

ANDRÉ LUIZ DA SILVA TOLEDO

SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMADORES UTILIZANDO O MÉTODO DE ANÁLISE
HIERÁRQUICA

Trabalho de graduação apresentado
ao Conselho de Curso de Graduação
em Engenharia Mecânica da
Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá,
Universidade Estadual Paulista
como parte dos requisitos para
obtenção do diploma de Graduação
em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins

Guaratinguetá
2012

T649s	Toledo, André Luiz da Silva Seleção de fornecedores em uma indústria de transformadores utilizando o método de análise hierárquica / André Luiz da Silva Toledo. - Guaratinguetá: [s.n.], 2012 41 f.: il. Bibliografia: f.39-41 Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012 Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins 1. Logística empresarial I. Título CDU 658.5
-------	---

**SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA
DE FORNECEDORES UTILIZANDO MÉTODO DE
ANÁLISE HIERÁRQUICA**

ANDRÉ LUIZ DA SILVA TOLEDO

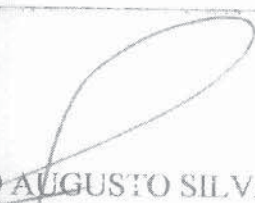
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

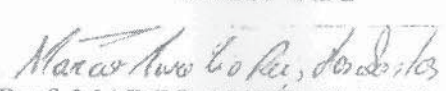
Prof. Dr. Antonio Wagner Forti 

Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Orientador/UNESP-FEG


Prof. BRUNO CHAVES FRANCO
UNESP-FEG


Prof. MARCO AURÉLIO REIS
UNESP-FEG

Dezembro 2012

DADOS CURRICULARES

ANDRÉ LUIZ DA SILVA TOLEDO

NASCIMENTO	12.04.1988 - MOGI DAS CRUZES / SP
FILIAÇÃO	Lilian Cristina da Silva Toledo Carlos Magno de Toledo
2007/2012	Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

dedico este trabalho aos meus pais Carlos e Lilian , que são o meu espelho e exemplos de vida e sempre estiveram presentes em todos os momentos da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais *Lilian e Carlos*, que me deram a oportunidade de realizar meus estudos e minhas irmãs Marina e Gabriela pelo incentivo e apoio.

a minha eterna companheira, *Jacqueline* que sempre me apoiou e me inspirou durante esses anos juntos a ser a pessoa que sou hoje

ao meu orientador *Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins*, que acompanhou este longo caminho durante a realização do trabalho.

a empresa *Siemens Ltda.*, pelos dados utilizados no estudo e principalmente pela colaboração na solução de dúvidas pertinentes.

a república *Cevada & Kana* e a dona *Hercília*, que proporcionaram momentos e ensinamentos que levarei para a vida toda.

“A nossa maior glória não reside no fato de nunca cairmos, mas sim em levantarmo-nos sempre depois de cada queda”.

Confúcio

TOLEDO, André Luiz Da Silva. **SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DE TRANSFORMADORES UTILIZANDO O MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA**. 2012. 41 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

RESUMO

A ótima gestão da cadeia de suprimentos é considerada para as empresas uma nova fronteira a fim de se obter vantagens competitivas de forma eficiente. Por meio da gestão da cadeia de suprimentos, as empresas devem definir suas estratégias competitivas através de posicionamento dentro das cadeias produtivas as quais pertencem, tanto como fornecedoras quanto como clientes. Os principais objetivos da gestão da cadeia de suprimentos são integrar vários fornecedores para atender a demanda do mercado e tornar possíveis as sinergias entre as partes da cadeia produtiva, de maneira a melhor atender o consumidor final. Enquanto isso, a seleção, avaliação e o desenvolvimento de fornecedores desempenham papéis importantes no estabelecimento de uma cadeia de suprimentos eficaz. Desta maneira, a gestão da cadeia de suprimentos abrange a gestão de elementos como, manufatura, montagem, matérias-primas e distribuição ao consumidor final. Devido aos fatores expostos, o foco deste trabalho é apresentar a aplicação do Método de Análise Hierárquica (AHP) como um método adequado e estruturado para seleção de fornecedores de uma linha estratégica de transformadores de baixa tensão de uma indústria de transformadores e compará-lo com o processo de seleção atualmente utilizado por esta indústria, evidenciando as vantagens de se aplicar um método de tomada de decisão com múltiplos critérios. Neste trabalho, a metodologia de pesquisa utilizada foi a modelagem e simulação.

Palavras-Chave: Gestão da Cadeia de Suprimento, Seleção de fornecedores, Método de Análise Hierárquica (AHP).

TOLEDO, André Luiz Da Silva. **SUPPLIER SELECTION IN AN INDUSTRY OF TRANSFORMERS USING ANALYTIC HIERARCHICAL PROCESS TECHNIQUE**. 2012. 41 f. Graduation (Graduation In Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

ABSTRACT

The optimal supply chain management (SCM) is considered by the companies a new frontier in order to gain efficiently competitive advantage. Through the SCM, companies must define their competitive strategies by positioning inside the supply chain which belongs both as suppliers and as consumers. The main objectives of SCM is integrate multiple suppliers to satisfy the market demand and make possible the synergies between the parts of the supply chain in order to better serve the consumer. Meanwhile, selection, evaluation and development of suppliers play important roles in establishing an efficient supply chain. Thus, the SCM covers elements such as manufacturing, assembly, raw materials, and distribution to the final consumer. Due to the factors described, the focus of this paper is to present the Analytic Hierarchical Process (AHP) application as an appropriate and structured method for the supplier selection of a strategic line of low voltage transformers of a transformers industry and compare it with the selection process currently used by this industry, showing the advantages of applying a multiple criteria decision making method. In this study, the research methodology used was modeling and simulation.

KEYWORDS: Supply Chain Management, Supplier Selection, Analytic Hierarchical Process (AHP).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo Geral da cadeia de suprimentos.	15
Figura 2 - Objetivos e aplicações do TCO ao processo de compras.	21
Figura 3 - Estrutura do método AHP.	24
Figura 4 – Estrutura de decisão hierárquica	30
Figura 5 - Árvore de decisão	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz de comparações paritárias.....	31
Tabela 2 – Escala de comparações paritárias elaborada por Saaty	31
Tabela 3 - Prioridade relativa de cada critério.....	31
Tabela 4 - Vetor dos pesos	32
Tabela 5 - Vetor de consistência.....	32
Tabela 6 - Valores de RI para Matrizes Quadradas de ordem n, segundo Saaty	33
Tabela 7 - Preferência das alternativas em relação a cada critério.....	33
Tabela 8 - Matriz de comparação paritária para preço	33
Tabela 9 - Matriz de comparação paritária para qualidade do produto.....	34
Tabela 10 - Matriz de comparação paritária para capacidade técnica.....	34
Tabela 11 - Matriz de comparação paritária para prazo de entrega	34
Tabela 12 - Matriz de comparação paritária para preço	34
Tabela 13 - Matriz de comparação paritária para qualidade do produto.....	35
Tabela 14 - Matriz de comparação paritária para capacidade técnica.....	35
Tabela 15 - Matriz de comparação paritária para prazo de entrega	35
Tabela 16 - Matriz com os valores de prioridades para cada critério.....	35
Tabela 17 - Classificação das alternativas.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Processo de seleção de fornecedores	27
Quadro 2 – Critérios gerais considerados no processo de seleção de fornecedores.....	29
Quadro 3 – Critérios de avaliação	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivo	16
1.2 Método de pesquisa	16
1.3 Estrutura do trabalho	17
2 REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1 Compras	18
2.2 Seleção de fornecedores	21
2.3 O Método de Análise Hierárquica (AHP)	23
3 MODELAGEM E SIMULAÇÃO	26
3.1 Descrição da empresa e contexto	26
3.2 Apresentação do problema	26
3.3 Solução Proposta	27
3.3.1 O método utilizado pela empresa	27
3.3.2 Aplicação do AHP	28
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
4.1 Verificação dos objetivos	37
4.2 Sugestões para continuidade do trabalho	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

Ao enfrentar um ambiente cada vez mais competitivo e mutável, as empresas necessitam constantemente gerenciar seus recursos organizacionais, bem como suas relações industriais, de modo a manter vantagens competitivas. Mais especificamente, as empresas necessitam reorganizar a sua estratégia de gestão da cadeia de suprimentos (SCMS) para se harmonizar com os ambientes externos, integrando os recursos organizacionais, informações e atividades. No entanto, a SCMS pode encontrar diversas dificuldades pelo fato de envolver inúmeras funções organizacionais e recursos de integração entre os vários departamentos. Na prática os contextos de SCMS são incertos, imprevisíveis e difíceis de avaliar precisamente com informações qualitativas. Como consequência, a seleção apropriada de fornecedores é um processo desafiante (MING-LANG, CHIANG, W. LAN, 2008).

A seleção de fornecedores é uma questão importante do SCM. Normalmente, as empresas gastam entre 40% e 60% do valor de venda do produto final, em itens comprados. Além disso, a compra de mercadorias e serviços pode constituir até 70% do custo do produto (LIAO, KAO, 2011). Portanto, a seleção de fornecedores é uma área de grande importância e deve ser considerada uma questão estratégica na gestão eficaz de uma cadeia de suprimentos. Seleção de fornecedores e as suas tarefas relacionadas estão posicionados na extremidade frontal no processo da cadeia de suprimentos, conforme ilustrado na Figura 1.

Durante a década de 90, muitos fabricantes procuraram desenvolver alianças estratégicas com fornecedores, a fim de atualizar sua preferência e competitividade. Embora a coordenação entre um fabricante e seus fornecedores é tipicamente um importante e difícil *link* no canal de distribuição, muitos métodos têm sido adotados para seleção de fornecedores sob percepções bastante simplistas do processo de decisão. No entanto, a seleção e avaliação de fornecedores são processos complicados pela necessidade de considerar diversos critérios para a tomada de decisão (LIAO, KAO, 2011).

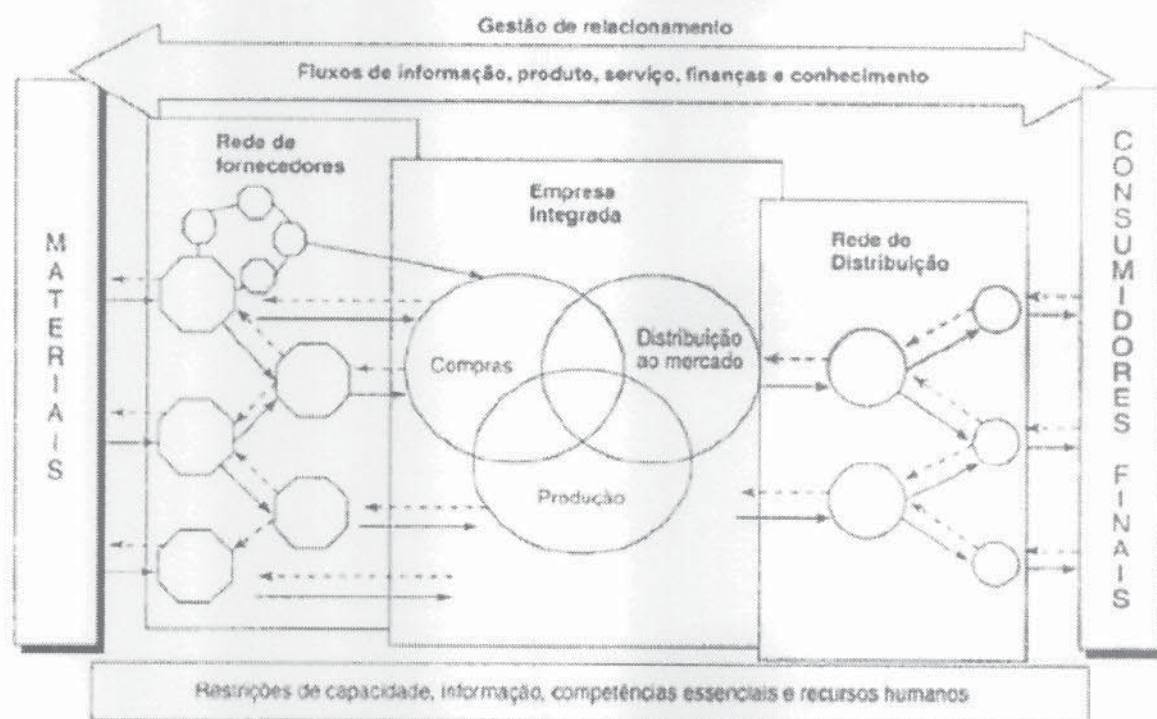


Figura 1 - Modelo Geral da cadeia de suprimentos. Fonte: Bowersox et al., (2006).

A Figura 1 mostra os elementos que compõem a cadeia de suprimentos. Dentre eles, no que concerne à empresa integrada, há três elementos: compras, distribuição ao mercado e produção.

A inclusão de compras como elemento significativo a ser considerado surgiu justamente a partir do conceito de gestão da cadeia de suprimentos. Antes disso, a atividade de compras era considerada uma atividade gerencial burocrática ou de baixo nível, cuja responsabilidade era apenas a de executar e processar pedidos iniciados em algum outro lugar da organização.

O papel da compra era obter o recurso desejado pelo preço de aquisição mais baixo possível de um fornecedor. Mas, o foco moderno na gestão da cadeia de suprimentos, com ênfase no relacionamento entre comprador e vendedor, elevou a compra para uma atividade de nível superior e estratégico.

A função compras é definida como sendo a função da empresa que se envolve com a compra de matérias-primas, serviços, suprimentos e componentes para a organização (BALLOU, 2004). Além disso, para este mesmo autor, atividades como seleção e qualificação de fornecedores, avaliar desempenho dos fornecedores, negociar

contratos, comparar preços, qualidade e níveis de serviço oferecidos pelos fornecedores, especificar as formas de recebimento dos bens, dentre outras, também são de responsabilidade do departamento de compras. Sendo consideradas as funções mais relevantes, a seleção e desenvolvimento de fornecedores, pois atrelado a isso, considerações como preço, prazo de entrega e qualidade corretos, estarão resolvidos.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo apresentar o Método de Análise Hierárquica como ferramenta no processo de seleção de fornecedores e comparar este método de tomada de decisão com o atual processo de seleção de fornecedores utilizado pela indústria de transformadores.

1.2 Método de pesquisa

Segundo Chung (2004), a modelagem e simulação é o processo de criar e experimentar um sistema físico através de um modelo matemático. Um sistema pode ser definido como um conjunto de componentes ou processos que se interagem e que recebem entradas e oferecem resultados para algum propósito.

Para Mitroff et al., (1974), a abordagem operacional desta metodologia de pesquisa consiste de quatro fases: conceitualização, modelagem, solução pelo modelo e implementação.

Na fase de conceitualização, o pesquisador cria o modelo conceitual do problema e do sistema sob estudo, toma decisões sobre as variáveis que necessitam ser incluídas no modelo e sobre o escopo do problema e do modelo a serem estudados, que no caso deste trabalho é o processo de seleção de fornecedores utilizado pela indústria de transformadores.

Na fase de modelagem, o pesquisador realmente constrói o modelo quantitativo, definindo as relações causais entre as variáveis, definindo isto como a decisão de utilizar o AHP como um método de seleção de fornecedores.

Na fase de solução pelo modelo, em geral, a matemática desempenha um papel determinante, ou seja, a aplicação do AHP.

Finalmente, na fase de implementação, os resultados do modelo são implementados e um novo ciclo pode começar.

1.3 Estrutura do trabalho

No Capítulo 2 são abordados os referenciais fundamentais para o entendimento deste trabalho, apresentando conceitos sobre SCM, seleção de fornecedores e o Método de Análise Hierárquica (AHP). No Capítulo 3 e 4 disserta-se sobre a descrição da empresa e contexto, apresentação do problema, solução proposta, resultados alcançados e considerações finais, respectivamente.

Finalizando, seguem as referências bibliográficas e a bibliografia consultada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nos itens deste capítulo, são abordados temas pertinentes para o desenvolvimento deste trabalho, começando com a definição de compras e apresentando algumas evoluções e suas aplicações.

2.1 Compras

Toda organização, seja ela industrial, varejista ou atacadista compra materiais, serviços e suprimentos para apoiar as suas operações segundo Bowersox et al., (2006). Historicamente, as compras eram vistas como uma atividade de funcionários administrativos ou de gerentes de níveis hierárquicos inferiores que tinham como responsabilidade executar e processar pedidos feitos por outros setores de uma organização. Neste caso, o papel do setor de compras era obter de um fornecedor o material ou serviço desejado pelo menor preço de compra possível. Porém, nas últimas décadas essa visão tradicional sobre o departamento de compras mudou significativamente. De acordo com Bowersox et al., (2006) o foco moderno encontra-se nos gastos totais e no desenvolvimento de relacionamentos entre compradores e vendedores. Consequentemente, as compras foram elevadas à categoria de atividade estratégica.

Segundo Baily et al. (2000), compras é vista pela organização como uma atividade de importância estratégica muito grande. O fato de o papel estratégico e de contribuição de compras e suprimentos serem bem reconhecidos em muitos negócios relevantes significa que as decisões estratégicas de compras podem ser tomadas em nível de diretoria. De acordo com esses autores, o papel e a contribuição de compras cresceram com bastante firmeza durante a segunda metade do século XX, sendo que o maior interesse pela atividade vem ocorrendo atualmente.

Para Ballou (2006), o setor de compras ocupa uma posição fundamental nas organizações, pois peças, componentes e suprimentos comprados representam, em geral, de 40 a 60% do valor final das vendas de qualquer produto. Ballou (2006) afirma que ganhos relativamente pequenos na função de compras têm grandes

impactos nos lucros das empresas. O nome dado a isto, é princípio da alavancagem dos lucros. Esse autor argumenta que embora grande parte do custo dos bens comprados não possa ser administrado, muitas vezes procedimentos simples como solicitar cotação de dois fornecedores para cada item comprado, trabalhar em colaboração com fornecedores a fim de controlar os custos, tirando proveito de descontos por vendas de grande volume, ou prestar atenção à origem, rotas e seleção de modais de transporte são fatores desencadeadores de substanciais reduções de custos.

Conforme Bowersox et al., (2006), a evolução do foco nas compras como habilidade organizacional fundamental tem estimulado uma nova perspectiva em relação a seu papel na gestão da cadeia de suprimentos. Assim sendo, o foco deixou de ser na negociação adversária, voltada apenas para a transação e passou a ser em garantir que a empresa esteja posicionada para implementar suas estratégias de produção e *marketing* com apoio da base de fornecedores. Bowersox et al., (2006) ressaltam que um foco considerável é colocado na garantia do fornecimento contínuo, da minimização dos estoques, da melhoria da qualidade, do desenvolvimento de fornecedores e do menor custo total de propriedade, conforme detalhado a seguir:

1. Fornecimento contínuo: a falta de estoque de matérias-primas, peças ou componentes pode interromper ou forçar uma alteração nos planos de produção, resultando em custo inesperado. Além disso, o tempo ocioso devido a interrupções na produção aumenta os custos operacionais e pode resultar em uma incapacidade de fornecer produtos acabados conforme prometido a clientes. Dessa forma, um dos objetivos principais de compras é garantir um fornecimento contínuo de materiais, peças e componentes a fim de manter as operações de fabricação.

2. Minimização do investimento em estoques: no passado, como as empresas não tinham controle sob o potencial de interrupção no fornecimento, elas mantinham grandes estoques de materiais e componentes para evitar paradas inesperadas na produção. Porém, manter estoques é dispendioso. Portanto, uma das metas de compras é manter a continuidade no fornecimento com o mínimo possível de investimento em estoque.

3. Melhoria da qualidade: o setor de compras tem como umas de suas responsabilidades coordenar junto aos seus fornecedores o atendimento da qualidade

exigida e especificada para cada produto, pois a qualidade de bens e serviços acabados depende da qualidade dos materiais e componentes usados. Se forem utilizados componentes ou materiais de baixa qualidade, o produto final provavelmente não corresponderá aos padrões de qualidade exigidos pelo cliente. Dessa forma, tanto a empresa quanto seus fornecedores têm que estar comprometidos com uma iniciativa de melhoria contínua da qualidade.

4. Desenvolvimento de fornecedores: compras bem sucedidas dependem diretamente de localizar ou desenvolver fornecedores, analisar suas habilidades e selecionar e trabalhar com esses fornecedores para atingir a melhoria contínua. Desenvolver bons relacionamentos de fornecimento com empresas que estejam comprometidas com o sucesso da empresa compradora é fundamental no desenvolvimento de fornecedores. É importante que a empresa compradora esteja disposta a desenvolver um relacionamento de confiança com seus fornecedores para que ela se sinta segura em passar para eles informações e recursos para juntos alcançarem resultados melhores. Essa perspectiva sobre compras e desenvolvimento de fornecedores contrasta radicalmente com o tradicional foco apenas no preço, que acabou criando relacionamentos antagonistas entre as empresas e seus fornecedores.

5. Menor custo total de propriedade: a diferença na perspectiva entre a estratégia de compras tradicional e adversária e a mais contemporânea e colaborativa pode ser resumida como um foco no custo total de propriedade ou *total cost ownership* – TCO em contraste com um foco apenas no preço de compra. Os profissionais de compras reconhecem que, embora o preço de compra de um material ou item continue sendo importante, ele é apenas uma parte do custo total da organização. Os custos de serviços e os custos do ciclo de vida também têm que ser considerados. Uma preocupação constante de qualquer comprador é computar os descontos recebidos do fornecedor, seja por meio de negociação pontual ou mesmo por um desconto concedido pelo vendedor sobre sua tabela de preço publicada.

Ellram e Siferd (1998) desenvolveram um modelo em que apresentam os diferentes objetivos da adoção do TCO e as atividades do processo de compras que seriam apoiadas pelas análises de custo total de propriedade. Para cada um dos

objetivos – estratégico, tático e operacional – as autoras listaram as principais aplicações dos modelos de TCO, conforme ilustrado na Figura 2.

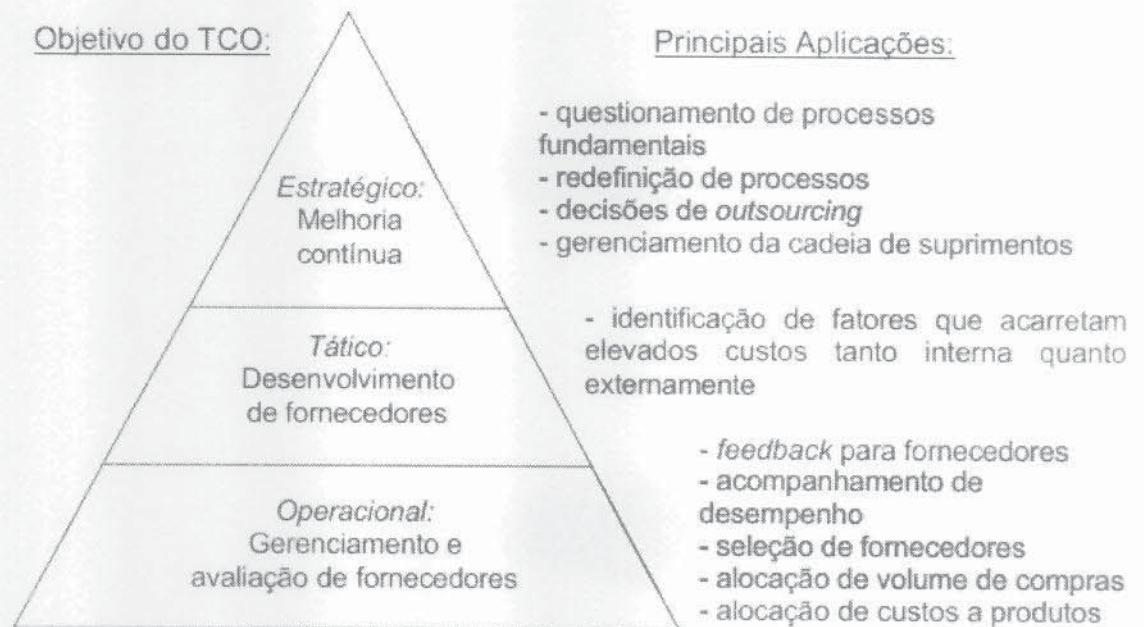


Figura 2 - Objetivos e aplicações do TCO ao processo de compras. Fonte: Ellram e Siferd (1998, p.67).

2.2 Seleção de fornecedores

Segundo Chen (2010), o adequado gerenciamento da cadeia de suprimentos é uma das mais importantes estratégias utilizada pelas empresas hoje em dia. Duas das práticas mais estratégicas dentro do SCM são a seleção e desenvolvimento de fornecedores.

A seleção de fornecedores é uma questão importante. Nos últimos anos, a determinação do melhor fornecedor na cadeia de abastecimento tornou-se um elemento-chave estratégico. Estas decisões geralmente envolvem vários objetivos ou critérios, e muitas vezes, é necessário se comprometer com fatores conflitantes.

Para Adobor e Mc Mullen, (2006), a diversidade de fornecedores pode se tornar uma fonte de vantagem competitiva para as empresas quando integrada na estratégia corporativa global. No entanto, para que tal integração possa ocorrer com sucesso, a

iniciativa deve ter o apoio da alta gerência, apoio cultural e pessoas disponíveis e motivadas para promover esta proposta.

No processo de seleção de fornecedores, são identificadas variáveis para a avaliação do desempenho do fornecedor, considerando, o *lead-time*, flexibilidade, a capacidade de projeto e outros fatores, levando sempre em consideração os critérios competitivos desejados. Nas seguintes etapas de negociação e escolha, as informações obtidas no processo descrito anteriormente são avaliadas para servir como suporte na decisão de escolha de um fornecedor mais adequado e assim prosseguir com as negociações (CHOPRA E MEINDL, 2004).

Seguindo adiante com as próximas etapas, as relações entre as empresas se tornam mais próximas para a obtenção de um ótimo desempenho no processo. Para a evolução do processo, uma parceria entre o comprador e o fornecedor é obrigatória, pois somente deste modo a adaptação de um novo produto ocorrerá. Existem diferentes níveis de integração com o fornecedor, que variam quanto ao grau de responsabilidade no desenvolvimento de projeto (SIMCHI-LEVI et al., 2003). O objetivo da etapa de aquisição, é que o atendimento da solicitação de compra respeite o *lead-time* negociado anteriormente com o fornecedor. Finalmente, a etapa de planejamento e análise tem o objetivo de verificar o desempenho das ações realizadas e planejar futuras aquisições (CHOPRA E MEINDL, 2004).

Durante o processo de seleção de fornecedores a empresa pode optar por utilizar um único fornecedor (*single-sourcing*) ou vários fornecedores (*multi-sourcing*) (SLACK et al., 1999). Utilizando o modelo *single-sourcing* a empresa passa a depender de um único fornecedor, devido ao fato deste fornecedor ser sua única fonte de suprimentos. Já no modelo *multi-sourcing* os riscos são menores, pois os riscos se dividem em várias opções, por outro lado, fica mais difícil o estabelecimento de parcerias com todos (SLACK et al., 1999).

2.3 O Método de Análise Hierárquica (AHP)

No processo de seleção de fornecedores, as tomadas de decisões de maneira geral envolvem vários critérios, e frequentemente é necessário lidar com fatores conflitantes (CHEN, 2010). Deste modo, um Método de Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios - MCDM torna-se uma abordagem útil para resolver este tipo de problema.

O AHP é um MCDM criado por Saaty na década 70 nos Estados Unidos (SAATY, 1980). Um método eficaz para a tomada de decisão, pois além de identificar a melhor opção dentre as alternativas existentes, ele também é um indicador de prioridades, levando em consideração aspectos quantitativos e qualitativos (BESTEIRO et al., 2009).

A vantagem do método AHP é a permissão que o usuário possui de atribuir pesos relativos aos múltiplos critérios, de forma que uma comparação par a par entre os mesmos é realizada simultaneamente. Com isso, duas variáveis que são incomparáveis aos olhos e conhecimentos das pessoas, podem ser classificadas, definindo qual dos critérios é mais importante (SAATY, 1980).

Embora o método AHP auxilie ao tomador de decisão analisar melhor seu problema, ele não elimina a necessidade do apoio de especialistas fornecendo informações para complementar o cenário a ser analisado pelo tomador de decisão (NUNES JR., 2006).

Este método tem sido usado em diversas situações como: previsão de cenários, avaliação ou pesquisa de mercado, análise de decisão sob risco, avaliação de custos, mensuração de desempenho entre outros casos que envolvam decisões atreladas à múltiplos critérios (SHIMIZU, T., 2010).

Um problema AHP começa a ser estruturado a partir da definição de uma meta global. Partindo desta meta, critérios são definidos em uma estrutura de decisão, sendo a meta global a raiz. Quanto mais se afasta da raiz, têm-se critérios de avaliação mais específicos (SHIMIZU, T., 2010), conforme figura 3.

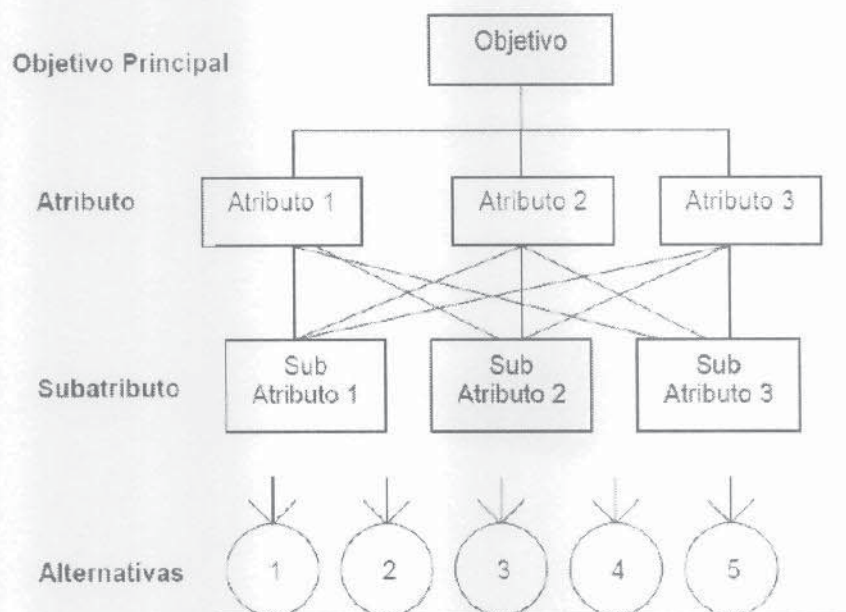


Figura 3 - Estrutura do método AHP. Fonte: Nunes Jr., (2006).

As etapas deste método podem ser resumidamente definidas conforme abaixo:

1. Definir a meta global e os critérios de avaliação.
2. Estruturar a hierarquia a partir da meta global.
3. Construir uma matriz de comparações paritárias, estabelecendo o impacto de cada elemento sobre cada critério em relação ao nível superior conforme a escala de comparações paritárias elaborada por Saaty, Tabela 1 p31. Para cada valor atribuído a uma posição, na posição simétrica se utiliza o recíproco (inverso).
4. Normalizar os valores da matriz de comparações paritárias para alterar os pesos de cada critério, dividindo-se os elementos de cada coluna pela soma da mesma coluna, em seguida somam-se os elementos de cada nova linha resultante e dividi-se cada valor de soma obtido pelo número de elementos na linha, obtendo-se a prioridade relativa de cada critério (SAATY, 1980).
5. Obter a prioridade relativa de cada critério a partir da matriz com os valores normalizados.
6. Avaliar a taxa de consistência (RC) (Equação 1 p.32) das prioridades relativas, que é determinado através da divisão do índice de consistência (CI)

(Equação 2 p.32) pelo índice RI, que é tabelado em função de n (número de critérios), conforme Tabela 2 p31.

O autovalor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$) da Equação 2 (p.32) é um índice que relaciona a prioridade relativa de cada critério com o vetor dos pesos. A taxa consistência (RC) deve ser inferior ou no máximo igual a 10%, caso contrário, a matriz de comparação paritária deve ser reavaliada.

7. Construir as matrizes de comparação paritária que agregam cada critério às alternativas de decisão.
8. Obter a prioridade composta para as alternativas existentes, ou seja, a melhor alternativa dentre as possíveis.

Este método tem se mostrado uma grande ferramenta nos processos de seleção de fornecedores. Segundo Chen, (2010), o AHP pode ser utilizado na criação de uma metodologia estruturada na estratégia de seleção e avaliação de fornecedores. Para Amin et al., (2012), o Método de Análise Hierárquica pode ser aplicado na criação de uma configuração da cadeia de suprimentos direcionada à seleção de fornecedores, mostrando que a aplicação deste método para esta aplicação é válida.

3 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

3.1 Descrição da empresa e contexto

A indústria de transformadores na qual a pesquisa-ação foi realizada, é considerada uma das maiores fabricantes deste tipo de produto no Brasil e no mundo. Os transformadores desta empresa são conhecidos pela eficiência e qualidade em diversos países.

Dentre as linhas de produtos oferecidas por esta indústria, está uma linha de transformadores de baixa tensão. Estes itens são considerados parte de um ramo de negócio no qual a concorrência é grande, pois mesmo sendo considerado um material de baixo custo, possui um grande volume de consumo pelo mercado.

Devido ao baixo custo para sua produção, o processo de fabricação destes itens é terceirizado, ou seja, realizado por outra empresa, no caso um único fornecedor.

3.2 Apresentação do problema

O atual fornecedor da linha de transformadores de baixa tensão se tornou um concorrente direto em outros ramos de negócio que a indústria de transformadores atua.

Os prazos de entrega não estão sendo cumpridos, causando problemas no relacionamento entre a indústria de transformadores e seus clientes.

Um reajuste de 10% não negociáveis em todos os itens da linha foi requisitado, podendo prejudicar a competitividade do produto no mercado.

Além disso, o volume de compras destes itens no último ano girou em torno de R\$ 700.000,00.

Uma ação imediata para a substituição deste fornecedor foi requisitada pela área de negócios responsável por esta linha de produtos.

3.3 Solução Proposta

Nesta etapa, será feita a apresentação do método utilizado pela indústria de transformadores, e em seguida, a apresentação do método proposto, utilizando o AHP.

3.3.1 O método utilizado pela empresa

O processo de seleção de fornecedores utilizado atualmente pela empresa, consiste nas etapas descritas no Quadro 1.

Etapas	Descrição
1	Uma pesquisa de mercado é feita e potenciais fornecedores são identificados. Após isso, uma primeira <i>request for quotation</i> - RQF e uma <i>request for information</i> - RQI com os itens de maior volume são feitas. Para prosseguir, os fornecedores com melhores preços e que atendam tecnicamente o escopo de itens, são convidados a participar da concorrência.
2	Os fornecedores que foram convidados, respondem se possuem interesse em participar. Caso sim, ocorre a solicitação da certificação e documentação necessária, referente ao processo de homologação para fornecimento. Também é realizado o envio da lista completa da linha de transformadores para cotação e formulários para evidenciar a capacidade técnica e capacidade produtiva do fornecedor. Amostras são solicitadas.
3	Montagem de um mapa comparativo de preços com os orçamentos solicitados na etapa anterior. Recebimento das amostras e envio para testes. Ranqueamento dos fornecedores.
4	Visitas aos fornecedores para um processo de auditoria. Negociações finais de custos, prazos de entrega e ações para melhorias do negócio para ambos os lados. Escolha do fornecedor melhor qualificado, lembrando que o conceito de <i>multi-sourcing</i> é sempre uma ótima opção.

Quadro 1 – Processo de seleção de fornecedores

Com a aplicação do processo de seleção de fornecedores mostrado no Quadro 1, os resultados obtidos foram:

Na primeira etapa, dez potenciais fornecedores foram encontrados.

Passaram para a segunda etapa apenas quatro fornecedores: Fornecedor A, Fornecedor B, Fornecedor C e Fornecedor D.

Após a terceira etapa, apenas os fornecedores A e B foram classificados para a quarta e última fase.

Finalizando o processo, o Fornecedor A foi escolhido como o novo fornecedor para a linha de transformadores, mas somente para os itens *make to stock* – MTS. O Fornecedor B também foi selecionado, como um *second source* para os itens *make to order* - MTO, para tornar o negócio mais seguro e sustentável.

3.3.2 Aplicação do AHP

Para iniciar a aplicação, uma meta global deve ser definida. A seleção de um novo fornecedor para a linha de transformadores de baixa tensão é a meta global.

A escolha dos critérios foi feita com base em uma pesquisa feita com oito profissionais da indústria de transformadores. Todos esses colaboradores possuem experiência relacionada ao departamento de SCM e ao ramo de negócio o qual a linha de transformadores está inserida, principalmente os compradores e o gerente geral de compras.

Para a realização da pesquisa, 12 critérios considerados importantes de acordo com Weber et. al. (1991) foram apresentados aos pesquisados, conforme Quadro 2.

Crêterios Gerais
Preço
Qualidade do produto
Equipamento e capacidade
Gerenciamento e organização
Reputação industrial
Flexibilidade
Legalidade no processo
Capacidade técnica
Controle na Produção
Prazo de entrega
Relações comerciais
Saúde financeira
Sistema de comunicação

Quadro 2 – Crêterios gerais considerados no processo de seleção de fornecedores.

Dentre estes cr terios, os participantes da pesquisa entraram em consenso e escolheram quatro cr terios considerados mais importantes para o tipo de produto a ser produzido, conforme Quadro 3. Além disso, uma ordem de preferência dos cr terios foi estabelecida pelos colaboradores da indústria de transformadores, o preço foi definido como critério mais importante, em seguida a capacidade técnica, prazo de entrega e qualidade do produto. Esta definição   muito importante, pois no momento da montagem da matriz de comparações paritárias os pesos são levados em consideração.

Crêterios de Avaliação
Preço
Qualidade do produto
Capacidade Técnica
Prazo de entrega

Quadro 3 – Crêterios de avaliação

Os fornecedores A, B, C e D aprovados na etapa 1 (Quadro 1) do método de seleção utilizado pela indústria de transformadores, são as alternativas nesta aplicação.

Seguindo com o método, é feita a construção da Estrutura de decisão hierárquica, conforme Figura 4, sendo:

1º nível hierárquico: meta global, nesse caso é a escolha de um novo fornecedor para uma linha de transformadores de baixa tensão.

2º nível hierárquico: são considerados os critérios selecionados através da pesquisa com os funcionários da indústria de transformadores envolvidos com o processo de seleção de fornecedores.

3º nível hierárquico: são apresentadas as opções de fornecedores.



Figura 4 – Estrutura de decisão hierárquica

Definindo os critérios de acordo com a Tabela 1, monta-se a matriz de comparações paritárias analisando cada um dos critérios, comparando-os par a par, conforme a Escala de comparações paritárias elaborada por Saaty (Tabela 2).

Tabela 1 - Matriz de comparações paritárias

Critérios	C1	C2	C3	C4
C1 - Preço	1	8	5	4
C2 - Qualidade do produto	0,125	1	0,2	0,333333
C3 - Capacidade técnica	0,2	5	1	2
C4 - Prazo de entrega	0,25	3	0,5	1
Totais	1,575	17	6,7	7,333333

Tabela 2 – Escala de comparações paritárias elaborada por Saaty. Fonte: Toledo, (2011).

Escala numérica	Escala Verbal	Explicação
1	Ambos elementos são de igual importância	Ambos elementos contribuem com a propriedade de igual forma
3	Moderada importância de um elemento sobre o outro	A experiência e a opinião favorecem um elemento sobre o outro
5	Forte importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é fortemente favorecido
7	Importância muito forte de um elemento sobre o outro	Um elemento é muito fortemente favorecido sobre o outro
9	Extrema importância de um elemento sobre o outro	Um elemento é favorecido pelo menos com uma ordem de magnitude de diferença
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre as opiniões adjacentes	Usados como valores de consenso entre as opiniões
Incremento 0,1	Valores intermediários na graduação mais fina de 0-1	Usados para graduações mais finas das opiniões

Em seguida, normalizam-se os valores da matriz de comparação paritária, dividindo-se cada elemento pela soma da coluna a que pertence para obter a prioridade relativa de cada critério, que é a média aritmética dos valores da linha (Tabela 3).

Tabela 3 - Prioridade relativa de cada critério

Critérios	C1	C2	C3	C4	Prioridade Relativa
C1 - Preço	0,634921	0,470588	0,746269	0,545455	0,599308018
C2 - Prazo de entrega	0,079365	0,058824	0,029851	0,045455	0,053373475
C3 - Qualidade do produto	0,126984	0,294118	0,149254	0,272727	0,210770695
C4 - Capacidade técnica	0,15873	0,176471	0,074627	0,136364	0,136547812
Totais	1	1	1	1	1

As prioridades relativas indicam que o critério C1 é o que tem maior peso na decisão.

Seguindo adiante, o próximo passo é avaliar a taxa de consistência (RC). Para isso, primeiramente obtém-se o vetor dos pesos (Tabela 4) somando a multiplicação de cada valor normalizado de cada critério pelo valor de prioridade relativa referente ao mesmo critério, e o vetor consistência (Tabela 5) que é obtido dividindo cada peso pela respectiva prioridade relativa.

Tabela 4 - Vetor dos pesos

Valores da multiplicação				Vetor dos Pesos
0,599308	0,426988	1,053853	0,546191	2,626340541
0,074914	0,053373	0,042154	0,045516	0,215957054
0,119862	0,266867	0,210771	0,273096	0,870595298
0,149827	0,16012	0,105385	0,136548	0,551880589

Tabela 5 - Vetor de consistência

Vetor dos Pesos	Prioridade Relativa	Vetor Consistência
2,626340541	0,599308018	4,382288342
0,215957054	0,053373475	4,046149388
0,870595298	0,210770695	4,130532948
0,551880589	0,136547812	4,041665555

Com os valores do vetor de consistência, determina-se o valor aproximado do autovalor máximo ($\lambda_{\text{máx}}$) da matriz paritária segundo Shimizu, (2010) através da média aritmética dos valores do vetor consistência.

$$\lambda_{\text{máx}} = 4,150159$$

A taxa de consistência (RC) é obtida através da equação 1. O índice CI, é o índice de consistência que é calculado utilizando a equação 2, onde n é o número de critérios considerados, e o índice RI é um valor tabelado em função de n, conforme Tabela 6.

$$CR = CI/RI \quad (1) \text{ (SAATY, 1998)}$$

$$CI = (\lambda_{\text{máx}} - n)/(n-1) \quad (2) \text{ (SAATY, 1998)}$$

Tabela 6 - Valores de RI para Matrizes Quadradas de ordem n, segundo Saaty, (1998)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41

Efetutando-se os cálculos:

$$CI = 0,050053$$

$$CR = 0,055614$$

Um valor de taxa de consistência de 0,10 ou menos é considerado aceitável segundo Saaty. Deste modo, os valores das prioridades relativas estão consistentes e segue-se com o processo.

Como próximo passo, são construídas as matrizes de comparação paritária que julgam cada critério em relação às alternativas de decisão e suas preferências definidas na Tabela 7 da seguinte maneira, 1º maior preferência e 4º menor preferência.

Tabela 7 - Preferência das alternativas em relação a cada critério

	F.A	F.B	F.C	F.D
C1 - Preço	1º	2º	3º	4º
C2 - Qualidade do produto	2º	1º	4º	4º
C3 - Capacidade técnica	2º	1º	3º	4º
C4 - Prazo de entrega	1º	2º	4º	3º

Tabela 8 - Matriz de comparação paritária para preço

C1	F.A	F.B	F.C	F.D
F.A	1	7	8	9
F.B	0,142857	1	8	9
F.C	0,125	0,125	1	5
F.D	0,111111	0,111111	0,2	1
Totais	1,378968	8,236111	17,2	24

Tabela 9 - Matriz de comparação paritária para qualidade do produto

C2	F.A	F.B	F.C	F.D
F.A	1	0,125	7	7
F.B	8	1	9	9
F.C	0,142857	0,111111	1	1
F.D	0,142857	0,111111	1	1
Totais	9,285714	1,347222	18	18

Tabela 10 - Matriz de comparação paritária para capacidade técnica

C3	F.A	F.B	F.C	F.D
F.A	1	0,25	6	7
F.B	4	1	7	8
F.C	0,166667	0,142857	1	5
F.D	0,142857	0,125	1	1
Totais	5,309524	1,517857	15	21

Tabela 11 - Matriz de comparação paritária para prazo de entrega

C4	F.A	F.B	F.C	F.D
F.A	1	6	9	8
F.B	0,166667	1	8	7
F.C	0,111111	0,125	1	5
F.D	0,125	0,142857	0,2	1
Totais	1,402778	7,267857	18,2	21

Fazendo como anteriormente, normalizam-se os valores de cada matriz para obter os vetores de prioridades para cada critério.

Tabela 12 - Matriz de comparação paritária para preço

C1	F.A	F.B	F.C	F.D	Prioridades
F.A	0,72518	0,849916	0,465116	0,375	0,603802955
F.B	0,103597	0,121417	0,465116	0,375	0,266282482
F.C	0,090647	0,015177	0,05814	0,208333	0,093074354
F.D	0,080576	0,013491	0,011628	0,041667	0,03684021
Totais	1	1	1	1	1

Tabela 13 - Matriz de comparação paritária para qualidade do produto

C2	F.A	F.B	F.C	F.D	Prioridades
F.A	0,107692	0,092784	0,388889	0,388889	0,244563398
F.B	0,861538	0,742268	0,5	0,5	0,650951626
F.C	0,015385	0,082474	0,055556	0,055556	0,052242488
F.D	0,015385	0,082474	0,055556	0,055556	0,052242488
Totais	1	1	1	1	1

Tabela 14 - Matriz de comparação paritária para capacidade técnica

C3	F.A	F.B	F.C	F.D	Prioridades
F.A	0,188341	0,164706	0,4	0,333333	0,271595006
F.B	0,753363	0,658824	0,466667	0,380952	0,564951451
F.C	0,03139	0,094118	0,066667	0,238095	0,107567422
F.D	0,026906	0,082353	0,066667	0,047619	0,055886121
Totais	1	1	1	1	1

Tabela 15 - Matriz de comparação paritária para prazo de entrega

C4	F.A	F.B	F.C	F.D	Prioridades
F.A	0,712871	0,825553	0,494505	0,380952	0,603470497
F.B	0,118812	0,137592	0,43956	0,333333	0,257324448
F.C	0,079208	0,017199	0,054945	0,238095	0,097361808
F.D	0,089109	0,019656	0,010989	0,047619	0,041843247
Totais	1	1	1	1	1

Com os valores dos vetores de prioridades, monta-se a tabela 16, que multiplicada pela prioridade relativa (Tabela 3, p.29), chega-se às prioridades compostas que classificam as alternativas de fornecedores (Tabela 17).

Tabela 16 - Matriz com os valores de prioridades para cada critério

	C1	C2	C3	C4
F.A	0,603803	0,244563	0,271595	0,60347
F.B	0,266282	0,650952	0,564951	0,257324
F.C	0,093074	0,052242	0,107567	0,097362
F.D	0,03684	0,052242	0,055886	0,041843

Tabela 17 - Classificação das alternativas

Melhor Fornecedor	
F.A	51,46%
F.B	34,85%
F.C	9,45%
F.D	4,24%

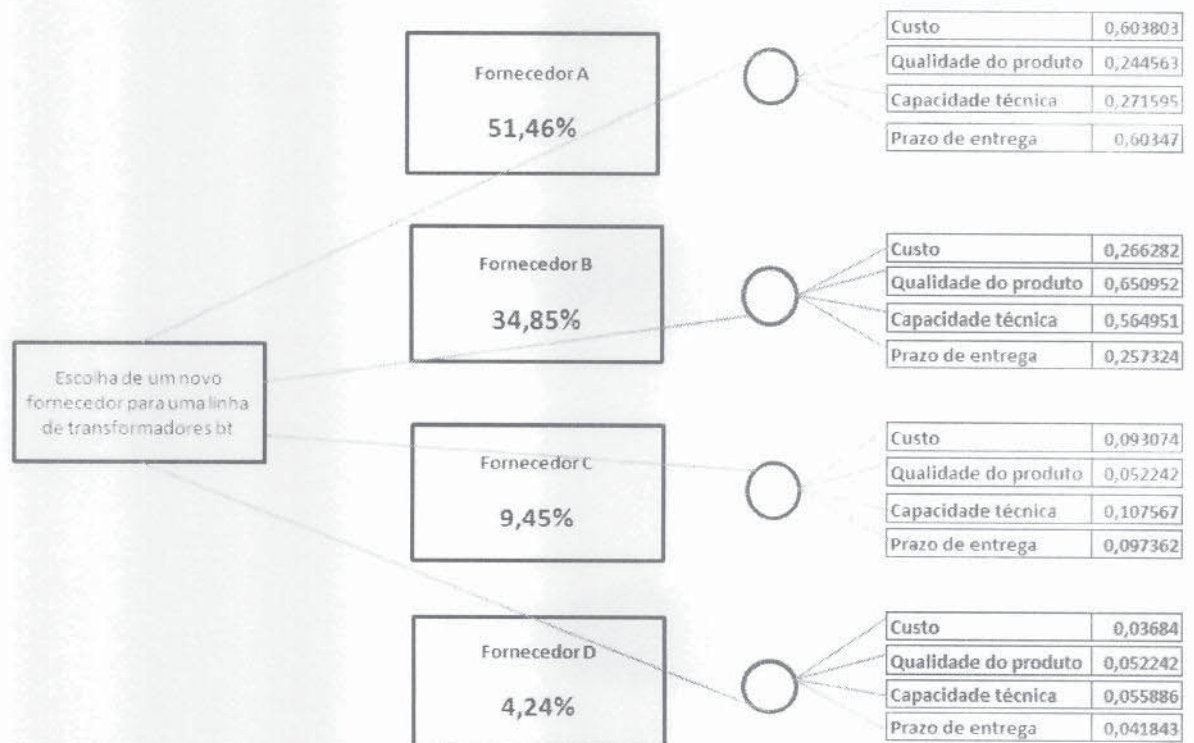


Figura 5 - Árvore de decisão

A árvore de decisão (Figura 5) facilita a visualização dos resultados para cada fornecedor avaliado e também para cada um dos critérios.

Analisando os valores da Tabela 17 e Figura 5, pode-se dizer que o Fornecedor A com 51,46% de prioridade, é a melhor opção para ser o novo fornecedor da linha de transformadores de baixa tensão para a indústria de transformadores, mesmo com uma qualidade do produto e uma capacidade técnica inferior ao Fornecedor B.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método utilizado pela indústria de transformadores é um método considerado tradicional dentro de muitas empresas. As avaliações para a escolha dos melhores colocados são bem profundas. Uma característica não favorável, é que o processo é eliminatório, deixando para trás potenciais fornecedores que com um plano de desenvolvimento, poderiam se tornar parceiros. Além disso, este método não deixa explícitos os pontos nos quais o fornecedor deve trabalhar para melhorar seu desempenho.

O AHP e o método utilizado pela indústria de transformadores indicaram o Fornecedor A como melhor opção dentre as alternativas. Porém, o AHP não é um método eliminatório e avalia todas as opções até o fim do processo, deixando claro quais critérios avaliados cada fornecedor deve melhorar e quanto cada um está atrás de seu concorrente. Essa é uma vantagem muito grande, pois se pode atrelar a isso um processo de desenvolvimento de fornecedores cada vez mais eficiente, gerando fornecedores com mais qualidade e conseqüentemente um produto mais competitivo no mercado.

4.1 Verificação dos objetivos

Com o processo de seleção de fornecedores utilizado pela indústria de transformadores, o Fornecedor A mostrou ser a melhor opção dentre os concorrentes.

Utilizando o Método de Análise Hierárquica, foi possível constatar que o Fornecedor A atingiu 51,46% da preferência, enquanto o Fornecedor B atingiu 34,85%, o Fornecedor C 9,45% e o Fornecedor D 4,24%. Perante este resultado, a opção mais adequada de acordo com os critérios e julgamentos escolhidos também é Fornecedor A.

Ambos os processos chegaram a mesma conclusão, o Fornecedor A é a melhor opção para ser o novo fornecedor. Isso mostra que o resultado utilizando o AHP, realmente expressa o consenso dos envolvidos no processo.

Portanto, pode-se considerar que o objetivo deste trabalho que foi comparar o AHP com o método tradicional utilizado pela indústria de transformadores, demonstrar suas vantagens e que ele pode ser usado como uma ferramenta na tomada de decisão em um processo de seleção de fornecedores, foi atingido.

4.2 Sugestões para continuidade do trabalho

Como foi exposto anteriormente, o AHP mostrou-se eficaz na aplicação para seleção de fornecedores, diferenciando-se do método atualmente utilizado pela indústria de transformadores, pelo fato de também poder ser utilizado no processo de desenvolvimento de fornecedores ao avaliar todas as alternativas até o fim do processo e junto com isso mostrar os pontos críticos de cada um. Devido a isso, o AHP se mostra como uma ferramenta de grande potencial para as grandes organizações, e que além de apoiar uma das estratégias mais importantes no gerenciamento da cadeia de suprimentos, este método pode ser utilizado em outras muitas aplicações.

Para dar sequencia ao trabalho, no AHP, pode ser feita uma análise de sensibilidade, variando os valores atribuídos às matrizes de comparações paritárias utilizando a Tabela 2, avaliando qual seria o resultado caso um critério como a capacidade técnica do fornecedor tivesse mais peso na decisão. Pode ser que o resultado não mude, mas também existe a possibilidade de ser ter uma resposta totalmente diferente da obtida, mostrando que mesmo sendo auxiliado pelo método na tomada de decisão, o usuário não elimina a necessidade do apoio de especialistas fornecendo informações para complementar o cenário a ser analisado.

Outra opção seria utilizar outros métodos MCDM para esta aplicação de seleção de fornecedores, fazendo uma comparação entre os resultados obtidos, reunindo os pontos fortes de cada um, para se chegar a um processo cada vez mais eficiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOBOR, H.; MCMULLEN, R. Supplier diversity and supply chain management: A strategic approach. **Business Horizons**, Hamden, p. 219-229. 10 mar. 2006. Disponível em: <www.sciencedirect.com>. Acesso em: 10 maio 2012.

AMIN, S. H.; ZHANG, G. An integrated model for closed-loop supply chain configuration and supplier selection: Multi-objective approach. **Elsevier**, Windsor, p. 6782-6791. 12 abr. 2012. Disponível em: <www.elsevier.com>. Acesso em: 10 maio 2012.

BALLOU, R.H. **Business Logistics/Supply Chain Management**. 5th Edition, New Jersey: Prentice Hall, 2004.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transporte, administração de materiais e distribuição física**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BAILY, P. **Compras: princípios e administração**. Tradução de Ailton Bonfim Brandão. São Paulo: Atlas, 2000.

BESTEIRO, A. M.; PAIVA, G.; MIUCCIATO, V.; BUENO, J. A **Utilização do método AHP para traçar, como ferramenta para o auxílio a decisão de um candidato, a escolha de um curso de engenharia**. Guaratinguetá: Unesp, 2009. 11 p. Disponível em: <www.aedb.br>. Acesso em: 11 maio 2012.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M, B. C. **Gestão logística de cadeia de suprimentos**. Tradução de Camila Teixeira Nakagawa, Gabriela Teixeira Nakagawwa. São Paulo, Bookman, 2006.

CHEN, Yuh-jen. Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. **Information Sciences**, Kaohsiung, p. 1651-1670. 03 ago. 2010. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/eswa>. Acesso em: 10 maio 2012.

CHOPRA, S., MEINDL, P. **Supply Chain Management: Strategy, planning and operations**. Second Edition. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2004.

CHUNG, C. A. Simulation modeling handbook: a practical approach. Florida: CRC Press, 2004.

ELLRAM, L.M., SIFERD, S.P. Total cost of ownership: A key concept in strategic cost management decisions. **Journal of Business Logistics**, 19, 1; ABI/INFORM Global, p. 55; 1998.

LIAO, Chin-nung; KAO, Hsing-pei. An integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach to supplier selection in supply chain management. **Expert Systems With Applications**, Taipei, p. 10803-10811. 05 ago. 2011. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/eswa>. Acesso em: 10 maio 2012.

MING-LANG, T.; CHIANG, J.; LAN, L. Structured methodology for supplier selection and evaluation in a supply chain. **Computers & Industrial Engineering**, Kaohsiung, p. 330-340. 24 dez. 2008. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/eswa>. Acesso em: 10 maio 2012.

MITROFF, I. I.; BETZ, F.; PONDY, L. R.; SAGASTI, F. On managing science in the system age: two schemas for the study of science as a whole system phenomenon. *Interfaces*, v.4, n.3, p.46-58, 1974.

NUNES JR, L. F. **Tomada de Decisão com Múltiplos Critérios: Pesquisa Ação sobre o Método AHP em Pequenas Empresas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Taubaté, 2006, 128 p.

TOLEDO, A. **O MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA APLICADO À SELEÇÃO DE FORNECEDORES EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**. 2011. 90 f. Monografia (Pós-graduação) - Ufscar, São Carlos, 2011.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Makrom Books, 1980.

SAATY, T.L.; “**Método de Análise Hierárquica**”, Livro, São Paulo, Editora Makron, 1991.

SHIMIZU, T. **Decisão nas Organizações**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSK, P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de suprimentos – Projeto e Gestão: conceitos, estratégias e estudo de casos**. Tradução de Marcelo Klippel. Porto Alegre: Bookman, 2003.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

WEBER, C. L., Current, J. R., & BENTON, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. **European Journal of Operational Research**, 50(1), 2–18.