valor, seja pelo longo tempo de entrega e/ou dependência deles em várias atividades, de maneira que sua falta cause interrupção na obra fazendo com que eles tenham uma atenção maior por parte dos responsáveis pelas compras. (Categoria 3 – Materiais mais importantes); e
- Existem os materiais que estão entre esses dois casos e que são pedidos de acordo com a fase da obra e a necessidade. (Categoria 2 – Materiais intermediários).

Os critérios utilizados no modelo desenvolvido por Szajubok *et al.* (2006), com o propósito de categorizar os materiais utilizados pela construtora numa obra vertical residencial são:

- Valor do investimento: multiplicação da quantidade de materiais comprados pelo custo unitário;
- *Lead Time*: é o tempo médio estimado pelo fornecedor para a entrega dos materiais após o pedido de compra;

- Impacto da falta: procura representar o fator operacional dos materiais, isto é, avaliar o impacto da falta do material para as operações realizadas no canteiro de obras.

Uma das vantagens que se observa no modelo apresentado acima é que a abordagem desenvolvida para a classificação dos materiais em estoque não leva em consideração apenas um único critério. Após a realização do estudo de caso, os autores tornaram explícita a lista de materiais correspondente a categoria mais importante, que consta no Anexo 1, deste trabalho.

Tradicionalmente, a maior parte das empresas utiliza como ferramenta de classificação dos estoques, a curva ABC, baseada no trabalho desenvolvido por Pareto (1946).

Segundo Martins & Alt (2006), a análise ABC consiste na verificação, em certo espaço de tempo, do consumo, em valor monetário ou quantidade, dos itens de estoque, para em seguida eles serem classificados em ordem decrescente de importância. A forma de classificação dos itens que compõem o estoque é realizada da seguinte maneira:

- Itens classe A, considerados os mais importantes de todos segundo a ótica do valor monetário ou da quantidade. Representam algo entre 10% e 20% do total de itens em estoque;
- Itens classe B, considerados intermediários. Correspondem em média a 30 ou 40% dos itens que compõem o estoque;
- Itens classe C, são tratados como os menos importantes. Representam o restante dos itens, considerando os percentuais atribuídos as duas classes anteriores. Em média correspondem a 50%.

Observa-se então que, o modelo desenvolvido por Szajubok *et al.* (2006) utiliza até certo ponto a classificação adotada na curva ABC, porém com um diferencial que está relacionado a quantidade de critérios e ao desenvolvimento de um modelo, que classifica os itens em estoque usando o método multicritério ELECTRE TRI.

4 MODELO PROPOSTO PARA SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES

Neste capítulo será apresentado o modelo multicritério de apoio a decisão voltado para a seleção de fornecedores na cadeia de suprimentos da construção civil, bem como o adequado procedimento para o acompanhamento ou avaliação do fornecedor selecionado. Os diversos métodos multicritério, da área de pesquisa operacional (*Operational Research*, termo em inglês), oferecem suporte aos diferentes processos de tomada de decisão envolvendo um indivíduo (decisor) ou um grupo de pessoas (decisores). Neste trabalho será utilizado o método multicritério SMARTER.

Este método foi escolhido porque permite simplificar tanto o processo de determinação das constantes de escalas como o de estabelecimento das escalas de valores; o que oferece ao modelo proposto uma simplificação das hipóteses existentes nesse processo de análise. Isto é, esse método torna mais simples o processo de elicitação das importâncias relativas dos critérios, tanto para o decisor, que nesse caso é o responsável pela área de compras, quanto para o analista ou especialista.

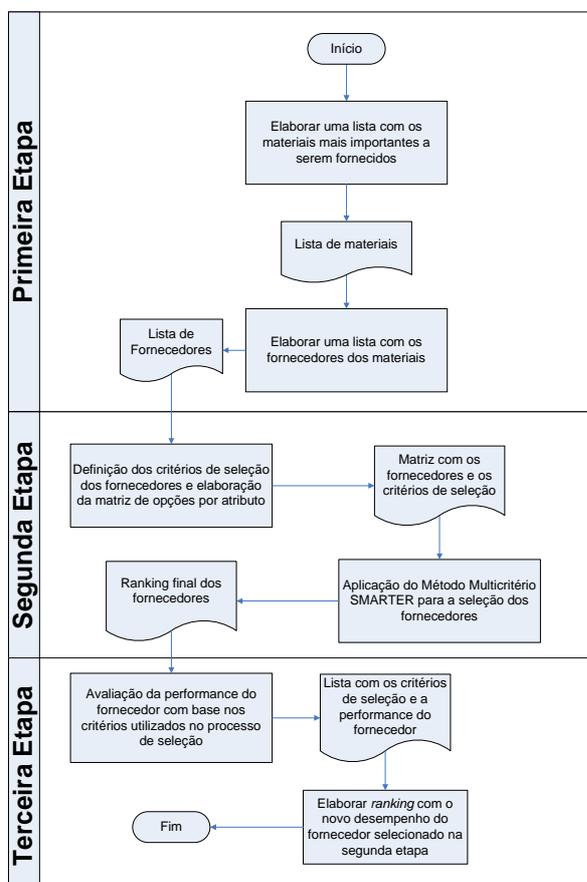


Figura 4.1 – Etapas e procedimentos do modelo de apoio a decisão proposto

4.1 Descrição do modelo

O modelo está dividido em três etapas: a primeira corresponde a definição dos fornecedores que participarão do processo de seleção; a segunda é voltada para a definição dos critérios juntamente com a aplicação do método multicritério para seleção; e a terceira está relacionada com o processo de avaliação da *performance* do fornecedor após ter realizado o fornecimento dos materiais para o canteiro de obras. A última etapa proporcionará uma avaliação contínua do desempenho dos fornecedores face aos critérios de seleção utilizados pela construtora. Na Figura 4.1 estão contidas essas etapas e os respectivos procedimentos a serem executados.

4.2 Primeira Etapa

Na primeira etapa do modelo deve ser verificado em conjunto com o decisor quais são os materiais que precisam ter uma avaliação criteriosa dos fornecedores. É importante notar que, para a classificação do grau de importância de um item em estoque, as empresas não devem analisar como único critério o custo do investimento, conforme enfatiza Szajubok *et al.* (2006), que propuseram um modelo de classificação multicritério, baseado no ELECTRE TRI, para alocação dos materiais nas três categorias já abordadas anteriormente.

Caso a empresa possua uma abordagem para a classificação dos materiais necessários para a execução da obra, deve-se realizar uma análise crítica dessa classificação, questionando o responsável a respeito dos critérios utilizados para a definição do grau de importância dos materiais. Entretanto, se a classificação adotada não levar em consideração múltiplos critérios ou se a construtora não possuir uma abordagem própria, pode-se utilizar a classificação proposta por Szajubok *et al.* (2006).

Com base no exposto, a empresa deve elaborar uma lista com os materiais correspondentes a categoria mais importante, considerando-a crítica por merecer atenção especial no seu gerenciamento. No Anexo 1 consta uma lista com exemplos desses materiais, extraída de Szajubok *et al.* (2006), após estudo de caso realizado em uma construtora com obra vertical residencial. Assim, para finalizar a primeira etapa desse modelo deve-se elaborar uma lista com os respectivos fornecedores de cada um dos materiais correspondentes a categoria dos mais importantes.

No que se refere as maneiras de estabelecer contato, as construtoras tomam conhecimento dos fornecedores responsáveis por um determinado material através de revistas especializadas no setor, contato com fornecedores que já fazem parte da carteira da empresa,

mas que não comercializam ou fabricam o material a ser adquirido, visita de representantes comerciais, feiras nacionais e internacionais relacionadas com o setor da construção civil, contato com empresas concorrentes ou que utilizam o material que a construtora pretende adquirir, abertura de um edital de compras no portal da empresa (internet) ou em jornais de grande circulação, etc.

4.3 Segunda Etapa

A segunda etapa do modelo corresponde a seleção dos fornecedores à luz dos atributos que é resultado da aplicação do método multicritério SMARTER. Com base na pesquisa bibliográfica, são propostos os seguintes atributos a serem utilizados no modelo de apoio a decisão, com as respectivas formas de pontuação e medição do desempenho. Deve-se frisar que os critérios qualitativos que necessitam de um julgamento direto das utilidades unidimensionais para as alternativas, correspondem ao tipo “d” dentro das classes propostas por Edwards & Barron (1994), onde as utilidades são avaliadas diretamente por julgamento, conforme descrito no capítulo 2, seção 2.4.3.4 e Figura 2.7.

Custo

- **Preço Unitário.** Corresponde ao valor monetário do material. A unidade de medida utilizada é R\$ / unidade de medida do material. Um valor menor nesse atributo é preferível a um maior.
- **Custo do Frete.** Valor monetário correspondente ao transporte de mercadorias de uma localidade a outra. A unidade de medida é R\$ / Km. Um valor menor nesse atributo é preferível a um maior.
- **Plano de Redução dos Custos.** O fornecedor será pontuado de acordo com a contribuição dos projetos de melhorias já implantados ou por implantar, os quais causem impactos diretos nos custos do material, e como consequência possibilitem uma redução nos preços praticados pelo fornecedor no mercado. Entende-se por projeto de melhoria o seguinte: investimento em novas tecnologias de gestão ou até mesmo em equipamentos que permitam uma redução nos custos. Para o decisor avaliar o fornecedor nesse critério, ele pode contatá-lo para fazer uma visita que permita levantar os projetos implantados ou por implantar, os quais causem algum impacto nos custos e conseqüentemente nos preços praticados no mercado. A unidade de medida é % de redução oferecida pelo projeto. Um valor maior nesse atributo é preferível a um menor.

Qualidade

- **Rejeição na empresa.** Caso a construtora possua informações relacionadas a quantidade de materiais pedidos a um determinado fornecedor e a quantidade destes que foram devolvidas em decorrência de problemas, ela pode fazer uma relação entre essas quantidades e encontrar um percentual. Caso a construtora ainda não tenha comprado materiais de algum dos fornecedores que participarão do processo de seleção, ela pode tanto realizar um pedido piloto que permita avaliar a alternativa frente aos atributos aqui expostos, ou pode manter contato com um concorrente que já tenha trabalhado com o potencial fornecedor e tenha a capacidade de fornecer essa informação. Além disso, ela pode estabelecer um acordo com o fornecedor para ele informar o valor correspondente a este critério, deixando-o ciente de que se ele ganhar o processo seletivo terá que cumprir com o acordado, senão, automaticamente, ele será descredenciado e o segundo colocado passará a fornecer o material. A unidade de medida é % de rejeição. Um valor menor nesse atributo é preferível a um maior.
- **Atendimento.** Este critério está relacionado com a solicitação de serviços realizada pelas construtoras: assistência técnica ou suporte técnico, presteza e agilidade nos serviços ofertados pelos fornecedores (sistema de comunicação). A construtora pode avaliar de acordo com a quantidade de solicitações de atendimentos feitas ao fornecedor versus as que de fato foram atendidas por ele. Caso o fornecedor esteja participando pela primeira vez de um processo de seleção com a construtora, esta pode medir o desempenho através do atendimento prestado durante a solicitação de informações relacionadas aos materiais, tais como as contidas num orçamento. A unidade de medida é % de solicitações atendidas. Um valor maior nesse atributo é preferível a um menor.
- **Sistema de Gestão da Qualidade-SGQ.** Informa o nível de desempenho do fornecedor quanto à certificação do seu sistema de gestão da qualidade (ISO 9001:2000). A construtora pode avaliar se o fornecedor coloca em prática os seguintes elementos que constituem um SGQ: envolvimento da alta administração; política da qualidade; manual da qualidade; procedimentos operacionais padrão; registros de qualidade; medição da satisfação dos clientes; etc. A unidade de medida é: (quantidade de procedimentos operacionais + quantidade de ações preventivas + quantidade de treinamentos) / período. Um valor maior nesse atributo é preferível a um menor.

Entrega

- **Lead Time.** Intervalo de tempo entre o lançamento de um pedido a um fornecedor e a efetiva entrega dos materiais na empresa solicitante. A unidade de medida é quantidade de dias / pedido. Um valor menor nesse atributo é preferível a um maior.
- **Flexibilidade de Prazo.** Flexibilidade no que se refere a possíveis mudanças que as construtoras necessitem realizar nos pedidos, as quais estão relacionadas com os prazos de entrega. Caso a construtora ainda não tenha informações suficientes para avaliar o fornecedor, ela deve seguir a mesma regra proposta para os outros critérios. A unidade de medida é a taxa de variação média nos prazos oferecida pelo fornecedor aos seus clientes, nos últimos seis meses. A construtora deve ter cuidado para não computar nesse critério as mudanças ocorridas nos prazos em decorrência de atrasos nas entregas praticados pelo fornecedor. Um valor maior nesse atributo é preferível a um menor.
- **Flexibilidade de Quantidade.** Flexibilidade no que se refere às possíveis mudanças que as construtoras necessitem realizar nos pedidos, as quais estão relacionadas com as quantidades de materiais solicitadas no pedido. Caso a construtora ainda não tenha informações suficientes para avaliar o fornecedor, ela deve seguir a mesma regra proposta para os outros critérios. A unidade de medida é a taxa de variação média nas quantidades de materiais solicitadas pelos clientes, nos últimos seis meses. A construtora deve ter cuidado para não computar nesse critério as mudanças ocorridas em decorrência de aumentos nas quantidades praticadas pelos fornecedores sem o consentimento da empresa solicitante. Um valor maior nesse atributo é preferível a um menor.

Para a construtora obter as medidas correspondentes as utilidades unidimensionais dos atributos apresentados acima – principalmente nos casos em que um determinado fornecedor participa de um processo seletivo na construtora em questão pela primeira vez – ela pode utilizar-se de alguns dos seguintes meios:

- Fazer uma visita que permita levantar as informações necessárias para se mensurar a utilidade dos atributos;
- Realizar um pedido piloto, que permita avaliar a alternativa frente aos atributos aqui expostos;
- Manter contato com um concorrente ou cliente que já tenha trabalhado com o potencial fornecedor e que tenha a capacidade de fornecer as informações necessárias;

- Contatar o fornecedor para que ele informe, *a priori*, o desempenho obtido nos atributos, deixando-o ciente de que se ele ganhar o processo seletivo terá que cumprir com o acordado, senão automaticamente será descredenciado ou sofrerá algum tipo de punição (por exemplo, pagamento de uma multa contratual).

A saída (*output*, termo em inglês), desse procedimento deve ser uma matriz (ver exemplo na Tabela 4.1) contendo as alternativas (fornecedores) e os respectivos atributos de seleção.

Tabela 4.1 – Exemplo da matriz de avaliação

| Alternativas (A _h) | Atributos ou Dimensões (k) | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | k |
| A ₁ | x ₁₁ | x ₁₂ | x ₁₃ | x _{1k} |
| A ₂ | x ₂₁ | x ₂₂ | x ₂₃ | x _{2k} |
| A ₃ | x ₃₁ | x ₃₂ | x ₃₃ | x _{3k} |
| A _h | x _{h1} | x _{h2} | x _{h3} | x _{hk} |

Fonte: O Autor (2008)

Como último procedimento a ser executado nessa etapa, tem-se a aplicação do método multicritério SMARTER. A saída é o *ranking* final dos fornecedores que participaram do processo de seleção.

4.4 Terceira Etapa

A terceira etapa do modelo corresponde ao processo de avaliação da *performance* dos fornecedores após terem sido selecionados a fornecerem os materiais para o canteiro de obra. Essa etapa permite o desenvolvimento de uma avaliação contínua dos fornecedores levando-se em consideração os critérios e a respectiva ordem de importância definidos durante a execução dos procedimentos dirigidos a seleção da melhor alternativa, e também possibilita tanto para a empresa como para o fornecedor uma vantagem competitiva no mercado que estão atuando, além de proporcionar maior transparência na parceria cliente-fornecedor.

Nessa etapa é proposto um mecanismo baseado nos critérios utilizados durante a etapa de seleção, que permite mensurar o nível de desempenho do fornecedor selecionado após a realização do fornecimento dos materiais para a obra. É importante que se desenvolva alguma prática de gestão direcionada a armazenar informações que permitam avaliar o fornecedor nessa etapa do modelo. As comumente utilizadas pelas construtoras são:

- Auditorias ou inspeção de recebimento baseadas num *check-list*, as quais podem ser realizadas durante o fornecimento dos materiais e a execução da obra;
- Ensaaios em laboratório, com a finalidade de aferir as especificações dos materiais recebidos;
- Relatórios gerenciais, com informações do canteiro de obra;
- Questionários que permitam medir a *performance* do fornecedor. Essa técnica pode ser utilizada após a conclusão da obra e permite avaliar a eficácia do fornecimento face aos critérios definidos;
- Entrevistas com os colaboradores da construtora, os quais participaram das atividades relacionadas a execução da obra.

Desse modo, essa terceira etapa do modelo apresenta um procedimento de avaliação que torna evidente a existência de indicadores de desempenho capazes de demonstrar as melhorias na relação da empresa com os seus fornecedores, o que trará como reflexo direto um aumento da satisfação do cliente final com os bens e serviços ofertados.

A medição de desempenho do fornecedor selecionado pode ser feita de acordo com o Quadro 4.1. A *performance* do fornecedor em todos os critérios e o cálculo da utilidade multiatributo permitem decidir entre a realização ou não de outro processo de seleção. As informações armazenadas por meio das práticas de gestão descritas anteriormente servem para mensurar o desempenho do fornecedor em cada um dos critérios após o fornecimento dos materiais para o canteiro de obras, e serão armazenadas na coluna – **valor real** – que consta no Quadro 4.1.

Para proceder ao cálculo da coluna – valor normalizado – o analista e o decisor devem levar em consideração o tipo da função utilidade correspondente ao atributo. E para isso, devem analisar as informações já apresentadas no capítulo 2, seção 2.4.3.4 e Figura 2.7.

Caso o desempenho do fornecedor não se altere, nessa etapa de avaliação, a empresa pode optar por continuar a realizar seus pedidos com ele, não necessitando realizar outro processo de seleção. Porém, se o desempenho dele cair, até se igualar com o do segundo colocado do *ranking* obtido na segunda etapa, a construtora pode de imediato passar a comprar o material do fornecedor que apresentou o segundo melhor desempenho.

Além disso, para alguns dos critérios disponíveis, a construtora poderá obter a informação de uma possível mudança do valor referente ao critério. Por exemplo, o fornecedor que estivesse no segundo lugar do *ranking* poderia ter modificado o preço unitário

do material para um valor maior ou menor, o que irá afetar na utilidade multiatributo dessa alternativa e na respectiva avaliação de desempenho.

Portanto, o que se observa é que em alguns critérios as modificações nos valor podem ser verificadas ou detectadas de maneira simples, porém em outros tal premissa não será possível em virtude da necessidade de se avaliar a performance do fornecedor durante o fornecimento do material para o canteiro de obras (Por exemplo: Rejeição na empresa, Flexibilidade de Prazo ou de quantidade).

Quadro 4.1 – Medição do desempenho do fornecedor (h) selecionado

| Atributo (k) | Pesos ROC | Desempenho no Processo Seletivo | | Desempenho do Fornecedor Selecionado | | |
|---------------------------|-----------|---------------------------------|------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| | | | | Valor Real | Valor Normalizado | Utilidade Multiatributo |
| 1° | w_1 | Melhor = | x_{h1}^* | x_{h1} | x_{h1}'' | $w_1 \cdot x_{h1}''$ |
| | | Pior = | x_{h1}' | | | |
| 2° | w_2 | Melhor = | x_{h2}^* | x_{h2} | x_{h2}'' | $w_2 \cdot x_{h2}''$ |
| | | Pior = | x_{h2}' | | | |
| 3° | w_3 | Melhor = | x_{h3}^* | x_{h3} | x_{h3}'' | $w_3 \cdot x_{h3}''$ |
| | | Pior = | x_{h3}' | | | |
| k-ésimo | w_k | Melhor = | x_{hk}^* | x_{hk} | x_{hk}'' | $w_k \cdot x_{hk}''$ |
| | | Pior = | x_{hk}' | | | |
| Total de pontos obtidos → | | | | | | $\sum_{k=1}^k (w_k \cdot x_{hk}'')$ |

Fonte: O Autor (2008).

É importante notar que, essas informações devem ficar armazenadas no banco de dados das construtoras para servirem de *input* (entradas) para outros processos seletivos, especialmente nos casos em que o fornecedor selecionado é um potencial fornecedor de outro material.

5 ESTUDO DE CASO

Ao longo desse capítulo será apresentado o estudo de caso que visa a aplicação do modelo de apoio a decisão, tendo como principais objetivos a caracterização do ambiente, no qual tal aplicação foi realizada, bem como a utilização de todos os procedimentos propostos no modelo. Essa empreitada foi realizada com dados reais de uma obra dirigida a uma edificação vertical, ou seja, voltada para a construção de um edifício de apartamentos residenciais localizado no Município de Recife/PE.

5.1 Caracterização da Empresa

A empresa na qual o trabalho foi realizado surgiu em 1953, como uma construtora, e hoje está presente em diversos segmentos da economia, com perfuração e produção de óleo e gás, cultivo e beneficiamento de alimentos, associação com empresas na concessão de serviços públicos no Brasil, siderurgia, atuação no mercado financeiro e serviços de engenharia ambiental.

A construção civil foi a base para expansão da empresa investigada. Desde a sua fundação, ela vem se especializando em abrir caminhos para o desenvolvimento – do Grupo e do País – com projetos de infra-estrutura, hidroelétricas, saneamento, recursos hídricos, plataformas para exploração de petróleo e gás, rodovias, ferrovias, aeroportos, metrô e portos.

Garantir a qualidade em seus produtos é a meta principal da empresa, e as diversas certificações conquistadas comprovam o padrão atingido nos seus vários segmentos de atuação. No setor de construção civil, especificamente, a empresa possui as seguintes certificações:

- ISO 9001:2000 – Sistema de Gestão da Qualidade;
- ISO 14001:2004 – Sistema de Gestão Ambiental;
- OHSAS 18001:1999 – Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional.

5.2 Utilização do Modelo

A princípio cabe esclarecer que, o propósito do modelo de apoio a decisão é o de favorecer melhorias no processo de seleção e avaliação de fornecedores na cadeia de

suprimentos da construção civil, e que os responsáveis por essa decisão são os gestores de compras ou suprimentos.

O desenvolvimento de um procedimento lógico e estruturado permite à construtora tornar explícita e transparente tanto a metodologia adotada quanto aos critérios e indicadores de desempenho levados a cabo durante a seleção e avaliação de seus fornecedores.

Além disso, permite estabelecer políticas estratégicas que orientam as parcerias firmadas entre os agentes da cadeia, as quais acabam acarretando em aumento da competitividade do setor, no momento em que os responsáveis pelo fornecimento dos materiais saibam os reais motivos que lhes permitiram ganhar ou perder um determinado pedido.

5.2.1 Primeira Etapa

Definidos o propósito do modelo e o responsável pela decisão, deve-se passar para os procedimentos da primeira etapa do modelo, Figura 5.1. Como o decisor (responsável pelo processo de compras da construtora) não possuía nenhum procedimento para classificação dos materiais, para a condução dessa empreitada foi apresentada a lista de materiais mais importantes, extraída da pesquisa realizada por Szajubok *et al.* (2006) e que se encontra no Anexo 1, deste trabalho.

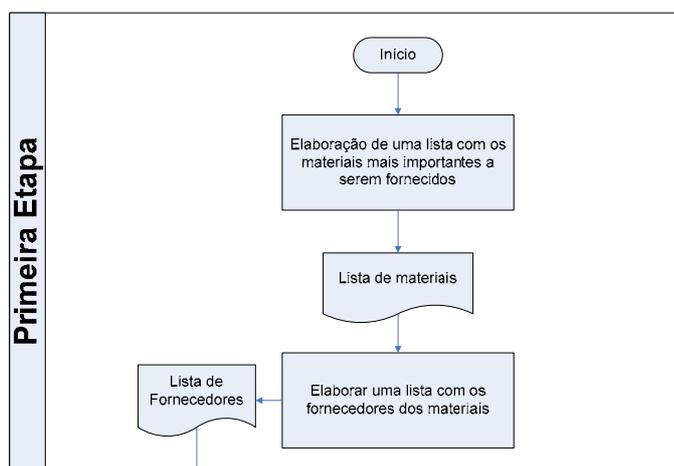


Figura 5.1 – Procedimentos da primeira etapa do modelo

De posse dessa informação, o decisor escolheu os materiais que possuem pelo menos quatro fornecedores, os quais considera como sendo críticos para o processo de compras e particularmente para o de seleção de fornecedores. A lista contendo os materiais e seus respectivos fornecedores está descrita no Quadro 5.1. Por solicitação do gestor de compras da

construtora, os nomes dos respectivos fornecedores não foram divulgados. Portanto, o que consta na lista são códigos criados para identificar cada um deles durante a aplicação do modelo. A ausência dos nomes dos fornecedores não causa nenhuma interferência negativa nos resultados encontrados.

A codificação dos fornecedores no processo de seleção foi realizada da seguinte maneira:

- FXX.MYY → “F” significa fornecedor; XX corresponde ao número do fornecedor; “M” significa material; e YY corresponde ao número do material;
- Por Exemplo: F01.M07 e F01.M10, onde, F01 corresponde ao código do fornecedor 01 Representações Ltda.; M07 e M10 correspondem aos materiais Areia Média e Brita 19 respectivamente. Portanto, esse fornecedor participará dos dois processos de seleção direcionados aos dois materiais.

Quadro 5.1 – Lista dos materiais e seus respectivos fornecedores

| Material | | Fornecedores | |
|----------|--------------------|--------------|------------|
| Cód. | Descrição | Cód. | Quantidade |
| M08 | Argamassa multiuso | F01.M08 | 5 |
| | | F02.M08 | |
| | | F03.M08 | |
| | | F04.M08 | |
| | | F05.M08 | |
| M34 | Tábuas | F12.M34 | 5 |
| | | F13.M34 | |
| | | F14.M34 | |
| | | F15.M34 | |
| | | F16.M34 | |
| M36 | Disjuntores | F06.M36 | 4 |
| | | F07.M36 | |
| | | F08.M36 | |
| | | F09.M36 | |
| M37 | Quadros Elétrico | F06.M37 | 5 |
| | | F07.M37 | |
| | | F08.M37 | |
| | | F10.M37 | |
| | | F11.M37 | |

Fonte: O Autor (2008)

Dos quatro materiais, definidos como críticos, ressalta-se que para o desenvolvimento deste trabalho foi realizada a aplicação do método multicritério SMARTER apenas com os seguintes: M08-Argamassa multiuso e M37-Quadros elétrico.

Todos os fornecedores que estão descritos nesse estudo de caso já fazem parte da carteira atualmente disponível na construtora. Alguns ficam localizados no Estado de Pernambuco e outros estão situados em Estados das Regiões Sul e Sudeste. Maiores informações não podem ser fornecidas por solicitação dos responsáveis pela empresa ora estudada.

5.2.2 Segunda Etapa

Depois de se definir a lista dos materiais juntamente com a dos respectivos fornecedores, deve-se tornar explícita a estrutura ou a lista de critérios potencialmente relevantes, tomando como base o propósito do modelo e as informações fornecidas pelo tomador da decisão. Portanto, nesse momento, iniciam-se os procedimentos relacionados à segunda etapa do modelo, Figura 5.2.

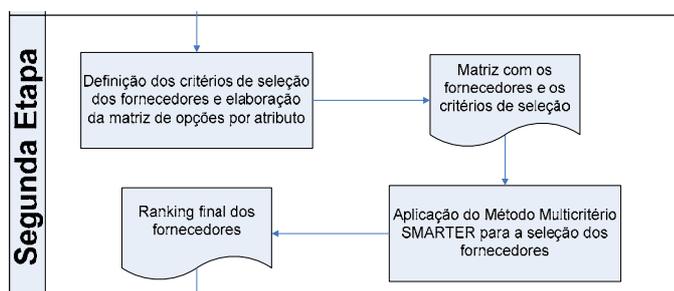


Figura 5.2 – Procedimentos da segunda etapa do modelo

Uma lista previamente elaborada pelo analista (ver melhores detalhes dessa lista no capítulo 4, seção 4.3) foi apresentada ao gestor da área de suprimentos, que por sua vez definiu quais seriam os critérios de seleção utilizados, os quais melhor se adéquam à realidade da empresa. Cabe ressaltar que esses critérios podem ser utilizados para os fornecedores de qualquer um dos materiais listados na primeira etapa. A estrutura básica de critérios estabelecida pelo decisor está listada a seguir:

- | | |
|-------|---|
| Custo | <ul style="list-style-type: none"> • Preço Unitário; • Custo do Frete • Plano de Redução dos Custos. |
|-------|---|

| | |
|-----------|--|
| Qualidade | <ul style="list-style-type: none"> • Rejeição na Empresa; • Atendimento; • Sistema de Gestão da Qualidade-SGQ. |
| Entrega | <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lead Time</i>; • Flexibilidade de Prazo; • Flexibilidade de Quantidade. |

Definidos os critérios de avaliação deve-se elaborar as matrizes das alternativas (fornecedores) por critérios direcionadas a cada um dos materiais, como exemplo pode-se analisar a Tabela 5.1. Caso estejam disponíveis, as entradas dessas matrizes devem ser medidas físicas das alternativas. Porém, havendo a indisponibilidade desses valores, as entradas podem ser julgadas através da utilidade unidimensional.

Tabela 5.1 – Exemplo de matriz das alternativas por critérios direcionada ao material M36

| Fornecedores | Valores dos Atributos ou Dimensões | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|----------------|------------------|---------------------|-----------------|-----------|------------------------|--------------------------|-----------|
| | Custo | | | Qualidade | | | Entrega | | |
| | Preço Unitário | Custo do Frete | Plano de Redução | Rejeição na empresa | Atendimento SGQ | Lead Time | Flexibilidade de Prazo | Flexibilidade Quantidade | |
| F06.M36 | $x_{6,1}$ | $x_{6,2}$ | $x_{6,3}$ | $x_{6,4}$ | $x_{6,5}$ | $x_{6,6}$ | $x_{6,7}$ | $x_{6,8}$ | $x_{6,9}$ |
| F07.M36 | $x_{7,1}$ | $x_{7,2}$ | $x_{7,3}$ | $x_{7,4}$ | $x_{7,5}$ | $x_{7,6}$ | $x_{7,7}$ | $x_{7,8}$ | $x_{7,9}$ |
| F08.M36 | $x_{8,1}$ | $x_{8,2}$ | $x_{8,3}$ | $x_{8,4}$ | $x_{8,5}$ | $x_{8,6}$ | $x_{8,7}$ | $x_{8,8}$ | $x_{8,9}$ |
| F09.M36 | $x_{9,1}$ | $x_{9,2}$ | $x_{9,3}$ | $x_{9,4}$ | $x_{9,5}$ | $x_{9,6}$ | $x_{9,7}$ | $x_{9,8}$ | $x_{9,9}$ |

Fonte: O Autor (2008)

Conforme consta na lista de critérios já discutida no capítulo 4, para cada uma das alternativas, em todos os critérios de seleção existe a possibilidade de se incluir medidas ou valores físicos (por exemplo, preço unitário). Portanto, todas as funções utilidades que constam nesse trabalho necessitam que sejam informadas as respectivas medidas físicas de cada alternativa por atributo.

Munido dessas informações, o analista procedeu à elaboração das matrizes de alternativas por critério dos materiais M08-Argamassa multiuso e M37-Quadros elétrico para em seguida, formalizar em conjunto com o decisor, as respectivas pontuações dos

fornecedores em cada um dos critérios. Essas matrizes encontram-se na Tabela 5.2 e na Tabela 5.3.

Tabela 5.2 – Matriz das alternativas por critérios direcionada ao material M08

| Fornecedores | Valores dos Atributos ou Dimensões | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|----------------|------------------|---------------------|-------------|-----|-----------|------------------------|--------------------------|
| | Custo | | | Qualidade | | | Entrega | | |
| | Preço Unitário | Custo do Frete | Plano de Redução | Rejeição na empresa | Atendimento | SGQ | Lead Time | Flexibilidade de Prazo | Flexibilidade Quantidade |
| F01.M08 | R\$ 10,95 | R\$ 1,10 | 2,50% | 7,60% | 81% | 48 | 5 | 70% | 15% |
| F02.M08 | R\$ 7,70 | R\$ 1,85 | 2,13% | 12,30% | 88% | 36 | 7 | 24% | 58% |
| F03.M08 | R\$ 8,63 | R\$ 1,17 | 0,80% | 8,70% | 53% | 47 | 18 | 68% | 65% |
| F04.M08 | R\$ 7,19 | R\$ 1,43 | 2,47% | 7,93% | 92% | 9 | 10 | 64% | 61% |
| F05.M08 | R\$ 8,97 | R\$ 1,50 | 2,35% | 8,15% | 95% | 44 | 8 | 73% | 18% |

Fonte: O Autor (2008).

Depois de se estabelecer as matrizes foi verificado que não existiam alternativas dominadas, e em seguida foi realizada a elicitación da importância relativa de cada um dos critérios, por meio do método multicritério SMARTER. Esse procedimento foi realizado em conjunto com o tomador da decisão e para proceder a elicitación foram realizadas pelo analista as seguintes perguntas ao decisor: “Suponha que vocês ainda tenham outra alternativa ou objeto de avaliação e que ele possua o pior resultado em todos os critérios. Você pode melhorar o resultado em um único critério do pior para o melhor valor. Qual deles você escolheria para melhorar o desempenho da alternativa?”

Tabela 5.3 – Matriz das alternativas por critérios direcionada ao material M37

| Fornecedores | Valores dos Atributos ou Dimensões | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|----------------|------------------|---------------------|-------------|-----|-----------|------------------------|--------------------------|
| | Custo | | | Qualidade | | | Entrega | | |
| | Preço Unitário | Custo do Frete | Plano de Redução | Rejeição na empresa | Atendimento | SGQ | Lead Time | Flexibilidade de Prazo | Flexibilidade Quantidade |
| F06.M37 | R\$ 81,75 | R\$ 0,87 | 3,50% | 6,20% | 74% | 57 | 15 | 50% | 80% |
| F07.M37 | R\$ 72,80 | R\$ 2,05 | 1,96% | 11,90% | 86% | 61 | 13 | 71% | 84% |
| F08.M37 | R\$ 105,00 | R\$ 0,89 | 4,13% | 23,56% | 83% | 63 | 18 | 15% | 70% |
| F10.M37 | R\$ 82,90 | R\$ 0,91 | 3,80% | 4,80% | 57% | 59 | 12 | 75% | 35% |
| F11.M37 | R\$ 75,46 | R\$ 0,94 | 4,07% | 9,30% | 80% | 42 | 14 | 73% | 87% |

Fonte: O Autor (2008).

Os questionamentos foram repetidos até que todos os critérios fossem escolhidos. Com base na seqüência das escolhas, informada pelo decisor, o analista e o decisor tomaram conhecimento da importância relativa de cada um dos critérios. Na Tabela 5.4 estão contidas as posições dos atributos por ordem de importância.

Tabela 5.4 – Importância relativa dos critérios

| Atributos | Ordem de Importância |
|-----------------------------|----------------------|
| SGQ | 1º |
| Preço Unitário | 2º |
| Plano de Redução dos Custos | 3º |
| Custo do Frete | 4º |
| Rejeição na Empresa | 5º |
| Atendimento | 6º |
| Lead Time | 7º |
| Flexibilidade de Prazo | 8º |
| Flexibilidade de Quantidade | 9º |

Fonte: O Autor (2008)

De posse das informações contidas na Tabela acima e das matrizes apresentadas na Tabela 5.2 e na Tabela 5.3, realizou-se em seguida os procedimentos de normalização das utilidades unidimensionais de cada um dos critérios, tanto do material M08-Argamassa multiuso quanto do M37-Quadros Elétrico.

No que se refere aos pesos dos critérios, estes foram estabelecidos por meio do método multicritério SMARTER. Este método possui uma etapa que consiste na exploração das ordenações dos critérios e tem como objetivo definir os pesos de cada critério de acordo com as suas importâncias relativas.

Barron & Barrett (1996) desenvolveram uma solução formalmente justificada voltada para o procedimento de elicitação dos valores relacionados aos pesos dos critérios. Este procedimento estabelece os pesos dos critérios de acordo com as suas importâncias relativas. Os resultados obtidos demonstraram a qualidade da metodologia proposta e permitiram o desenvolvimento do método multicritério SMARTER. Essa abordagem é chamada de pesos ROC, a qual já foi descrita no Capítulo 2, seção 2.4.3.5.

Portanto, cabe nesse momento demonstrar a partir da Tabela 5.5 a matriz normalizada e o respectivo cálculo da utilidade multiatributo de cada uma das alternativas correspondentes ao material M08-Argamassa multiuso, utilizando para tal empreitada os pesos ROC.

Tabela 5.5 – Matriz normalizada correspondente ao material M08

| Fornecedores | Valores dos Atributos ou Dimensões | | | | | | | | | | Utilidade Multiatributo |
|--------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---|--|---------------|-------------------------|
| | SGQ $w_1 = 0,3143$ | Preço Unitário $w_2 = 0,2032$ | Plano de Redução $w_3 = 0,1477$ | Custo do Frete $w_4 = 0,1106$ | Rejeição na empresa $w_5 = 0,0828$ | Atendimento $w_6 = 0,0606$ | Lead Time $w_7 = 0,0421$ | Flexibilidade de Prazos $w_8 = 0,0262$ | Flexibilidade Quantidade $w_9 = 0,0123$ | | |
| F01.M08 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 0,667 | 1,000 | 0,939 | 0,000 | 0,7626 | |
| F02.M08 | 0,692 | 0,864 | 0,782 | 0,000 | 0,000 | 0,833 | 0,846 | 0,000 | 0,860 | 0,6056 | |
| F03.M08 | 0,974 | 0,617 | 0,000 | 0,907 | 0,766 | 0,000 | 0,000 | 0,898 | 1,000 | 0,6313 | |
| F04.M08 | 0,000 | 1,000 | 0,982 | 0,560 | 0,930 | 0,929 | 0,615 | 0,816 | 0,920 | 0,6022 | |
| F05.M08 | 0,897 | 0,527 | 0,912 | 0,467 | 0,883 | 1,000 | 0,769 | 1,000 | 0,060 | 0,7685 | |

Fonte: O Autor (2008).

No Quadro a seguir está definido o ranking dos fornecedores que participaram do processo de seleção direcionado ao material M08.

Quadro 5.2 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M08

| Ranking dos Fornecedores | | Utilidade Multiatributo |
|---------------------------------|---------|--------------------------------|
| 1º | F05.M08 | 0,7685 |
| 2º | F01.M08 | 0,7626 |
| 3º | F03.M08 | 0,6313 |
| 4º | F02.M08 | 0,6056 |
| 5º | F04.M08 | 0,6022 |

Fonte: O Autor (2008).

Diante dos dados expressos no Quadro acima pode-se determinar que os fornecedores F05.M08 e F01.M08 estão tecnicamente empatados, pois os valores das utilidades multiatributo dessas duas alternativas possuem uma diferença muito pequena, correspondendo a apenas 0,0059.

Dessa forma, o responsável pela área de compras poderia escolher uma das duas alternativas para o fornecimento da Argamassa multiuso, obtendo com isso, as mesmas vantagens competitivas. Porém, como critério de desempate o decisor poderia levar em consideração, como sugestão, o custo do frete. Se o fornecedor F05.M08 baixasse o valor desse critério para R\$ 1,20 (reduzindo R\$0,30), o *ranking* final com as respectivas utilidades multiatributo ficaria da seguinte maneira:

Quadro 5.3 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M08 (Modificado)

| Ranking dos Fornecedores | | Utilidade Multiatributo |
|---------------------------------|---------|--------------------------------|
| 1º | F05.M08 | 0,8128 |
| 2º | F01.M08 | 0,7626 |
| 3º | F03.M08 | 0,6313 |
| 4º | F02.M08 | 0,6056 |
| 5º | F04.M08 | 0,6022 |

Fonte: O Autor (2008).

Portanto, diante desse resultado a alternativa que o decisor deve de fato escolher é a F05.M08, pois é a que possui a melhor utilidade multiatributo. Uma redução de R\$0,30 no

custo do frete para esta alternativa causaria um impacto de 0,0501 (aproximadamente 5%) na diferença entre o primeiro colocado e o segundo. O decisor pode utilizar essa análise para demonstrar ao fornecedor que uma pequena redução no custo do frete acarretaria um aumento de sua competitividade dentro do processo seletivo ora realizado.

Terminado o processo de seleção direcionado ao material M08 inicia-se o subsequente, o qual está relacionado com material M37-Quadros Elétrico. A matriz normalizada e o respectivo cálculo da utilidade multiatributo de cada uma das alternativas correspondentes a esse material, estão descritas na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Matriz normalizada correspondente ao material M37

| Fornecedores | Valores dos Atributos ou Dimensões | | | | | | | | | Utilidade Multiatributo |
|--------------|------------------------------------|----------------|------------------|----------------|---------------------|----------------|----------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| | SGQ | Preço Unitário | Plano de Redução | Custo do Frete | Rejeição na empresa | Atendimento | Lead Time | Flexibilidade de Prazos | Flexibilidade Quantidades | |
| | $w_1 = 0,3143$ | $w_2 = 0,2032$ | $w_3 = 0,1477$ | $w_4 = 0,1106$ | $w_5 = 0,0828$ | $w_6 = 0,0606$ | $w_7 = 0,0421$ | $w_8 = 0,0262$ | $w_9 = 0,0123$ | |
| F06.M37 | 0,714 | 0,722 | 0,711 | 1,000 | 0,925 | 0,586 | 0,500 | 0,583 | 0,865 | 0,7462 |
| F07.M37 | 0,905 | 1,000 | 0,000 | 0,000 | 0,622 | 1,000 | 0,833 | 0,933 | 0,942 | 0,6709 |
| F08.M37 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 0,983 | 0,000 | 0,897 | 0,000 | 0,000 | 0,673 | 0,6334 |
| F10.M37 | 0,810 | 0,686 | 0,850 | 0,966 | 1,000 | 0,000 | 1,000 | 1,000 | 0,000 | 0,7775 |
| F11.M37 | 0,000 | 0,917 | 0,975 | 0,941 | 0,760 | 0,793 | 0,667 | 0,967 | 1,000 | 0,6112 |

Fonte: O Autor (2008).

No Quadro a seguir está definido o ranking dos fornecedores que participaram do processo de seleção direcionado ao material M37.

Quadro 5.4 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M37

| Ranking dos Fornecedores | | Utilidade Multiatributo |
|--------------------------|---------|-------------------------|
| 1º | F10.M37 | 0,7775 |
| 2º | F06.M37 | 0,7462 |
| 3º | F07.M37 | 0,6709 |
| 4º | F08.M37 | 0,6334 |
| 5º | F11.M37 | 0,6112 |

Fonte: O Autor (2008).

Analisando o Quadro acima pode-se concluir que a alternativa vencedora do processo de seleção para o material M37-Quadros Elétrico, foi a F10.M37. Nesse caso, a diferença entre as alternativas foi acentuada o que favorece à escolha imediata por parte do tomador da decisão.

Com essas aplicações conclui-se a segunda etapa do modelo proposto e as respectivas seleções dos fornecedores encarregados de fornecer os materiais para o canteiro de obras.

5.2.3 Terceira Etapa

Nesse momento cabe a realização de alguns comentários relacionados a terceira etapa do modelo, Figura 5.3, que corresponde a avaliação da performance das alternativas que participaram do processo de seleção e realizaram o fornecimento dos materiais.

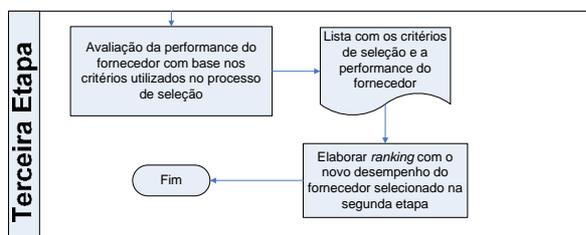


Figura 5.3 – Procedimentos da terceira etapa do modelo

Conforme já mencionado no capítulo 4, essa etapa permite o desenvolvimento de uma avaliação contínua dos fornecedores levando-se em consideração os critérios definidos para a seleção, e também possibilita tanto para a empresa como para o fornecedor uma vantagem competitiva no mercado que estão atuando.

A proposta de avaliação dos fornecedores desenvolvida durante a elaboração do modelo de apoio a decisão não pôde ser aplicada na empresa estudada, pois, primeiro deve-se realizar a seleção para depois avaliar a *performance* do fornecedor durante o fornecimento dos materiais para o canteiro de obras. Porém, a seguir será apresentado apenas um exemplo do uso de tal avaliação, a qual será feita baseando-se no fornecedor selecionado para o material M08, denominado de F05.M08.

Deve-se primeiramente solicitar ao gestor da área de compras que preencha a planilha, conforme ilustrado no Quadro 5.5.

Quadro 5.5 – Medição do desempenho do fornecedor selecionado

| Atributos (k) | Pesos ROC | Desempenho no Processo Seletivo | | Desempenho do Fornecedor Selecionado | | |
|-----------------------------|-----------|---------------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | | | Valor Real | Valor Normalizado | Utilidade Multiatributo |
| SGQ | 0,31433 | Melhor = | 48 | 39 | 0,7692 | 0,2418 |
| | | Pior = | 9 | | | |
| Preço Unitário | 0,20322 | Melhor = | R\$ 7,19 | R\$ 8,00 | 0,7846 | 0,1594 |
| | | Pior = | R\$ 10,95 | | | |
| Plano de Redução dos Custos | 0,14766 | Melhor = | 2,50% | 1,80% | 0,5882 | 0,0869 |
| | | Pior = | 0,80% | | | |
| Custo do Frete | 0,11063 | Melhor = | R\$ 1,10 | R\$ 1,20 | 0,8667 | 0,0959 |
| | | Pior = | R\$ 1,85 | | | |
| Rejeição na Empresa | 0,08285 | Melhor = | 7,60% | 7,85% | 0,9468 | 0,0784 |
| | | Pior = | 12,30% | | | |
| Atendimento | 0,06063 | Melhor = | 95% | 95% | 1,0000 | 0,0606 |
| | | Pior = | 53% | | | |
| Lead Time | 0,04211 | Melhor = | 5 | 9,5 | 0,6538 | 0,0275 |
| | | Pior = | 18 | | | |
| Flexibilidade de Prazo | 0,02623 | Melhor = | 73% | 58% | 0,6939 | 0,0182 |
| | | Pior = | 24% | | | |
| Flexibilidade de Quantidade | 0,01235 | Melhor = | 65% | 23% | 0,1600 | 0,0020 |
| | | Pior = | 15% | | | |
| | | | | | | 0,7707 |

Fonte: O Autor (2008).

Tomando como base o resultado obtido a partir do Quadro acima, o decisor pode optar por não realizar outro processo de seleção. Essa decisão pode ser melhor embasada a partir do Quadro 5.6, no qual está contido o *ranking* com o novo desempenho obtido pelo fornecedor F05.M08 e os relacionados aos demais fornecedores.

Quadro 5.6 – Ranking correspondente aos fornecedores do material M08

| Ranking dos Fornecedores | | Utilidade Multiatributo |
|--------------------------|---------|-------------------------|
| 1º | F05.M08 | 0,7707 |
| 2º | F01.M08 | 0,7626 |
| 3º | F03.M08 | 0,6313 |
| 4º | F02.M08 | 0,6056 |
| 5º | F04.M08 | 0,6022 |

Fonte: O Autor (2008)

Ao final dessa etapa, cabe ao analista e ao decisor, verificarem se mudanças substâncias no desempenho das alternativas não poderiam causar ou influenciar uma alteração na ordem de importância dos critérios, ou até mesmo, uma eliminação de algum critério que possua uma variação de escala pequena entre as alternativas. Caso isso aconteça, os pesos dos critérios devem ser recalculados.

6 CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

Nesse capítulo são apresentadas as conclusões e as propostas para trabalhos futuros obtidas a partir do desenvolvimento do modelo de apoio a decisão para seleção e avaliação de fornecedores na cadeia de suprimentos da construção civil.

6.1 Conclusões

As organizações sabem da necessidade de melhorar o seu relacionamento com os fornecedores e demais parceiros da cadeia de suprimentos. Porém, encontram dificuldades em desenvolver mecanismos eficazes que possibilitem trazer melhorias no desempenho dos fornecedores frente às suas necessidades, seja por falta de tempo ou até mesmo de conhecimento sobre as possíveis técnicas de gestão voltadas para a tomada de decisão.

A proposta do trabalho foi a de desenvolver um modelo de apoio a decisão, direcionado as empresas do setor de construção civil, capaz de tornar mais eficaz o processo de seleção e avaliação de fornecedores, e trazer com isso, uma ruptura na maneira das construtoras se relacionarem com os seus fornecedores e parceiros, pois além de tratar a subjetividade nesse processo de contratação e de escolha, prescreve de maneira explícita as políticas estratégicas sobre as quais o sistema de gestão da empresa demandante se baseia para fazer a seleção e a avaliação dos seus fornecedores.

A elaboração do modelo deixa claro para os fornecedores e as demais partes envolvidas nos processos relacionados a construção de uma edificação, quais são os indicadores de desempenho considerados relevantes para a mensuração e avaliação da performance desses agentes dentro da cadeia de suprimentos imediata.

A proposição do modelo e as pesquisas realizadas também demonstram que construtoras de grande porte ainda realizam suas seleções de fornecedores baseando-se meramente nos critérios preço e qualidade, e mesmo considerando apenas esses atributos ainda assim não existe nenhuma metodologia formalmente constituída que esclareça a existência de avaliações estruturadas nesse processo. Em muitas situações, essas análises são feitas de maneira empírica e desestruturada baseando-se apenas no *feeling* e na experiência do decisor.

Destarte, as pesquisas realizadas durante a elaboração dessa dissertação permitiram assim, estabelecer a natureza do modelo proposto que é considerada multiatributo, e diante de tal premissa foi possível levantar quais seriam os critérios de desempenho mais importantes

para o processo de seleção e avaliação de fornecedores dentro de uma cadeia de suprimentos específica, que para o presente estudo correspondeu a da construção civil. Além da determinação deles foi possível testá-los na prática de uma empresa desse setor da economia, o que demonstrou claramente a adequação deles ao caso analisado.

É importante destacar nesse momento, que o método multiatributo utilizado (SMARTER) mesmo apresentando algumas limitações – assume que as utilidades unidimensionais são lineares e por ser um método compensatório – pôde ser utilizado de maneira satisfatória no problema levantado na pesquisa, e permitiu à construtora reduzir o risco inerente ao processo de tomada de decisão, dentro do contexto estudado, por retirar uma fração substancial da subjetividade e imprevisibilidade associadas ao processo de aquisição dos insumos.

6.2 Propostas para Trabalhos Futuros

As propostas para trabalhos futuros são:

- Testar a viabilidade da aplicação do modelo de seleção e avaliação de fornecedores em outros setores da economia, tais como: Couro e Calçados, Saúde, Têxtil, etc.;
- Mensurar a redução do risco e dos custos ocasionados a partir da implementação desse tipo de modelo de seleção e avaliação de fornecedores;
- Realizar a aplicação numérica do modelo com outros métodos multiatributo;
- Desenvolver um sistema computacional baseando-se na lógica contida no modelo proposto, que seja capaz de se adequar aos sistemas de informações disponíveis nas organizações;
- Utilizar algum método que melhor considera as incertezas relativas aos critérios;
- Possibilitar que alguns processos sejam realizados via internet e/ou intranet;
- Auxiliar no desenvolvimento de procedimentos voltados para a negociação entre os elos empresa-fornecedores dentro da cadeia de suprimentos da construção civil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PRODUCTION INVENTORY CONTROL SOCIETY. Alexandria / Virginia / USA, 2007. Informações capturadas nas publicações que se encontram no site: <http://www.apics.org>, em 05 de setembro de 2007.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial. Tradução Elias Pereira. 5ª edição, Porto Alegre: Bookman, 2006.

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

BATALHA, M. & SILVA, A. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições e correntes metodológicas. In: Gestão Agroindustrial. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2001. v.1.

BOTTANI, E. & RIZZI, A. An adapted multi-criteria approach to suppliers and products selection – An application oriented to lead-time reduction. International Journal of Production Economics (2007), doi: 10.1016/j.ijpe.2007.03.012.

BRANS, J. P. & VINCKE, P.H. A preference ranking organization method, the PROMETHEE method for MCDM. Management Science, 31:647-656. 1985.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. Brasília, 2007. Informações capturadas nas publicações que se encontram no site: <http://www.cbic.org.br/>, em 24 de fevereiro de 2007.

CAMPELLO DE SOUZA, F. M. Decisões racionais em situações de incerteza. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2002.

CARVALHO, M. M., *et al.* Gestão da Qualidade: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHING, H. Y. Gestão de estoques na cadeia de logística integrada: Supply Chain. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

CHOU, S.-Y. & CHANG, Y.-H. A decision support system for supplier selection based on a strategy-aligned fuzzy SMART approach. Expert Systems with Applications (2007), doi: 10.1016/j.eswa.2007.03.001.

CLÍMACO, J. N., ANTUNES, C. H. & ALVES, M. J. G. Programação Linear Multiobjectivo: Do modelo de programação linear clássico à consideração explícita de várias funções objectivo. 1ª edição, Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003.

COSTA, A. P. C. S. Planejamento de sistemas de informação e modelos de decisão multicritério para seleção de alternativas. Recife, 2003. 206p. (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFPE).

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. Illinois/USA, 2007. Informações capturadas nas publicações que se encontram no site: <http://cscmp.org>, em 12 de março de 2007.

EDWARDS, W. & BARRON, F. H. SMARTS and SMARTER: Improved simple methods for multiattribute utility measurement. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 60: 306-325, 1994.

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

FERREIRA, A. B. H. Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa. 3ª. Ed. Revista e Ampliada. Curitiba: Editora Positivo, 2004.

FLEURY, F.; WANKE, P. & FIGUEIREDO, K. F. Logística Empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000.

GARVIN, D. A. Gerenciando a Qualidade: A visão estratégica e competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

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

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S. & ALMEIDA, A.T. de. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. Vol. 1. Rio de Janeiro: Atlas, 2002.

HAGA, H. C. R.; CARDOSO, L. R. A. & ABIKO, A. K. Proposição de um modelo de estruturação dos setores de insumos da cadeia produtiva da construção habitacional: o primeiro passo para a realização de estudos prospectivos. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, IV, Porto Alegre, 2005. Anais. p. 1-10.

JOBIM FILHO, H. Cadeias de Suprimentos da Construção Civil: Uma proposta para avaliação e seleção de fornecedores de materiais e componentes. Rio Grande do Sul, dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação, Santa Maria, UFSM, 2002.

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R. & ELLRAM, L. M. Fundamentals of logistics management. New York: Irwin/McGraw-Hill, 1997.

MARTINS, P. G. & ALT, P. R. C. Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais. 2ª. Ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Brasília, 2004, 15p. Fórum de Competitividade: Diálogo para o Desenvolvimento – texto capturado no site: <http://www.desenvolvimento.gov.br>, em 05 de junho de 2007.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Brasília, 2002. Curso de capacitação de equipe em Estudos Prospectivos de Cadeias Produtivas. Coleta e organização de informação para monitoramento tecnológico de cadeias produtivas - Centro de Informação Tecnológica – Citec. São Paulo, Maio 2002. Texto capturado no site: <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=3&menu=830>, em 09 de agosto de 2007.

MORAIS, D. C. Avaliação multicritério de investimentos associados a sistemas para redução de perdas e desperdícios de água. Recife, 2002. 132p. (Mestrados – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFPE).

MORAIS, D. C. Modelagem multicritério em grupo para planejamento estratégico do controle de perdas no abastecimento de água. Recife, 2006. 148p. (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção/UFPE).

MOREIRA, D.A. Administração da produção e operações. 5ª ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

NG, W. L. An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem. European Journal of Operational Research (2007), doi: 10.1016/j.ejor.2007.01.018.

NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: Estratégia, operação e avaliação. 2ª edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PARETO, V. Manual de economia política. Buenos Aires: Atalaya, 1946.

PIRES, S. R. I. Gestão da cadeia de suprimentos e o modelo do consórcio modular. Revista de Administração, 33 (3): 5-15, 1998.

PIRES, S. R. I. Gestão da Cadeia de Suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos – Supply chain management. São Paulo: Atlas, 2004.

PORTER, M. Competitive advantage: creating and sustaining superior performance. New York: Free Press, 1985.

RICH, F. Porquê o Melhor. As melhores histórias, idéias e invenções dos últimos mil anos. “s.l” e “s.ed.”: 20-21, 1999.

ROY, B. Multicriteria methodology for decision aiding. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SAATY, T.L. The Analytical Hierarchy Process. McGraw-Hill, New York, 1980.

SCHMIDT, A. S.; JOBIM FILHO, H.; JOBIM, M. S. S.; SILVA, V. M. da; GOBUS, L.; SCAPIN, J. & BIEGER, F. Integração das Cadeias Produtivas: sistema de avaliação de fornecedores de materiais e componentes na Indústria da construção civil. Coordenação de Alberto Souza Schmidt. Rio Grande do Sul, (Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Santa Maria, UFSM, 2001.

SLACK, N. Vantagem competitiva em manufatura: atingindo vantagem competitiva nas operações industriais. Tradução Sônia Maria Corrêa. Revisão Técnica: Henrique Luiz Corrêa. 2ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARRISON, A.; JOHNSON, R. & HARLAND, C. Administração da Produção. 1ª ed, São Paulo: Atlas, 1998.

SUPLY CHAIN COUNCIL. Washington / USA, 2007. Informações capturadas nas publicações que se encontram no site: <http://www.supply-chain.org>, em 05 de setembro de 2007.

SZAJUBOK, N. K.; MOTA, C. M. M. & ALMEIDA, A. T. Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil. Pesquisa Operacional, 26 (3): 625-648, Setembro a Dezembro/2006.

SZAJUBOK, N.K.; ALENCAR, L.H. & ALMEIDA, A.T. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. Revista Produção, 16 (2): 303-318, Maio a Agosto/2006.

VINCKE, P. Multicriteria decision-aid. Bruxelles: John Wiley & Sons, 1992.

VRIJHOEF, R. & KOSKELA, L. The four roles of supply chain management in construction. European Journal of Purchasing & Supply Management, 6: 169-178, 2000.

ZADEH, L.A. Fuzzy Sets. Information and Control, 8: 338-353, 1965.

ZADEH, L.A. Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 3 (1): 28-44, janeiro/1973.

ANEXO 1

| Materiais | Código | Materiais | Código |
|---------------------------|---------------|--|---------------|
| Aço CA-50 | M01 | Fundo branco fosco | M19 |
| Aço CA-50 Armafer | M02 | Grade de Madeira de Lei | M20 |
| Aço CA-60 Armafer | M03 | Isopor | M21 |
| Aço CA-60 Tela | M04 | Janela de Madeira | M22 |
| Aço CA-60 Tela da Laje | M05 | Laje treliçada | M23 |
| Arame recozido nº 18 | M06 | Louça 2 | M24 |
| Areia Média | M07 | Madeira de Lei | M25 |
| Argamassa multiuso | M08 | Material Elétrico 2 | M26 |
| Bloco Cerâmico Estrutural | M09 | Material Elétrico 3 | M27 |
| Brita 19 | M10 | Pontaletes de Louro Rosa de 3"x3" | M28 |
| Brita 25 | M11 | Porta de Madeira Compensada 0,60x2,10m | M29 |
| Cabos | M12 | Porta de Madeira compensada 0,80x2,10m | M30 |
| Centro MM | M13 | Porta de Madeira de Lei 0,80x2,10m | M31 |
| Chapa compensada de 12mm | M14 | Prego 2 1/2"x10 | M32 |
| Cimento Portland | M15 | Sarrafo de Pinho de 1"x4" | M33 |
| Esgoto | M16 | Tabua de Louro Rosa de 1"x12" | M34 |
| Estronca de Madeira | M17 | Verniz Acrílico | M35 |
| Fechadura Completa | M18 | | |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)