

TESE DEFENDIDA POR Marcos Hengler
Cruz E APROVADA
PELA COMISSÃO JULGADORA EM 04/07/2011
Mischel Carmen N. Belderrain
ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

Marcos Hengler Cruz

**UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE
APOIO A DECISÃO NA ANÁLISE DE
OUTSOURCING EM UMA EMPRESA
METALÚRGICA**

Campinas, 2011

Marcos Hengler Cruz

**UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE
APOIO A DECISÃO NA ANÁLISE DE
OUTSOURCING EM UMA EMPRESA
METALÚRGICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Automobilística.

Área de concentração: Manufatura

Orientador: Prof^ª. Dra. Mischel Carmen Neyra Belderrain

Campinas
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

C889u Cruz, Marcos Hengler da
Utilização de uma metodologia de apoio a decisão na
análise de outsourcing em uma empresa metalúrgica /
Marcos Hengler da Cruz. --Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Mischel Carmen Neyra Belderrain.
Dissertação de Mestrado (Profissional) -
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Engenharia Mecânica.

1. Terceirização. I. Neyra Belderrain, Mischel
Carmen. II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Título em Inglês: Use of a methodology for decision support in the analysis of
outsourcing in a metallurgical company

Palavras-chave em Inglês: Contracting

Área de concentração: Manufatura

Titulação: Mestre em Engenharia Automobilística

Banca examinadora: Anderson Vicente Borille, Rodrigo Arnaldo Scarpel

Data da defesa: 04/07/2011

Programa de Pós Graduação: Mestre em Engenharia

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISIONAL

**UTILIZAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE
APOIO A DECISÃO NA ANÁLISE DE
OUTSOURCING EM UMA EMPRESA
METALÚRGICA**

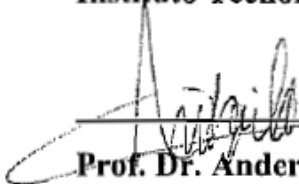
Autor: Marcos Hengler da Cruz

Orientador: Profª. Dra. Mischel Carmen Neyra Belderrain

A Banca Examinadora composta pelos membros abaixo aprovou esta Tese:



**Prof. Dra. Mischel Carmen Neyra Belderrain
Instituto Tecnológico da Aeronáutica**



**Prof. Dr. Anderson Vicente Borille
Instituto Tecnológico da Aeronáutica**



**Prof. Dr. Rodrigo Arnaldo Scarpel
Instituto Tecnológico da Aeronáutica**

Campinas, 04 de Julho de 2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, meu filho e minha futura esposa.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ser terminado sem a ajuda de diversas pessoas às quais presto minha homenagem:

Aos meus pais e meu filho pelo incentivo em todos os momentos da minha vida.

A minha orientadora, que me mostrou os caminhos a serem seguidos.

A todos os professores e colegas do departamento, que ajudaram de forma direta e indireta na conclusão deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo propor uma metodologia para analisar a viabilidade de terceirização de uma linha de montagem de Bombas d'água dentro de uma empresa metalúrgica. A metodologia proposta foi dividida em três etapas: 1. Identificação e Estruturação do problema, onde será utilizada a ferramenta de Mapa Cognitivo; 2. Estruturação do modelo multicritério através do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) com as abordagens de Decisão em Grupo *Aggregating Individual Priorities* (AIP) e *Aggregating Individual Judgements* (AIJ) e; 3. Avaliação das ações potenciais diante dos resultados obtidos.

Palavras-chave: Mapa Cognitivo, Terceirização, Fabricação Interna, *Analytic Hierarchy Process* (AHP), *Aggregating Individual Judgements* (AIJ) and *Aggregating Individual Priorities* (AIP).

ABSTRACT

This study aim to propose a methodology for analyzing the feasibility of outsourcing an assembly line of water pumps. This methodology consist on three stages, 1. Problem Structuring, using cognitive map; 2. Multicriteria Decision Making Model using Analytic Hierarchy Process (AHP) with Group Decision Aggregating Individual Priorities (AIP) e Aggregating Individual Judgements (AIJ) approaches and; 3. Potentials Actions evaluations from the results.

Keywords: *Cognitive Map, Outsourcing, Analytic Hierarchy Process (AHP), Aggregating Individual Judgements (AIJ) and Aggregating Individual Priorities (AIP).*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo cognitivo de articulação e pensamento.....	10
Figura 2: Etapas da construção e Análise do mapa cognitivo.....	11
Figura 3: Pólo presente e pólo oposto psicológico em um conceito.....	15
Figura 4: Pólo presente e pólo oposto lógico em um conceito.....	15
Figura 5: Construção dos conceitos – fim.....	17
Figura 6: Construção dos conceitos – meio.....	18
Figura 7: Conceitos fim conflitantes.....	18
Figura 8: Mapas Cognitivos individuais dos decisores A e B.....	22
Figura 9: Mapa Cognitivo agregados dos decisores A e B.....	22
Figura 10: Construção do mapa cognitivo congregado e o sistema de valores dos decisores.....	23
Figura 11: <i>Clusters</i> no mapa cognitivo.....	24
Figura 12: Fluxograma do processo de decisão do método AHP.....	33
Figura 13: Estrutura Hierárquica.....	35
Figura 14: Fases do processo de apoio a decisão.....	39
Figura 15: Elementos Primários de Avaliação (EPA's).....	43
Figura 16: Construção dos Conceitos a partir dos EPA's.....	44
Figura 17: Identificação dos <i>Clusters</i>	45
Figura 18: Identificação das Linhas de Argumentação.....	46
Figura 19: Identificação dos Ramos.....	47
Figura 20: Estrutura hierárquica do problema.....	52
Figura 21: Matriz sintetizada dos departamentos da empresa á luz dos Critérios, Subcritérios e Alternativas.....	60
Figura 22: Vetores de Prioridade de cada área entrevistada.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégia para Identificar EPA´s.	13
Tabela 2 – Identificação dos Ramos.	25
Tabela 3 – Escala Fundamental de Saaty (1980).	36
Tabela 4 – Seqüência dos Conceitos das linhas de argumentação.	46
Tabela 5 – Validação dos PVFs à luz dos Axiomas.	49
Tabela 6 – Validação dos PVFs à luz dos Axiomas (Cont.).	50
Tabela 7 – Validação dos PVFs à luz dos Axiomas (Cont.).	51
Tabela 8 – Matriz de Comparação dos Critérios á luz do objetivo: Aumento da Competitividade do ponto de vista do departamento de Compras.	53
Tabela 9 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Competência do ponto de vista do departamento de Compras.	53
Tabela 10 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade do ponto de vista do departamento de Compras.	53
Tabela 11 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Validação do ponto de vista do departamento de Compras.	54
Tabela 12 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Entrega do ponto de vista do departamento de Compras.	54
Tabela 13 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Capacidade Produtiva do ponto de vista do departamento de Compras.	54
Tabela 14 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Know-how do ponto de vista do departamento de Compras.	54
Tabela 15 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente do ponto de vista do departamento de Compras.	54
Tabela 16 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Mão de Obra Qualificada do ponto de vista do departamento de Compras.	54
Tabela 17 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais do ponto de vista do departamento de Compras.	55
Tabela 18 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Certificação de Qualidade do ponto de vista do departamento de Compras.	55
Tabela 19 – Matriz de Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo do ponto de vista do departamento de Compras.	55
Tabela 20 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação do ponto de vista do departamento de Compras.	55
Tabela 21 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação do ponto de vista do departamento de Compras.	55
Tabela 22 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Agilidade do ponto de vista do departamento de Compras.	55
Tabela 23 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Prazo do ponto de vista do departamento de Compras.	56
Tabela 24 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Número de Turnos Disponíveis do ponto de vista do departamento de Compras.	56
Tabela 25 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Volume de Produção Atual do ponto de vista do departamento de Compras.	56

Tabela 26 – Vetores de Prioridade dos Critérios á luz do objetivo: Aumento da Competitividade.	57
Tabela 27 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Competência.....	57
Tabela 28 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Qualidade.....	57
Tabela 29 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Validação.....	57
Tabela 30 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Entrega.....	58
Tabela 31 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Capacidade.	58
Tabela 32 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Know-how.....	58
Tabela 33 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente.	58
Tabela 34 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério M.O. Qualificada.....	58
Tabela 35 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais.	58
Tabela 36 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Cert. Qualidade.	58
Tabela 37 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo.	59
Tabela 38 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação. ...	59
Tabela 39 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação.	59
Tabela 40 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Agilidade na Entrega... ..	59
Tabela 41 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Prazo na Entrega.	59
Tabela 42 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Número de Turnos Disponíveis.....	59
Tabela 43 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Volume de Produção Atual.	60

LISTA DE SIGLAS

AMD - Apoio de Multicritério á Decisão

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

AIJ - *Aggregating Individual Judgements*

AIP - *Aggregating Individual Priorities*

SODA - *Strategic Options Development and Analysis*

EPA - Elemento Primário de Avaliação

PVE - Ponto de Vista Elementar

PVF - Ponto de Vista Fundamental

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO	2
1.2 PROBLEMA EM ESTUDO E JUSTIFICATIVA	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	4
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	5
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
3 METODOLOGIA MULTICRITÉRIO.....	7
3.1 DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTRUTURA DETALHADA	7
3.2 MAPA COGNITIVO.....	8
3.2.1 ETAPA 1 – CONSTRUÇÃO DO MAPA COGNITIVO.....	12
3.2.2 ETAPA 2 – ANÁLISE DO MAPA COGNITIVO.....	23
3.3 O MÉTODO AHP	26
3.4 O MÉTODO AHP DE DECISÃO EM GRUPO	29
3.5 A AGREGAÇÃO INDIVIDUAL DE JULGAMENTOS (AIJ).....	30
3.6 A AGREGAÇÃO INDIVIDUAL DE PRIORIDADES (AIP).....	31
3.7 ETAPAS DO AHP.....	32
3.7.1 ETAPA 1 – FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE DECISÃO	33
3.7.2 ETAPA 2 – JULGAMENTOS	35
3.7.3 ETAPA 3 – DESENVOLVIMENTO ALGÉBRICO.....	37
4 MÉTODO PROPOSTO	39
4.1 FASE 1 – IDENTIFICAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DO PROBLEMA	39
4.2 FASE 2 – ESTRUTURAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO.....	40
4.3 FASE 3 – AVALIAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS	40
5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA.....	41
5.1 INTRODUÇÃO	41
5.2 FASE 1 – IDENTIFICAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DO PROBLEMA	42
5.3 FASE 2 – ESTRUTURAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO.....	52
5.4 FASE 3 – AVALIAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS	62
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
7 REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE A	69
APÊNDICE B.....	72
APÊNDICE C	75
APÊNDICE D	78
APÊNDICE E.....	81

1 INTRODUÇÃO

Em um processo de apoio a decisão, os sistemas de valor dos responsáveis pela decisão (decisores) devem ser sempre levados em conta. Partindo-se desse princípio, é extremamente importante entender como os decisores percebem e interpretam o contexto decisional em que estão envolvidos e como eles definem o problema a ser resolvido.

Desta forma os métodos de Apoio de Multicritério a Decisão permitem considerar diferentes aspectos e, portanto, avaliam as ações segundo um conjunto de critérios, considerando as preferências do decisor (ENSSLIN, 2001).

Em um problema de decisão de múltiplos objetivos, as alternativas podem ser finitas ou não, devendo assim classificar em métodos de apoio de multicritério a decisão discreto e contínuo (ENSSLIN, 2001).

Segundo Ensslin, se adotarmos os métodos contínuos, devemos considerar os problemas nos quais as alternativas são implicitamente definidas por um conjunto de restrições e onde o número de alternativas possíveis é infinito. Adotando o método discreto temos um número finito de alternativas, cada uma descrita através de alguns atributos.

Quando se trabalha com modelos formais, seja para apoiar a decisão, ou seja, para tomar a decisão é necessário definir a problemática de decisão ou referência, que podem ser utilizadas para apoiar os decisores. As principais problemáticas são:

- 1) Escolha - Selecionar um grupo limitado de melhores alternativas ou a alternativa principal;
- 2) Ordenação - Ordenar as alternativas a partir da melhor para a pior;
- 3) Classificação - Obter a classificação das alternativas em predefinidos grupos homogêneos e;
- 4) Descrição - Identificar as principais características das alternativas e desempenhar as suas descrições baseadas nestas características.

Sendo assim o problema de decisão desta tese apresentado no Capítulo 5 é uma problemática de Escolha. Apresenta a fase de estruturação do problema utilizando os Mapas Cognitivos e o modelo multicritério considerando um número finito de

alternativas. Sendo utilizado neste caso o Método de Análise Hierárquica AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

O objetivo desta tese é utilizar uma Metodologia de Apoio de Multicritério à Decisão (AMD) para analisar a viabilidade de Terceirização de uma linha de montagem de bombas d'água em uma empresa especializada na fabricação de motores a Diesel.

1.1 MOTIVAÇÃO

A origem desta tese se deu em decorrência da necessidade de aplicar o método de apoio a decisão a um problema comum em empresas metalúrgicas nos dias atuais: a expansão do seu processo produtivo atual, visando o aumento do lucro, além de reduzir seus custos atuais para se tornar mais competitiva em um mercado global.

Outro aspecto motivador deste trabalho consistiu na possibilidade da aplicação de um método de Apoio Multicritério à Decisão a um problema de decisão de uma empresa especializada na fabricação de motores a Diesel, que até então nunca tinha utilizado este método em suas decisões estratégicas.

A partir deste contexto foi utilizada a ferramenta Mapa Cognitivo para estruturar o problema, compreender as fundamentações e ações a serem tomadas.

Os métodos de Apoio de Multicritério à Decisão (AMD) reúnem vários métodos – dentre eles o AHP (*Analytic Hierarchic Process*) – aplicáveis a um problema de decisão real, proporcionando aos decisores uma forma de organização e estruturação das idéias e informações buscando uma solução adequada ao interesse da empresa.

Estes são os elementos motivadores no desenvolvimento deste trabalho, em virtude da inovação em empregar as duas abordagens no mesmo problema numa empresa metalúrgica.

1.2 PROBLEMA EM ESTUDO E JUSTIFICATIVA

Todos os dias, as organizações deparam-se com situações, recorrentes ou inusitadas, que concorrem entre si pela alocação de recursos. Para alguns autores, esse tipo de situação faz parte do conceito inerente de ser organização. Bana e Costa (2007) expõe que “uma organização é qualquer sistema dotado de uma estrutura de funções relacionadas entre si e concorrentes para alcançar objetivos realizando atividades que consomem recursos”.

A busca da melhor maneira de alocar recursos é um problema comum nas organizações. Isso ocorre porque, de uma maneira ou de outra, os recursos são limitados. A dificuldade reside na tentativa de congregiar objetivos conflitantes, geralmente condensados em minimizar custos e maximizar valor, tudo de acordo com um nível de risco entendido como tolerável (ENSSLIN, 2001).

Phillips Bana e Costa (2005) corroboram essa observação e comentam que “em todas as organizações, públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos, os agentes de decisão confrontam-se continuamente com a difícil tarefa de alocar recursos levando em conta e ponderando custos, benefícios e riscos”.

O presente trabalho se baseia em uma empresa multinacional especializada na fabricação de motores a Diesel, fornecedora de motores para a maioria das grandes montadoras de caminhões, ônibus e tratores no Brasil e no mundo. Seu *Core Business* é desenvolver, usar e montar motores a Diesel.

O Departamento de Compras desta empresa é responsável pela compra de todos os componentes destes motores. Um destes componentes é a bomba d'água escolhido para o estudo de caso deste trabalho.

A bomba d'água tem como função principal bombear água para o sistema interno do motor, refrigerando este através da circulação de água.

Atualmente esta empresa possui uma linha de montagem para estas bombas, com 120 m², monta 03 modelos de bombas, 450 bombas/dia em 2 turnos de trabalho, com 06 funcionários, porém existem no mercado empresas dedicadas e especializadas na fabricação das mesmas.

O espaço hoje dedicado a esta linha de montagem poderia ser utilizado para um novo centro de usinagem de cabeçote e bloco de motores a *Diesel*, que por consequência aumentaria a capacidade produtiva da empresa.

Dentro desse contexto torna-se-á necessário propor um modelo para auxiliar na tomada de decisão através da abordagem multicritério, levando em conta critérios quantitativos e qualitativos envolvidos no problema.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é propor um método para estudar a viabilidade de terceirização da linha de montagem de bombas. A finalidade deste estudo é aumentar a competitividade da empresa, para que assim possa expandir sua linha de produção, aumentando desta forma a fabricação de motores a Diesel, seu *Core Business*, que se encontra atualmente limitada em decorrência da falta de espaço fabril.

Desta forma, alguns objetivos específicos devem ser considerados:

- 1) Identificação do contexto decisório;
- 2) Estruturação do problema;
- 3) Estruturação do modelo multicritério;
- 4) Avaliação das ações potenciais;

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Por se tratar de uma decisão que envolve competência, qualidade, validação, entrega e capacidade produtiva, deve-se envolver vários departamentos da empresa onde cada um tem suas prioridades e responsabilidades, e desta forma seus valores para a tomada de decisão. Sendo assim o resultado deste estudo pode acarretar a não satisfação de todos os envolvidos nesta decisão.

Desta forma o Mapa Cognitivo e o método AHP requerem disponibilidade de tempo e conhecimento técnico da equipe decisora. Pode-se levar em consideração que

um exemplo ilustrativo desenhado nesta tese representa uma parcela pequena do problema de decisão, que, certamente, envolve outras questões muito mais delicadas, relevantes e estratégicas para o futuro desta empresa.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 1 apresenta uma breve introdução sobre a motivação, o problema em estudo e sua justificativa, os objetivos gerais e específicos, limitações do trabalho e estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 é dedicado à Fundamentação Teórica.

O Capítulo 3 aborda a Metodologia Multicritério, Desenvolvimento de uma estrutura detalhada, Mapa Cognitivo e Método AHP com abordagens AIP e AIJ.

O Capítulo 4 explica o método proposto para este estudo, separado em 03 fases, Fase 1 – Identificação/Estruturação do Problema, Fase 2 – Estruturação do Modelo Multicritério, Fase 3 – Avaliação das Ações Potenciais.

O Capítulo 5 apresenta a aplicação do Método Proposto, que está dividido em Mapa Cognitivo e Método AHP na primeira fase e os Resultados Obtidos na segunda fase.

Por último, no Capítulo 6 estão as considerações finais extraídas do trabalho e o Capítulo 7 apresenta as Referências Bibliográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Normalmente problemas de decisão são extremamente complicados de serem solucionados. A incerteza inerente a situação, a presença de múltiplos objetivos e as diferentes perspectivas podem levar a diferentes conclusões (CLEMEN e REILLY, 2001).

Na história surgiram vários estudos relativos a tomada de decisão, teorias com o objetivo de suportar aqueles que participam do processo decisório como, por exemplo, Pesquisa Operacional, Métodos probabilísticos, entre outros. Na década de 70 surgiram os métodos de Apoio Multicritério à Decisão (AMD).

A decisão de um problema é considerada multicritério quando esta possui, pelo menos, duas alternativas de decisão e dois critérios conflitantes. A característica deste problema fica a cargo da existência de um conjunto finito de alternativas, critérios de avaliação das alternativas, uma escala de medidas para avaliação, uma matriz de decisão, um método de agregação de preferências e um contexto decisório.

Para avaliar um conjunto de alternativas com relação a um conjunto de critérios utilizamos os métodos de Apoio Multicritério a Decisão AMD (ou *Multi-criteria Decision Making – MCDM ou Multi-criteria Decision Analysis*).

Os métodos multicritério consideram mais de um aspecto e, portanto, avaliam as ações segundo um conjunto de critérios. Dentre os métodos mais utilizados estão: *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Analytic Network Process (ANP)*, o *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)*, a família ELECTRE (*Elimination ET Choix Traduisant La Réalité*), entre outros.

O foco do próximo capítulo é explicar os métodos de Apoio Multicritério a Decisão (AMD), Mapas Cognitivos, o Método AHP. Estes temas serão aplicados no Capítulo 5.

3 METODOLOGIA MULTICRITÉRIO

Em situações complexas, onde se envolvem múltiplos decisores, cada um deles com seu sistema de valores, múltiplos objetivos com conflito de interesses, diferentes níveis de poder e necessidade de negociação entre eles, adota-se o AMD para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, sob a influência de uma multiplicidade de critérios.

Segundo Ensslin *et al* (2001), o apoio a decisão apresenta a base conceitual do processo de apoio a decisão, bem como o paradigma construtivista adotado pela metodologia, salienta as principais características do modelo multicritério, identifica o contexto decisório, os envolvidos e as alternativas a serem avaliadas.

AMD possui algumas características básicas dos problemas abordados, esta metodologia mistura objetivos intangíveis com tangíveis, dão a possibilidade de decompor o problema em partes gerenciáveis e assim realizar julgamentos sobre as mesmas, reunindo decisores para uma apresentação de um quadro global.

O principal objetivo dos métodos AMD é auxiliar os decisores na avaliação e escolha das alternativas do problema em questão, facilitar o processo de decisão de acordo com as preferências do decisor junto as alternativas (ENSSLIN, 2001).

Neste trabalho foi adotado o método AHP (abreviação do Inglês *Analytic Hierarchy Process*), criado pelo professor Thomas L. Saaty (1980) para avaliar o problema de decisão em pauta: Aumento da Competividade. Neste método, o problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos, facilitando assim sua compreensão e avaliação.

3.1 DESENVOLVIMENTO DE UMA ESTRUTURA DETALHADA

Na década de 80, os paradigmas racionalistas, muitas vezes, imperavam na resolução de problemas de tomadas de decisões. Aplicados pela Pesquisa Operacional tradicional, o grande objetivo desses paradigmas é executar a tomada de decisão, agindo de acordo com aquilo que se acredita ser a solução ótima.

De forma semelhante, Keeney (1994) afirma que problemas de decisão, geralmente são encarados de maneira errônea. Em muitas situações, o trabalho feito na etapa de estruturação do modelo multicritério visa a identificação de alternativas, e então, só após isso, se consideram e avaliam-se os objetivos e critérios. A visão chamada de *Value-Focused Thinking* (pensamento focado em valores), defendida por Keeney, defende que é essencial se explorar todas as atividades que devem acontecer antes da resolução do problema de tomada de decisão.

Agindo dessa forma, outros objetivos podem ser detectados, as partes interessadas na tomada de decisão podem ser aproximadas, decisões interconectadas e podem aparecer até oportunidades de decisão em conjunto (para mais detalhes ver KEENEY, 1994). É com o objetivo de reduzir estas possibilidades não desejadas e permitir que a questão abordada seja plenamente entendida, que os paradigmas construtivistas são usados. Em uma visão análoga ao exposto anteriormente, a forma de ação daqueles que adotam a linha construtivista tem a aspiração de apoiar a decisão.

Sendo assim para o desenvolvimento de uma estruturação detalhada do método de Apoio de Muticritério a Decisão (AMD) é necessário utilizar uma estrutura Hierárquica considerando os seguintes elementos: Objetivo, Critérios, Subcritérios e Alternativas. Uma forma de obter estes elementos é utilizando o Mapa Cognitivo, que será apresentado a seguir.

3.2 MAPA COGNITIVO

Historicamente, as decisões estratégicas em instituições, envolvendo objetivos conflitantes e um grau elevado de incertezas, têm sido entendidas como atribuições exclusivas da alta administração, com as mais variadas justificativas. Partindo-se desse pressuposto, é extremamente importante entender como os decisores percebem e interpretam o contexto da decisão em que estão envolvidos e como eles definem seu problema. Entretanto as relações interpessoais e o processo decisório na referidas instituições podem ser complicadas e confusas.

Os problemas administrativos têm como característica a complexidade, a simultaneidade e o conflito de interesses de vários decisores com diferenças de poder e, para um certo momento, podem ser caracterizados, segundo Eden *et al* (1983), como situações onde se deseja que alguma coisa seja diferente de como ela é, mas não se está muito seguro de como obtê-la.

Mostra-se que a abordagem estratégica pode ser utilizada para a formulação e estruturação de problemas complexos, através do uso dos mapas cognitivos.

A cognição é um conceito geral que alcança todas as formas de conhecimento, incluídos a percepção, o raciocínio e o julgamento. Os mapas cognitivos podem ser entendidos como representações gráficas de conjuntos de representações discursivas feitas por um sujeito (o ator) com vistas a um objeto (o problema), em contextos de interações particular segundo (COSSETE e AUDET, 1992).

Essa representação gráfica é o resultado da interpretação mental que o analista (Facilitador) faz a partir da representação discursiva feita pelo sujeito sobre um problema. Nesse processo discursivo-reflexivo-recursivo, representado pelo mapa cognitivo, preconiza-se a neutralidade por parte do facilitador.

Na realidade, problemas não são entes físicos pré-existentes que possam ser objetivamente considerados, podendo ser entendidos como relacionamentos de desarmonia entre a realidade e as preferências de um ator e definidos como situações onde alguém deseja que alguma coisa seja diferente de como ela é, mas não está muito seguro de como obtê-la, segundo (EDEN *et al*, 1983).

O facilitador tem por função interpretar e construir os eventos que compõem o problema a partir do seu sistema de valores e de sua própria visão subjetiva do problema real (BANA E COSTA, 1992). Na realidade, os problemas sempre pertencem às pessoas, sendo construções que os indivíduos fazem sobre os eventos, a partir dos seus esquemas antecipatórios de percepção e exploração das informações.

Os mapas cognitivos não representam um modelo de descrição do pensamento do ator, não devendo ser feita qualquer correspondência direta entre o mapa e o objeto do seu discurso (MONTIBELLER NETTO, 1996). A interação pensamento-articulação, através da qual é construído o mapa cognitivo, é uma operação dinâmica, carregada de subjetividade, descompassada no tempo, recursiva e caracterizada pela reflexão e aprendizado.

representam fatores importantes para o facilitador, que acabam não sendo registradas e consideradas.

O facilitador não deve forçar o entrevistado, diante de qualquer hesitação ou dúvida, a expressar julgamento ou preferência, quando não estiver absolutamente seguro. A aparente confusão nos primeiros mapas cognitivos faz parte do processo. A busca da significação e clareza não deve ser forçada. Deve ser alcançada pela prática. Objetivamente, o mapa cognitivo é uma hierarquia de conceitos relacionados por ligações meio e fim, que representa o sistema de valores do(s) decisor(es) na forma de objetivos estratégicos (os conceitos superiores na hierarquia).

O mapa cognitivo também fornece as alternativas, ou ações para atingir os objetivos estratégicos, através dos conceitos subordinados na hierarquia. Por ser um processo que exige muito esforço mental e que pode tornar-se improdutivo devido ao cansaço, cada entrevista deve durar entre 60 e 90 minutos e ser realizada no ambiente do entrevistado, ou em local neutro. O entrevistado deve, sempre que possível, ficar à esquerda do facilitador (quando destro). Dessa forma, o entrevistado sente-se engajado na construção do mapa e o facilitador o terá como aliado no processo.

O trabalho de Zawadzki et al (2008) apresenta as duas etapas para construção do Mapa Cognitivo, conforme Figura 2.

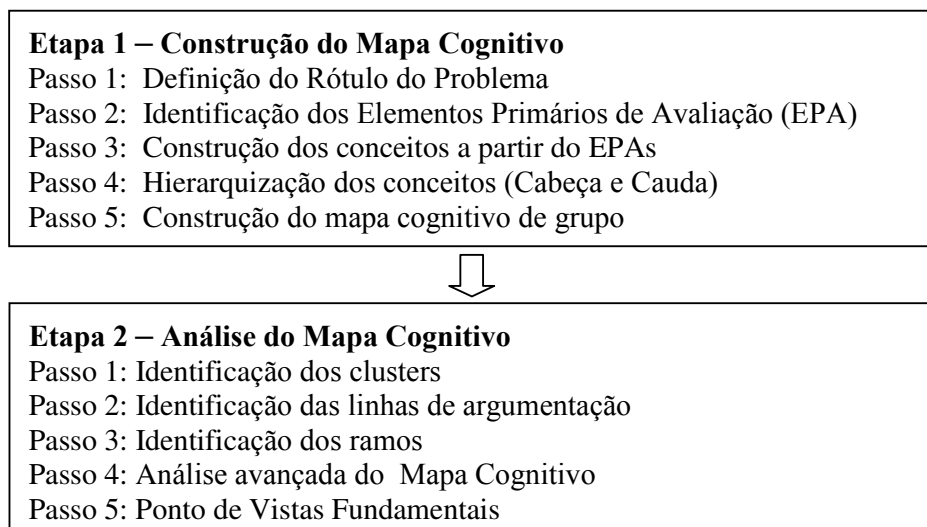


Figura 2: Etapas da construção e Análise do mapa cognitivo.

3.2.1 ETAPA 1 – CONSTRUÇÃO DO MAPA COGNITIVO

Passo 1: Definição de um rótulo para o problema.

Através de uma abordagem empática, não impositiva, o facilitador ouve o(s) decisor(es) para definir um nome, ou rótulo para o problema que receberá o apoio à decisão. O rótulo deve ser estabelecido pelo(s) decisor(es) como resultado de questões consideradas importantes e levantadas pelo(s) mesmo(s).

Passo 2: Definição dos Elementos Primários de Avaliação (EPA)

Através de um esquema de perguntas e respostas, são estabelecidos os elementos primários de avaliação (EPAs), que representam objetivos, metas, valores dos decisores, ações, alternativas, opções, carências, sugestões mencionadas por outros, apreensões.

O procedimento é incentivar os decisores a emitir, espontaneamente, os primeiros EPAs que venham à mente, evitar críticas e comentários sobre idéias manifestadas e registrar o maior número possível dessas manifestações. Essa etapa é fundamental para a construção do mapa cognitivo. Um número reduzido de EPAs pode prejudicar o resultado.

O facilitador deve estar atento à necessidade de manter o foco da discussão, polidamente evitando que os decisores expliquem os EPAs, citando ações detalhadas e, até, o que é comum, seus objetivos estratégicos.

A tabela 1 apresenta a estratégia para identificar os EPA's

Tabela 1 – Estratégia para Identificar EPA's.

Estratégia	Pergunta que deve ser feita
Aspectos Desejáveis	Quais são os processos que você gostaria de levar em conta em seu problema ?
Ações	Quais características distinguem uma ação (potencial ou fictícia) boa de uma ruim ?
Dificuldades	Quais são as maiores dificuldades com relação ao estado atual ?
Consequências	Quais consequências das ações são boas / ruins / inaceitáveis ?
Metas / Restrições / Linhas Gerais	Quais são as metas/ restrições/ e linhas gerais adotadas por você ?
Objetivos Estratégicos	Quais são os objetivos estratégicos neste contexto ?
Perspectivas Diferentes	Quais são para você , segundo a perspectiva de um outro decisor , os aspectos desejáveis / Ações / dificuldades/ etc ?

Passo 3: Construção dos conceitos a partir do EPAs.

Segundo Eden (1988), o ser humano aprende o sentido do mundo através de contrastes e similaridades e organiza conceitos relativos hierarquizados através de *constructos* subordinados e superiores.

Cada *constructo* pode ser considerado como a percepção pessoal da interpretação de um evento, na forma simples de conceito. O sistema de *constructos* pode ser definido como uma hierarquia ou organização total dos *constructos* individuais. O conceito só tem sentido quando afirmado pelo seu contraste, o pólo oposto psicológico, implícita ou explicitamente (EDEN, 1998).

A partir da Teoria dos *Constructos* Pessoais (KELLY, 1975), a exploração desenvolvida por Eden (1988) apresenta o postulado fundamental, segundo o qual uma pessoa testa continuamente o senso que ela faz do mundo, usando tal senso para antecipar o futuro. Para aprender o sentido, ou seja, fazer uma interpretação do mundo, o indivíduo se vale da detecção de temas repetitivos, com sua construção sendo feita

através de um Sistema de Constructos, cada constructo sendo formado por um pólo de afirmação e outro pólo de negação.

Uma descrição detalhada da técnica de obtenção dos constructos pessoais pode ser encontrada em Eden *et al* (1983).

Na abordagem cognitiva para a estruturação de problemas complexos e estabelecimento de estratégias de ação, utiliza-se eficientemente o modelo bipolar para a construção dos mapas cognitivos. O modelo bipolar usa não apenas os conceitos, mas também um sistema de ligações entre os mesmos.

O texto de cada conceito deve ter uma perspectiva orientada à ação, na forma imperativa. O sentido de cada conceito está baseado, em parte, na ação que ele sugere. Cada conceito deve ser expresso por um texto abreviado (dez a doze palavras). A descrição de cada conceito inicia pela definição do pólo presente e só terá sentido à luz do seu oposto psicológico (pólo contraste).

Então, o sentido dos conceitos é obtido através do contraste entre os dois pólos. É comum o decisor ter dificuldade em fornecer o oposto psicológico de um pólo presente. Nessas situações, o facilitador não deve assumir e registrar os contrastes (pela lógica), porque isso pode levar a conceitos diferentes daqueles que estão sendo pensados pelo(s) decisor(es), que poderá ser induzido a expressar o que gostaria de fazer, com a perda de importantes e diferentes interpretações do decisor sobre o problema. A melhor estratégia é prosseguir na construção do mapa retornando, quando o pólo oposto apareça mais naturalmente ao decisor.

O pólo contraste, o oposto psicológico, também pode ser entendido como a alternativa que o decisor considera aceitável, quando não há a possibilidade de obter de imediato a ação manifestada no primeiro pólo. Não há uma regra fixa para a definição, ou codificação, do primeiro pólo.

Uma sistemática que pode ser recomendada é o facilitador adotar como primeiro pólo a primeira descrição pronunciada pelo decisor, resultante da primeira percepção que lhe vem à mente, seja positiva ou negativa.

A construção do mapa cognitivo, com os pólos presentes obtidos dessa maneira, pode fornecer uma indicação da personalidade, atitudes e posições gerais do decisor, bem como de aspectos culturais da organização à qual o mesmo pertence (EDEN *et al*, 1983).

Para exemplificar, admita que, na avaliação do desempenho de uma instituição, visando ao estabelecimento de estratégias de ação, um dos elementos primários de avaliação adotados tenha sido produção. Se o primeiro pólo expresso pelo decisor fosse aumentar o volume mensal de produção, ter-se-ia o conceito a partir da junção entre esse pólo e seu pólo contraste, ou oposto psicológico, conforme a figura 3:

Aumentar o volume mensal de produção Manter o volume mensal atual de produção
--

Figura 3: Pólo presente e pólo oposto psicológico em um conceito.

Onde os três pontos . . . significam "ao invés de".

Considerando o oposto lógico, o conceito teria a forma apresentada na figura 4:

Aumentar o volume mensal de produção ...diminuir o volume mensal de produção

Figura 4: Pólo presente e pólo oposto lógico em um conceito.

Na construção dos conceitos, o facilitador pode seguir as seguintes diretrizes, segundo Eden e Ackermann (1998):

- a) Cada conceito deve ser claro e conciso, expresso por apenas uma frase e, sempre que possível e quando inequívoco, orientado para apenas uma ação .
- b) Não dividir conceitos que tragam, através de uma idéia, a possibilidade de duas ou mais ações decorrentes, desde que as expressões manifestadas pelo decisor sejam indissociáveis. Por exemplo, o pólo presente: aumentar e qualificar a produção científica.
- c) Utilizar a linguagem do decisor, não parafraseando, aproveitando ao máximo as palavras e expressões usadas, de tal forma que o decisor tenha a sensação de posse sobre os conceitos e os reconheça facilmente no mapa.
- d) Na construção dos conceitos, buscar identificar, nas manifestações do decisor, os valores, as opções, os meios e os fins. Aproveitar pausas (insegurança) do decisor para, através da interlocução, melhor esclarecer e confirmar percepções, buscando, principalmente, a identificação dos meios.

- e) Quando o facilitador não conseguir registrar as percepções, devido à rapidez com que o decisor as expressa, a técnica é a interrupção, mas sem a perda da linha do raciocínio. Uma boa maneira é rever o que está no mapa. Esse procedimento normalmente reforça, esclarece e enriquece os conceitos e suas ligações.
- f) Identificar, registrando na parte superior do mapa cognitivo, os conceitos que representam objetivos estratégicos e/ou as metas mais importantes para o decisor, que possam representar ações estratégicas. Em primeiro momento, esses conceitos frequentemente causam desânimo, porque indicam metas distantes, difíceis de serem alcançadas.
- g) Identificar os conceitos carregados, aqueles muito explicados e justificados através das ligações com outros conceitos e aqueles expressados emocionalmente pelos decisores.
- h) Evitar palavras como pode, precisa, deve, na construção dos conceitos. Por exemplo, ao invés de “precisamos aumentar a competitividade”, utilizar apenas “aumentar a competitividade”.
- i) A validação das informações contidas no mapa cognitivo, bem como seu eventual prosseguimento, devem ser realizados em um curto período de tempo (no máximo 24 horas, quando possível).

Passo 4: Hierarquização dos conceitos (Cabeça e cauda)

A estrutura dos mapas cognitivos é formada por conceitos-meio e conceitos-fim, relacionados por ligações de influência. As ligações entre os conceitos, que possibilitam a definição da hierarquia, são feitas através de relações de causalidade, par-a-par, simbolizadas por setas.

O símbolo $\xrightarrow{+}$ indica que o primeiro pólo de um conceito leva ao primeiro pólo de outro conceito. O símbolo $\xrightarrow{-}$ indica que o primeiro pólo de um conceito leva ao pólo contraste de outro conceito.

Identificação dos conceitos fim

Os conceitos fim, registrados no mapa cognitivo, são identificados pelo facilitador através da pergunta: "Por que esse conceito é importante?"

O decisor responde que o referido conceito é importante para que se possa atingir um determinado fim. Na seqüência, o decisor é questionado sobre o oposto psicológico do conceito fim, o pólo psicológico.

O processo segue nessa sistemática até que o decisor responda que o conceito é importante por que é importante. Chega-se, assim, ao nível hierárquico mais elevado no mapa cognitivo, o objetivo estratégico, as metas maiores. Um determinado conceito pode gerar dois ou mais conceitos fim. Nesses casos, é importante evitar a redundância. A Figura 5 descreve a sistemática.

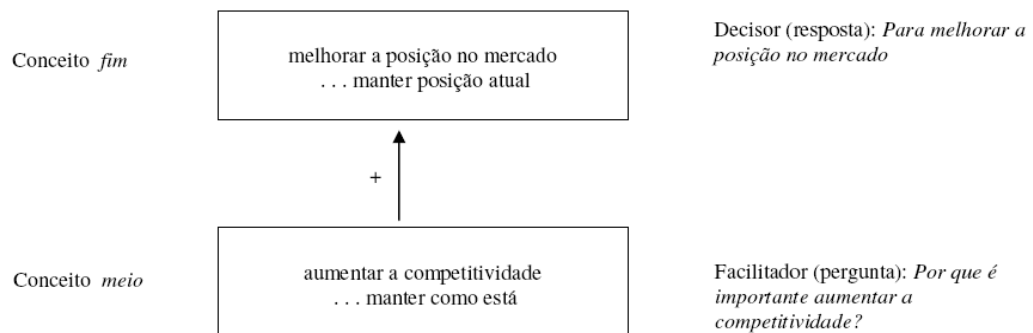


Figura 5: Construção dos conceitos – fim

A partir de um determinado conceito, pode obter-se o conceito meio. Os conceitos meio são registrados pelo facilitador no mapa cognitivo através da pergunta: "Quais as razões que explicam esse conceito?".

O decisor responde que o referido conceito pode ser atingido através de um, ou mais, determinados meios. Na seqüência, o decisor é questionado sobre o pólo contraste, o oposto psicológico dos conceitos meio.

Essa sistemática indica as possíveis alternativas, ou ações, no processo decisório e segue até que o decisor não consiga encontrar a justificativa do conceito questionado. Figura 6 esclarece o processo.

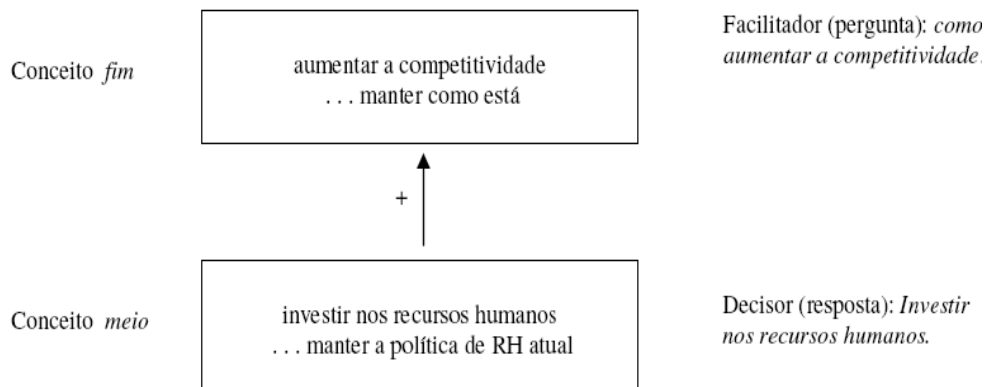


Figura 6: Construção dos conceitos – meio

Um determinado conceito pode gerar dois, ou mais conceitos fim conflitantes ou ser explicado por dois, ou mais conceitos meio, também conflitantes. Nos dois casos, o primeiro pólo do conceito está ligado aos pólos contraste dos conceitos fim, ou meio.

Essas situações ocorrem freqüentemente nos contextos decisórios complexos ou conceitos fim conflitantes conforme figura 7. Nesses casos, a solução do problema pode ser alcançada através da Análise Multicritério. (ENSSLIN *et al*, 1998 e JARDIM, 1999).

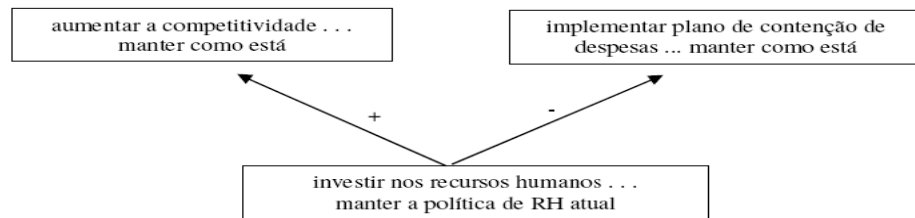


Figura 7: Conceitos fim conflitantes

Construção do mapa cognitivo de grupo

O uso do mapa cognitivo como instrumento de apoio à decisão ganha valor quando o contexto decisório envolve problemas complexos e vários decisores. Nessas situações, o facilitador deve conduzir o processo de negociação de uma forma mais cautelosa e atenta, para evitar que se perca o rumo, fornecendo ações e recomendações sobre um problema que não pertence aos decisores.

Os decisores compartilham o poder na organização, mas têm interesses e valores conflitantes, por representarem diversos grupos de interesse. A construção do mapa cognitivo do grupo de decisores é muito mais complexa do que a de um mapa cognitivo individual.

No grupo há diferença de personalidades, estilos de interação, poder, valores e de preocupações sobre a política interna da organização (ENSSLIN et al., 1998). Na construção do mapa cognitivo de um grupo existe uma grande quantidade de conceitos conflitantes, mas também uma grande quantidade de conceitos similares, que podem ser agregados. Apesar de os decisores perceberem e interpretarem o mesmo contexto decisional de forma diferente, para realizar alguma coisa tem de levar em conta como os outros decisores percebem e interpretam tal contexto. Há, na realidade, uma interdependência entre os decisores no que concerne às ações.

O resultado da forma como um grupo de decisores entende um problema é representado pelo mapa cognitivo congregado. Nessa fase, o papel do facilitador é estimular os decisores a pensar em pontos que, de outra forma, não seriam pensados, facilitar o pensamento lateral (BONO de, 1995) e a criatividade, fazer com que os decisores ouçam pontos que não são usualmente ouvidos (e levados a sério), conduzi-los à percepção de tais pontos e permitir aos decisores dizerem coisas que, de outra forma, eles teriam pensado, mas não diriam (MONTIBELLER Netto, 1996).

Há duas formas de construção de um mapa cognitivo congregado:

- a) Iniciar diretamente com o grupo;
- b) Iniciar com os mapas cognitivos individuais.

A primeira forma toma menos tempo, com menor custo e é mais empolgante.

Na presença de um facilitador experiente e habilidoso, é mais rápido o processo de captar os conceitos mais representativos sobre cada percepção, obter a reflexividade na construção dos conceitos, a recursividade no entendimento do mapa e na aprendizagem, além de confirmar os conceitos.

Por outro lado, há um risco maior de ocorrência do pensamento de grupo. (ENSSLIN *et al*, 1998) e de coesão demasiada na construção dos conceitos, o que leva a uma grande perda do potencial do mapa como ferramenta de apoio à decisão.

Devido à diferença de poder dos decisores, alguns, por constrangimento, deixarão de expressar ou defender algumas percepções (que manifestariam anonimamente).

O pensamento de grupo pode ser caracterizado como o modo de pensar dos decisores envolvidos em um grupo coeso, quando a busca da unanimidade inibe a capacidade de percepção mental e de julgamento e a espontaneidade, devido à pressão psicológica do grupo.

Os sintomas do pensamento de grupo são (NECK E MANZ, 1994):

- c) pressão social direta do grupo contra um membro que argumente contrariamente aos valores e às crenças compartilhadas pelo grupo;
- d) auto-censura dos membros cujos pensamentos ou preocupações desviam-se do consenso do grupo;
- e) ilusão de invulnerabilidade à falha, no grupo;
- f) ilusão compartilhada de unanimidade;
- g) auto-criação de mentes vigiadas, que desconsideram informações oriundas de fora do grupo;
- h) esforços coletivos para a racionalização;
- i) visões estereotipadas dos líderes inimigos de outras organizações, ou de segmentos da organização, como fracos ou incompetentes;
- j) crença, inquestionável, sobre a moralidade inerente ao grupo.

Esses sintomas levam a uma perda da efetividade no processo grupal.

Há uma perda da capacidade cognitiva dos membros, face à busca de complacência e concordância total. O processo acaba dominado pelas lideranças. O grupo perde a criatividade e a capacidade de inovação.

A perda da qualidade do mapa cognitivo se dá na forma do levantamento incompleto dos objetivos, metas, valores, alternativas e ações, na impossibilidade de avaliar os riscos de uma determinada escolha e de reconsiderar alternativas e ações inicialmente descartadas.

A segunda e melhor forma, através dos mapas cognitivos individuais por meio de entrevista particular com cada membro, começando com os mais influentes, traz maior gasto de tempo e maior custo, mas a vantagem de aumentar as chances de

ocorrência do pensamento de equipe (NECK E MANZ, 1994), que apresenta os seguintes sintomas:

- encorajamento de visões divergentes;
- abertura para a expressão de inquietações e idéias;
- preocupação sobre inquietações e ameaças;
- conhecimento da singularidade dos membros;
- discussão de dúvidas coletivas.

Esses padrões, ou oposições construtivas, conduzem a um ganho de efetividade do processo grupal e conseqüente aumento da qualidade do mapa cognitivo.

A construção do mapa cognitivo congregado de um grupo pode ser realizado conforme segue:

Agregação dos mapas cognitivos individuais

É função exclusiva do facilitador obter, por meio da comparação dos mapas cognitivos individuais:

- União de conceitos: conceitos similares que transmitam idéias semelhantes são unificados por aquele de sentido mais amplo, ou mais rico, segundo Eden (1989).
- Relação entre conceitos: conceitos que claramente se relacionam devem ser conectados por ligações de influência.

O processo está exemplificado, a seguir, através da Figura 8 (mapas cognitivos individuais) e Figura 9 (mapa cognitivo agregado).

Considerando os decisores A e B, admita-se que os pares de conceitos A6 e B7 e B3 e A4 sejam similares, sendo mais amplos, respectivamente, os conceitos A6 e B3. (Os sinais + e – foram omitidos para maior clareza).

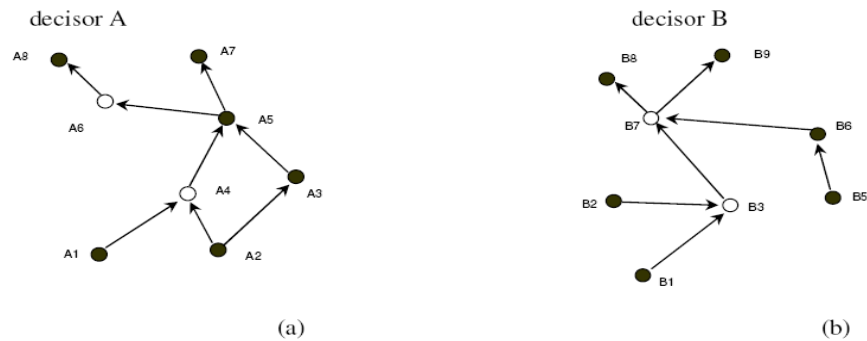


Figura 8: Mapas Cognitivos individuais dos decisores A e B

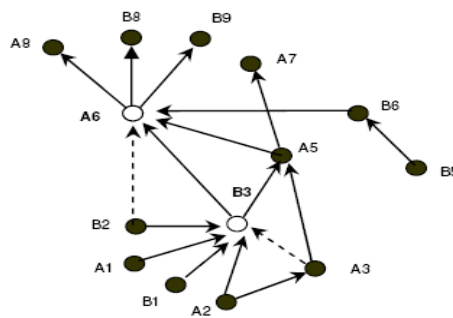


Figura 9: Mapa Cognitivo agregados dos decisores A e B

Construção do mapa cognitivo congregado.

Essa representação, que é o mapa cognitivo do grupo, é obtida através da negociação entre o facilitador e os decisores. Inicialmente, o mapa cognitivo agregado, construído a partir dos mapas cognitivos individuais, considerados todos os decisores, é apresentado ao grupo, tendo o facilitador o cuidado de identificar a contribuição de cada participante. Esse procedimento fornece a sensação de posse do modelo a cada um dos decisores. (EDEN, 1989). A negociação incluirá novos conceitos, os enxertos (BOUGON, 1992) e ligações de influência entre esses e os existentes e entre os conceitos enxertados. Nesses termos, a negociação também reduz o tolhimento à criatividade encontrado no *brainstorming* realizado em grupo (CAMACHO e PAULUS, 1995).

Em uma série de encontros, os decisores negociarão sobre o mapa agregado, processo que resultará no mapa cognitivo agregado que conterá, essencialmente os valores do grupo.

A Figura 10 apresenta, esquematicamente, a relação dos sistemas de valores dos decisores com a construção do mapa. Os valores comuns que aparecem inicialmente no mapa agregado servem de base para que o facilitador realize as uniões de conceitos e indique as ligações de influência entre os mesmos.

A cada encontro sucessivo, os valores comuns são melhores desenvolvidos através do processo de negociação, argumentação e de interação entre os membros do grupo, considerada a influência dos eventos externos.

A dinâmica descrita conduz, ao final, a um sistema de valores enriquecido, que representa a estrutura cognitiva do grupo, na forma do mapa cognitivo congregado.

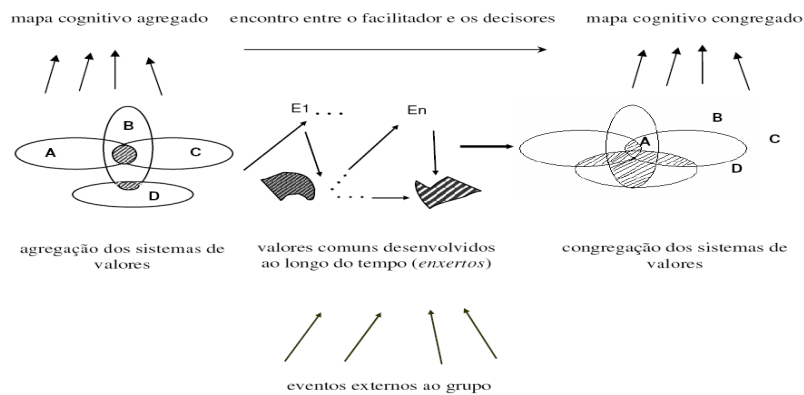


Figura 10: Construção do mapa cognitivo congregado e o sistema de valores dos decisores

É importante ressaltar que, em contextos decisórios complexos, através da análise do mapa cognitivo congregado, podem ser identificadas as áreas de interesse, ou estratégias, e as linhas de argumentação dessas áreas de interesse, ou táticas, contextualizadas na árvore de objetivos.

A análise e negociação desses elementos podem levar ao estabelecimento dos objetivos estratégicos, das metas mais importantes, dos meios para alcançá-los, as alternativas e ações dos critérios de avaliação desses meios.

3.2.2 ETAPA 2 – ANÁLISE DO MAPA COGNITIVO

Podem-se identificar agrupamentos formados como consequência das afinidades entre os conceitos do mapa, descartando, por hora, o seu conteúdo e a observação da hierarquia de conceitos.

Passo 1: Identificação dos *clusters*

Os *clusters*, como são chamados tais agrupamentos podem ser identificados visualmente sobre os mapas, mas também podem ser detectados pela análise do conteúdo do mesmo. Utiliza-se a separação dos conceitos em *clusters* para reduzir a complexidade que se teria, caso se optasse em tratar do mapa como um todo. A Figura 11 ilustra um mapa cognitivo, com os seus conceitos interligados por ligações de influência e divididos em três *clusters* (I, II e III). Nota-se que, em tal representação, o conceito de número C4 seria o cabeça, enquanto que os conceitos C9, C13, C12 e C17, os conceitos.

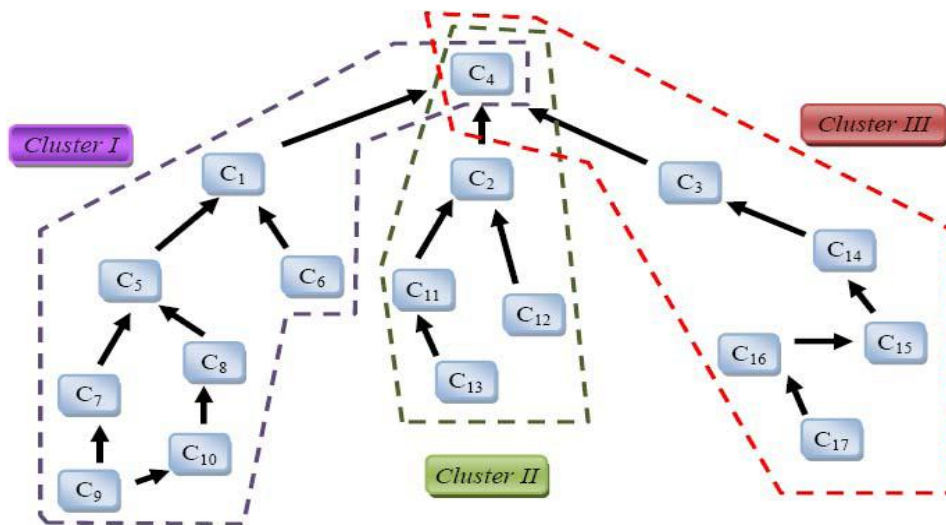


Figura 11: *Clusters* no mapa cognitivo

Passo 2: Identificação das linhas de argumentação

A análise avançada dos Mapas Cognitivos tem como característica a identificação dos eixos de avaliação do problema e o conteúdo do mapa.

O primeiro passo nesta análise é a identificação das linhas de argumentação. Estas compreendem a seqüência de conceitos que se conectam entre si por uma relação de influência e que formam uma linha de raciocínio de meios e fins com início em um conceito-cauda e término em um conceito cabeça (LIMA, 2008).

No caso da Fig. 11 é possível identificar seis linhas de argumentação (C9-C7-C5-C1-C4), (C9- C10- C8- C5- C1- C4), (C6 - C1 - C4), (C13 - C11 - C2 - C4), (C12-C2-C4), (C17-C16-C15-C14-C3-C4).

Passo 3: Identificação dos ramos

Finalmente, deve-se agora identificar os ramos do mapa. Estes são constituídos por uma ou mais linhas de argumentação que demonstrem preocupações similares sobre o contexto decisório (ENSSLIN, et al., 2001).

Dessa forma, considera-se que a análise do mapa cognitivo está encerrada. Os próximos passos na estruturação do problema dependem da problemática de referência. O enquadramento do problema que está sendo estruturado, dentro de uma problemática de referência, irá influenciar na forma de utilizar os Mapas Cognitivos.

Tabela 2 – Identificação dos Ramos.

Linhas de argumentação	Seqüência de conceitos
A ₁	C ₉ → C ₇ → C ₅ → C ₁ → C ₄
A ₂	C ₉ → C ₁₀ → C ₈ → C ₅ → C ₁ → C ₄
A ₃	C ₆ → C ₁ → C ₄
A ₄	C ₁₃ → C ₁₁ → C ₂ → C ₄
A ₅	C ₁₂ → C ₂ → C ₄
A ₆	C ₁₇ → C ₁₆ → C ₁₅ → C ₁₄ → C ₃ → C ₄

Passo 4: Análise Avançada do Mapa Cognitivo

Na análise tradicional dos mapas cognitivos são identificados a estrutura hierárquica de conceitos, conceitos cabeças e ramos, eliminados laços e definidos clusters. Tal análise baseia-se única e exclusivamente na forma do mapa.

Uma vez realizada esta primeira análise, que visa permitir a compreensão do mapa cognitivo e gerenciar sua complexidade, pode-se partir para análise avançada.

Esta análise avançada possibilita identificar os eixos de avaliação do problema, levando em conta a forma e conteúdo do mapa cognitivo. Inicialmente os tomadores de decisão devem identificar, observando a forma do mapa, linhas de argumentação. Um

conjunto de linhas de argumentação, determinando através da análise de conteúdo destas, é um ramo. Cada ramo irá gerar um eixo de avaliação do problema.

Passo 5: Ponto de Vistas Fundamentais

Um ponto de vista fundamental é um fim em si mesmo. Quando o decisor afirma que o ponto de vista é importante porque é importante, ele está indicando que o ponto de vista é fundamental.

A noção de ponto de vista fundamental é provavelmente aquilo que comumente se passou a conhecer como critério.

Cada PVF deve refletir um valor **isolável**. Este valor deve ser isolável no sentido em que é possível avaliar as ações segundo o PVF independentemente dos seus impactos nos demais pontos de vista fundamentais do modelo.

Cada PVF deve refletir um valor **essencial**. Este valor deve ser considerado de conseqüências fundamentais. Não pode ser um meio para se atingir um valor considerado como fundamental.

Cada PVF deve refletir um valor **controlável**, levando em conta apenas aquelas conseqüências que são influenciadas única e exclusivamente pelo conjunto de alternativas.

Vale salientar que tais conceitos são, em muitos casos, vistos como critérios em processos seletivos mais complexos, conduzidos por empresas tradicionais e, por vezes, com acurada visão de negócio. O uso de mapas cognitivos garante a exaustividade dos pontos de vista fundamentais, de modo que podem ser empregados naturalmente como critérios no método **AHP** (*Analytic Hierarchy Process*).

A seguir será apresentada o método **AHP** (*Analytic Hierarchy Process*).

3.3 O MÉTODO AHP

No método AHP o problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos, onde no primeiro nível está o objetivo principal; seguido pelos critérios, no segundo nível;

pelos subcritérios, no terceiro e pelas alternativas no último, facilitando assim, sua compreensão e avaliação.

O AHP foi desenvolvido pelo professor Thomas L. Saaty (1980), um dos primeiros métodos desenvolvidos no ambiente das Decisões Multicritério Discretas, sendo talvez o mais utilizado no mundo, apresenta como vantagens os seguintes aspectos:

- 1) Não são métodos extremamente complicados;
- 2) Podem ser utilizados critérios qualitativos e quantitativos;
- 3) Podem ser utilizados com outros métodos de solução, tais como programação e otimização;
- 4) Auxiliam as múltiplas partes a alcançarem uma solução agradável devido às suas estruturas e podem ser utilizadas como ferramentas para consenso.

Após a divisão do problema em níveis hierárquicos, determina, de forma clara e por meio da síntese dos valores dos agentes de decisão, uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as ou classificando-as ao finalizar o método.

Uma vez construída a hierarquia, cada decisor deve fazer uma comparação, par a par de cada elemento em um nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão. Nesta matriz, o decisor representará, a partir de uma escala predefinida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível imediatamente superior. Ou ainda, o AHP é uma teoria de medida relativa com escalas absolutas de critérios tangíveis e intangíveis baseados no julgamento de especialistas (SAATY, 1994; 2005).

Desta forma um problema multicritério discreto (que possui um número finito de alternativas) em uma estrutura hierarquia descendente, se estrutura em um objetivo global, que possui critérios, subcritérios e alternativas em níveis sucessivos.

A contribuição do método AHP é a facilidade de permitir que decisões práticas sejam tomadas baseadas em entendimento pré-casual sobre sentimentos e julgamentos concernentes ao impacto relativo de uma variável sobre a outra (SAATY, 1994).

Definida a estruturação hierárquica, as comparações resultantes do julgamento dos decisores serão utilizadas para obter o peso de cada critério de decisão e suas alternativas serão classificadas por ordem de importância. O AHP resulta no

desenvolvimento de priorização das alternativas e dos critérios utilizados para avaliá-las.

Os elementos fundamentais do método AHP são:

- Hierarquia – um conjunto de prioridades ordenados por ordem de preferência e homogêneos em seus respectivos níveis hierárquicos.
- Escala fundamental – cada prioridade terá seu devido valor conforme comparação entre eles, que será lido em uma escala numérica de números positivos e reais.
- Atributos e Propriedades – um conjunto finito de alternativas é comparado em função de um conjunto finito de propriedades.
- Comparação Binária - ao serem comparados 02 elementos baseados em uma determinada propriedade, realiza-se uma comparação binária, na qual um elemento pode ser preferível ou indiferente ao outro.
- Para se obter uma representação do problema que seja o mais fiel possível e garantir sua robustez alguns aspectos devem ser seguidos:
- Homogeneidade: os critérios de um determinado nível hierárquico devem apresentar o mesmo grau de importância relativa do seu nível, isto é, no momento de elaborar a hierarquia, é necessário ter cuidado para não aplicar critérios de grau inferior em um nível superior. Desta forma garante-se que não haja uma distorção nos resultados devido a uma possível supervalorização.
- Anti-redundante: de maneira geral uma hierarquia, normalmente linear, é uma estrutura que representa a dependência dos diversos níveis que a compõem, de forma seqüencial. Para evitar tal redundância em uma alternativa, assume-se a independência de um determinado nível em relação aos níveis inferiores.

3.4 O MÉTODO AHP DE DECISÃO EM GRUPO

Segundo Costa (2009), em função das características intrínsecas ao processo de decisão em grupo, as quais envolvem mais de um indivíduo, com suas diferentes visões, crenças e valores, é necessário que tal processo seja estruturado. A fim de uma decisão efetiva, devem se tornar claros os critérios e alternativas de solução para o problema dado.

Além disso, devem-se considerar as prioridades e graus de influência de cada membro do grupo na decisão.

Tais necessidades e as características do AHP fazem dele uma possível ferramenta de apoio à decisão em grupo.

De um modo geral, todos os critérios que norteiam a decisão são apresentados aos decisores, os quais podem fazer seus julgamentos individuais de prioridades ou então interagirem para chegarem a um consenso.

Isto se dá em consideração ao fato de que embora cada decisor esteja examinando os mesmos critérios e associando a eles pesos diferentes, pode-se obter os pesos de uma forma globalizada, ou seja, atribuir aos critérios pesos que representem um consenso de valor para o grupo por meio de discussão aberta. Outra forma de interação e processamento de informações se caracteriza por deixar cada decisor analisar o problema separadamente, de acordo com seu ponto de vista e interesse específico, para depois agregar estas informações.

Portanto, de acordo com Forman e Peniwati (1998), o comportamento do grupo é o fator que determinará a forma com que as informações serão analisadas e agregadas.

No caso do grupo que atua como uma unidade utiliza-se uma abordagem conhecida como Agregação Individual de Julgamentos (AIJ). Já para grupos que preferem manter a análise individual, existe a Agregação Individual de Prioridades (AIP).

Em ambos os casos podem-se atribuir diferentes pesos aos decisores no processo ou então considerá-los de mesmo grau de importância para a decisão.

Forman e Peniwati (1998), ainda citam uma série de três perguntas que devem ser feitas a um grupo de modo a verificar qual dos dois métodos se encaixa melhor de acordo com a característica do grupo. São elas:

- O grupo se comporta sinergicamente como uma unidade ou apenas como uma coleção de indivíduos?
- Qual processo matemático deveria ser usado para agregar as informações, AIJ ou AIP? A resposta para esta questão depende da resposta da questão anterior.
- Se os indivíduos apresentam diferentes graus de influência para a decisão, como obter os pesos destes graus de influência e como incorporá-los ao processo de agregação?
- Sendo assim, a decisão em grupo é tratada matematicamente por duas formas de agregação de vetores de prioridade dos decisores individuais, a fim de sintetizá-la, em conformidade com a descrição a seguir.

3.5 A AGREGAÇÃO INDIVIDUAL DE JULGAMENTOS (AIJ)

Forman e Peniwati (1998), colocam que quando indivíduos de um grupo decisor desejam acima de tudo o bem da organização que representam, a despeito de suas próprias preferências, valores e objetivos, eles agem em sintonia e realizam seus julgamentos de modo que o grupo se comporta como um novo indivíduo. Logo, existe uma sinergia na agregação de julgamentos individuais, de tal sorte que as identidades individuais são perdidas no processo, assim como suas prioridades.

Neste caso, a análise hierárquica em todos os níveis é feita obedecendo um consenso do grupo. Neste caso, o princípio de Pareto é violado. Tal princípio alega que dadas duas alternativas A e B, se cada membro de um grupo prefere A a B, então o grupo deve preferir A a B. É uma teoria bastante corrente em ciências sociais. No entanto, no caso do AIJ, os indivíduos estão dispostos a renegarem suas próprias preferências para o bem comum do grupo. Neste caso, os indivíduos primeiramente trabalham juntos para chegar num consenso sobre uma hierarquia comum para depois trabalharem em agregarem seus julgamentos.

Seguindo a lógica colocada pelo AHP, em uma primeira etapa o grupo trabalha em concordar com respeito aos critérios no nível mais baixo da hierarquia. Na etapa de julgamento do grupo, após o consenso sobre a estrutura hierárquica, um novo consenso é exigido para definir a importância relativa dos critérios. Uma vez realizado este processo, os julgamentos individuais com respeito à importância relativa dos critérios torna-se irrelevante, já que se toma o consenso do grupo.

Em cada uma destas etapas, o consenso do grupo pode ser simulado de acordo com a média geométrica dos julgamentos individuais, ou seja, a média geométrica assume o papel virtual da etapa de discussão e consenso, a fim de evitar desgastes. O resultado obtido é analisado pelo grupo. Se forem verificadas inconsistências em um rol de julgamentos realizados por determinado indivíduo, o grupo pode intervir e solicitar a este indivíduo que revise os seus julgamentos, caso tais inconsistências sejam consideradas de grau elevado. O grupo ainda poderia optar por excluir os julgamentos do indivíduo da média, baseado na razão de consistência (RC).

3.6 A AGREGAÇÃO INDIVIDUAL DE PRIORIDADES (AIP)

Quando um grupo é formado por indivíduos que não apresentam entrosamento e objetivos comuns, eles tendem a agir de acordo com suas preferências, seus valores e objetivos. Sendo assim, torna-se extremamente difícil aplicar o método AIJ para uma tomada de decisão em grupos que se comportam desta forma, dado que para estes casos é praticamente utópica a definição de um consenso para o bem do grupo.

Dessa forma o método, para que se determine uma decisão a ser tomada pelo grupo, é considerar a análise de decisão de cada indivíduo separadamente. Logo, o método AHP é seguido por cada indivíduo, o qual faz os seus julgamentos de acordo com os critérios estabelecidos e obtém as suas prioridades.

Salgado (2008) apresenta um exemplo que torna bastante clara a aplicação da abordagem AIP: no caso de uma organização com filiais em diversos países do mundo. A diversidade de culturas e valores de cada filial não permite que se chegue a um

consenso nos julgamentos. Portanto, devem-se determinar as prioridades de cada filial, para depois agregá-las e obter a síntese da organização.

Para isto será apresentado no próximo capítulo as Etapas do Método AHP para melhor demonstrar este método.

3.7 ETAPAS DO AHP

O texto a seguir está baseado no trabalho de Nascimento, (2010) e apresenta as etapas de aplicação do método AHP:

- **Etapa 1 – Formulação do problema de decisão:**
 - Passo 1: Estruturação do problema.
 - Passo 2: Construção da Hierarquia.
- **Etapa 2 – Julgamentos:**
 - Passo 1: Comparações par a par.
 - Passo 2: Construção das matrizes de decisão.
 - Passo 3: Verificação da Consistência dos julgamentos.
- **Etapa 3 – Desenvolvimento algébrico.**

Estes procedimentos contidos nestas etapas são mostrados na Figura 12 e serão descritos a seguir.

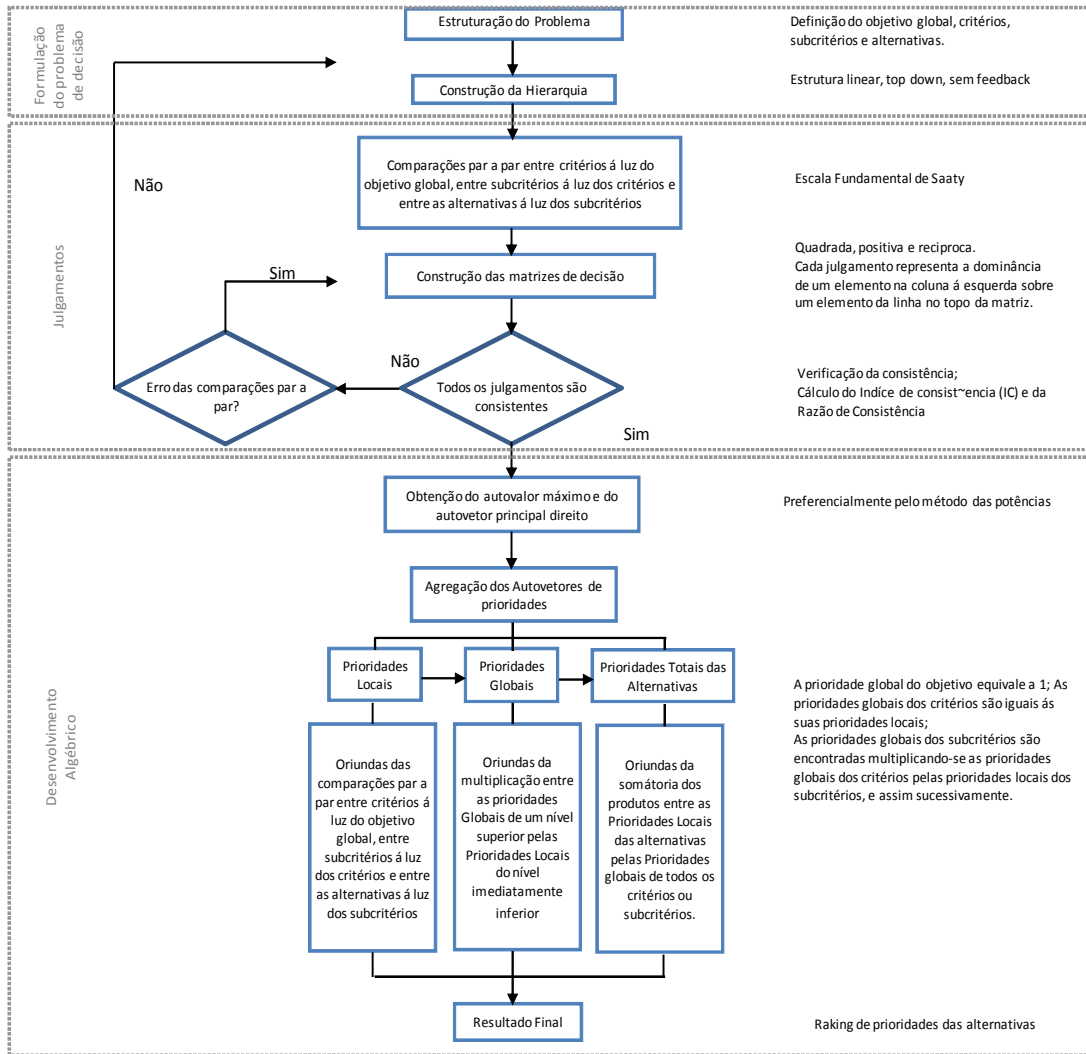


Figura 12: Fluxograma do processo de decisão do método AHP

A seguir serão detalhadas as etapas de aplicação do método AHP.

3.7.1 ETAPA 1 – FORMULAÇÃO DO PROBLEMA DE DECISÃO

Passo 1: Estruturação do problema

Nesta etapa para a solução do problema devemos utilizar um método que apoiará o tomador de decisão, com o objetivo de definir o objetivo global, os critérios, os subcritérios e as alternativas.

Aplica-se esta prática quando se consideram indispensáveis a incorporação e a explicação dos aspectos subjetivos as decisões que precisam ser tomadas. É estruturada o problema, quando o mesmo não está pronto para ser modelado. Tendo como objetivo aplicar os métodos para estruturar o problema e viabilizar uma estrutura ideal para que o problema seja resolvido pelos decisores.

Muitas vezes os tomadores de decisão gastam mais tempo tentando resolver o problema do que analisando o mesmo. Isto acontece devido aos decisores assumirem que todos os problemas são bem estruturados e que tomando esta conduta faz com que se perca o foco do problema real, correndo grande risco de solucionar o problema errado.

Com o objetivo de permitir que o problema abordado seja plenamente entendido, que os paradigmas construtivistas vêm sendo amplamente utilizados na fase de estruturação dos problemas por pesquisadores da área de tomada de decisão.

Passo 2: Construção da Hierarquia

Conforme menciona Saaty (1994) no método AHP o problema é estruturado como uma hierarquia, desta forma é utilizado uma cadeia linear com múltiplos níveis cujo primeiro nível é o objetivo global seguido sucessivamente por critérios, subcritérios e alternativas.

De acordo com Saaty (2005), uma hierarquia é uma estrutura linear *top down*, sem feedback dos níveis inferiores para os níveis superiores. Apresenta em um topo, o objetivo global que influencia os critérios. As alternativas recebem influência do nível imediatamente superior e cada alternativa depende apenas de si mesma. Todos os elementos que compõem cada nível hierárquico são considerados independentes entre si.

Além disso, uma hierarquia deve conter o máximo de questões relevantes acerca do problema de decisão de modo a representar o problema tão completo quanto possível, considerar o meio que envolve o problema, identificar as questões chaves que contribuem para a solução e identificar os participantes associados ao problema (SAATY, 1990; 1994).

A hierarquia tem a função de fornecer uma visão geral das relações inerentes ao problema de decisão, capturar a influência dos elementos mais importantes para os menos importantes e auxiliar.

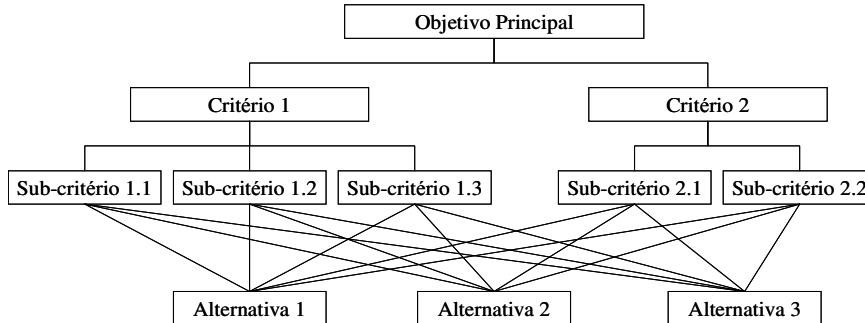


Figura 13: Estrutura Hierárquica

3.7.2 ETAPA 2 – JULGAMENTOS

Passo 1: Comparações par a par

Uma vez definida a estruturação e hierarquização do problema de decisão deve-se deve haver um julgamento par a par dos decisores por meio de comparação.

Um julgamento é feito com um par de elementos com respeito a uma propriedade em comum. Assim comparam-se as alternativas á luz dos subcritérios, estes, por sua vez, á luz dos critérios, os quais serão comparados á luz do objetivo global.

Estas comparações dos elementos da hierarquia seguirão uma escala pré-definida de valores absolutos, denominada Escala Fundamental de Saaty, com o intuito de expressar numericamente, os julgamentos qualitativos. Desta forma o decisor interpretará suas preferências em relação ás informações disponíveis na hierarquia, respondendo ás seguintes perguntas: dado um critério C_k e dois subcritérios A_i e A_j , qual dos subcritérios é o mais satisfatório? Em quanto mais? (VARGAS, 1990).

Tabela 3 – Escala Fundamental de Saaty (1980).

TABELA - Escala Fundamental de Saaty (1980)		
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o Juízo favorecem uma atividade em relação a outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação a outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	A evidência favorece uma atividade em relação a outra, com o mais alto grau de segurança
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra, com o mais alto grau de segurança
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se preocupa uma condição de compromisso entre duas definições.

As definições na escala baseiam-se na capacidade de o cérebro humano representar distinções qualitativas através dos atributos igual, fraco, forte, muito forte e extremo. Quando uma maior precisão é necessária, podem ser utilizados atributos intermediários.

Passo 2: Construção das matrizes de decisão

Segundo Gomes *et al* (2004), “depois de construir a hierarquia, cada decisor deve fazer uma comparação, par a par, de cada elemento em um nível hierárquico dado, criando-se uma matriz de decisão quadrada. Nessa matriz, o decisor representará, a partir de uma escala pré-definida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível imediatamente superior”. Cada julgamento representa a dominância de um elemento na coluna à esquerda sobre um elemento da linha no topo da matriz (SAATY, 1990).

Passo 3: Verificação da Consistência dos Julgamentos

Considerando a referida matriz A ($A=(a_{ij})$, $a_{ij}=w_i/w_j$) positiva e recíproca, ou seja, com $a_{ji}=1/a_{ij}$, admitindo-se todos os julgamentos perfeitos, e se A satisfizer a condição $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ ($i, j, k = 1, 2, \dots, n$) em todas as comparações, a matriz A é dita consistente.

Porém como os julgamentos do decisor são passíveis de erro, o que os torna inconsistentes, é de esperar que a matriz A também seja inconsistente. Neste caso sendo a matriz A inconsistente o autovalor n será maior ou igual a λ_{\max} . Quanto mais próximo de n estiver este autovalor λ_{\max} , mais consistente serão os julgamentos do decisor, consequentemente, a matriz A . Ou seja, a matriz A é consistente se e somente se $\lambda_{\max}=n$ (SAATY, 1990).

Segundo Saaty (1990), “a inconsistência da matriz poder ser medida pelo simples número $\lambda_{\max} - n$ ”, o qual mede o grau de coerência dos julgamentos do decisor. A equação do índice de inconsistência da matriz de decisão é calculado com a seguinte equação:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{(n-1)}$$

Uma vez verificada a consistência dos julgamentos, executa-se a Etapa 3 ou Desenvolvimento Algébrico, iniciando pela obtenção do autovalor máximo da matriz de decisão e seu autovetor principal direito associado, que é o vetor de prioridades AHP.

3.7.3 ETAPA 3 – DESENVOLVIMENTO ALGÉBRICO

Desenvolvimento algébrico se faz necessário para o cálculo do autovetor principal associado ao autovalor máximo da matriz de decisão. Os autores Oliveira e Belderrain (2008) recomendam o uso do Método Numérico das Potências para a obtenção do vetor de prioridades de uma matriz de decisão e alertam quanto ao emprego de Algoritmos aproximados (método da média dos valores normalizados e o método da média geométrica) em matrizes inconsistentes. Quanto maior a inconsistência da matriz, maiores as diferenças de resultados para o cálculo do vetor de prioridades. Os resultados dos diferentes métodos seriam iguais apenas para matrizes consistentes.

Através do *software Expert Choice* podemos obter este resultado da consistência das matrizes, além das prioridades locais oriundas das comparações par a par entre os subcritérios à luz dos objetivos, critérios, subcritérios e alternativas.

Uma vez realizados os passos anteriores, obtém-se o resultado final com o *ranking* de prioridades das alternativas.

O capítulo 5 apresenta o método utilizado no estudo de caso proposto.

4 MÉTODO PROPOSTO

O método está dividido em três fases:

Fase 1 – Identificação/Estruturação da Análise do Problema através do Mapa Cognitivo.

Fase 2 – Estruturação do Modelo Multicritério através do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

Fase 3 – Avaliação das ações potenciais.

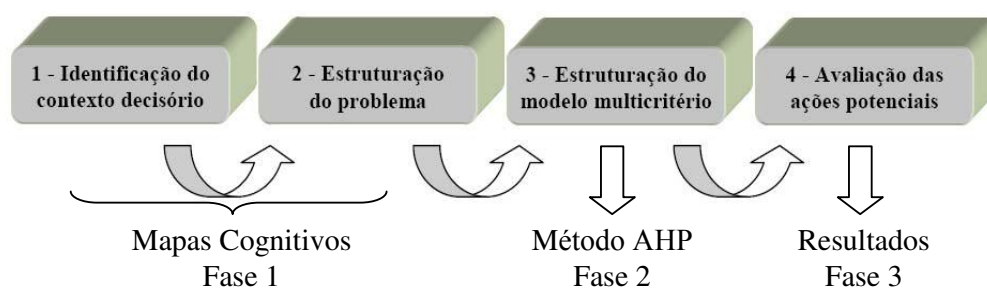


Figura 14: Fases do processo de apoio a decisão

A seguir será detalhada as fases onde demonstram o processo de apoio a decisão.

4.1 FASE 1 – IDENTIFICAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DO PROBLEMA

A identificação do contexto decisório e estruturação do problema é obtido utilizando o Mapa Cognitivo explicado no capítulo 3. O decisor deve avaliar seu sistema de valores, bem como fornecer um conjunto de ações. Esta fase possui duas etapas:

Etapa 1 – Construção do Mapa cognitivo – se dá através da definição de um rótulo para o problema, Identificação dos Elementos Primários de Avaliação (EPA), Construção e Hierarquização dos conceitos e Identificação dos conceitos meios e fins.

Etapa 2 – Análise do Mapa Cognitivo – para esta análise será necessário a Identificação dos *Clusters*, Identificação das linhas de argumentação, Identificação dos Ramos, Análise dos Pontos de Vistas Fundamentais (PVF).

O uso de mapas cognitivos garante a exaustividade dos pontos de vista fundamentais, de modo que podem ser empregados naturalmente como critérios no método AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

As etapas anteriores foram apresentadas na seção 3.2.

4.2 FASE 2 – ESTRUTURAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO

Dentre os modelos de multicritério de apoio a decisão existentes o utilizado neste trabalho é o método AHP.

Este método foi apresentado no capítulo 3 e compreende as seguintes etapas:

Etapa 1 – Formulação do problema de decisão, onde é definido o objetivo global, critérios, subcritérios e alternativas.

Etapa 2 – Julgamentos dos critérios, subcritérios e alternativas.

Etapa 3 – Desenvolvimento Algébrico para analisar as comparações par a par entre as alternativas, critérios e subcritérios.

4.3 FASE 3 – AVALIAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS

As ações potenciais são denominadas também alternativas de um problema de decisão. Nesta fase devemos avaliar e validar os resultados do modelo de apoio de multicritério à decisão aplicados neste estudo de caso.

A metodologia proposta será aplicada para analisar a viabilidade de *outsourcing* em uma empresa metalúrgica.

5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentada a aplicação da metodologia proposta, no problema a ser estudado de viabilidade de Terceirização de uma linha de montagem de bombas d'água dentro de uma empresa fabricante de motores a Diesel, metodologia está até então inédita dentro desta empresa. Esta empresa é fornecedora de motores para a maioria das grande montadoras de caminhões, comerciais leves, ônibus e tratores no Brasil e no mundo.

Nesta empresa existe uma linha dedicada a montagem de componentes que compõem a bomba d'água, responsável pela refrigeração do motor, que será montada posteriormente nos motores a diesel fabricados por esta empresa, porém no mercado existem empresas especializadas na montagem/fabricação das mesmas, desta forma não seria necessário utilizar esta área fabril em um produto que não faz parte da sua expertise e sim utilizar o mesmo para a ampliação da linha de montagem de motores.

Com a possível desocupação desta área através da terceirização desta linha de montagem, haverá um aumento de 126 m² da área fabril, que poderá ser dedicada a expansão da linha de produção, aumentando desta forma a fabricação de motores a Diesel.

O objetivo da aplicação é estudar a viabilidade de terceirização desta linha de montagem de bombas, com o objetivo de aumentar a competitividade da empresa.

Vale salientar que por se tratar de um assunto complexo, e por se tratar de uma decisão em grupo os critérios e subcritérios considerados podem não caracterizar o problema por completo.

O método proposto apresentado no Capítulo 4 será detalhado a seguir:

5.2 FASE 1 – IDENTIFICAÇÃO E ESTRUTURAÇÃO DA ANÁLISE DO PROBLEMA

A identificação do problema será desenvolvido através do mapa cognitivo apresentado na seção 3.2.

Passo 1: Definir um Rótulo para o Problema

AUMENTO DA COMPETITIVIDADE – ANALISANDO A VIABILIDADE DE OUTSOURCING DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE BOMBAS D'ÁGUA

Passo 2: Identificar os Tomadores de Decisão

Os responsáveis por esta decisão ou os Tomadores de Decisão serão os gerentes e gestores dos departamentos de Manufatura, Qualidade, Engenharia , Compras e Logística.

Passo 3: Definir os Elementos Primários (EPA'S)

Na construção do mapa cognitivo, realizou-se várias reuniões com os principais decisores dos departamentos da empresa, envolvidos na decisão do problema, neste caso, Manufatura, Engenharia, Qualidade, Compras e Logística, várias entrevistas foram feitas com gerentes, supervisores, engenheiros, analistas, entre outros. No total foram entrevistadas 15 pessoas com a intenção de identificar os elementos primários de avaliação (EPA's) que permitirão a construção do mapa.

Elementos Primários de Avaliação (EPA's), representam objetivos, metas, valores dos decisores, ações, alternativas, opções, carências, apreensões e sugestões mencionadas pelo grupo.

No estudo de caso em questão foram elaborados pelos entrevistados os seguintes EPA's, conforme Figura 15.

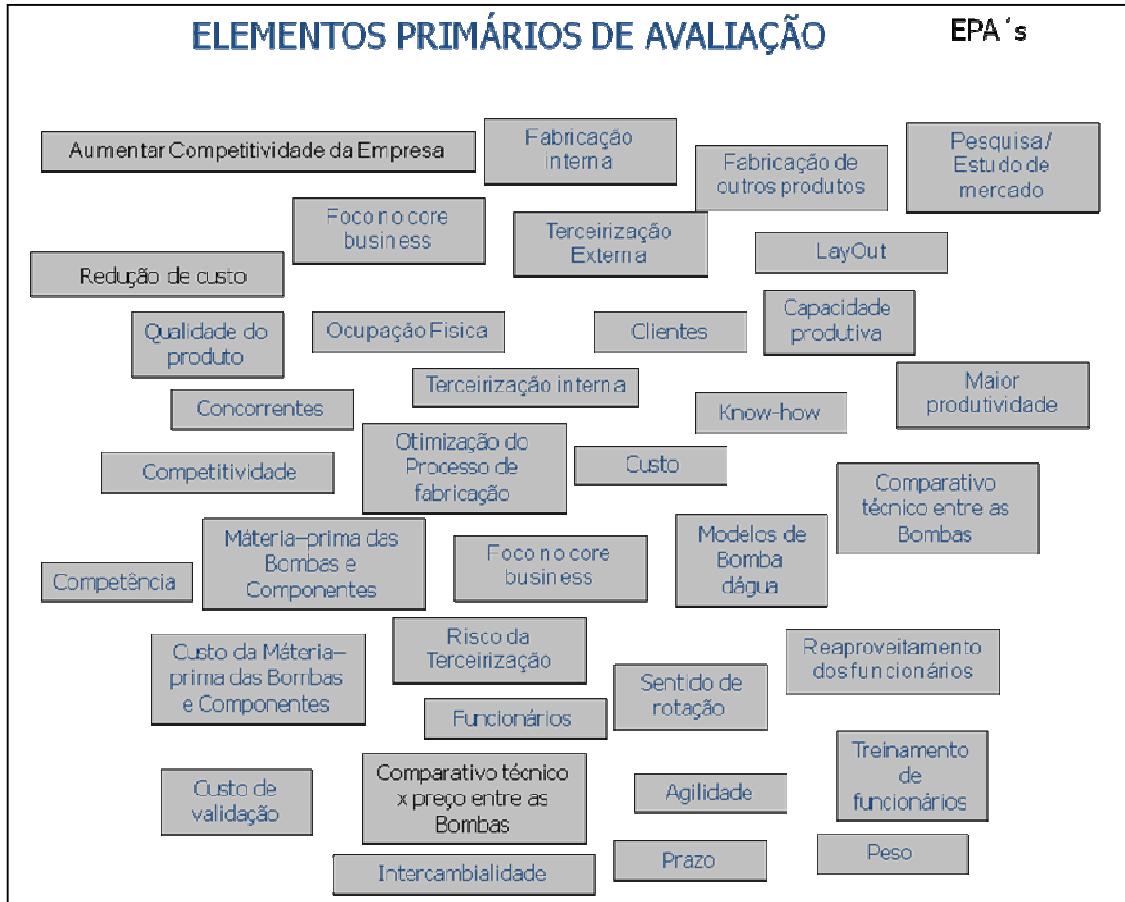


Figura 15: Elementos Primários de Avaliação (EPA's)

Passo 4: Construção e Hierarquia dos Conceitos a partir dos EPA's

Os conceitos são construídos pela adição de um verbo no infinitivo. A partir de um conceito, pode-se questionar aos tomadores de decisão sobre quais são os meios necessários para atingi-lo, ou então, sobre quais são os fins aos quais se destinam. A estrutura do mapa é formada por conceitos meios e conceitos fins, relacionados por ligações de influência. A Figura 16 demonstra a Construção dos conceitos a partir dos EPAs definidos pelos entrevistados.

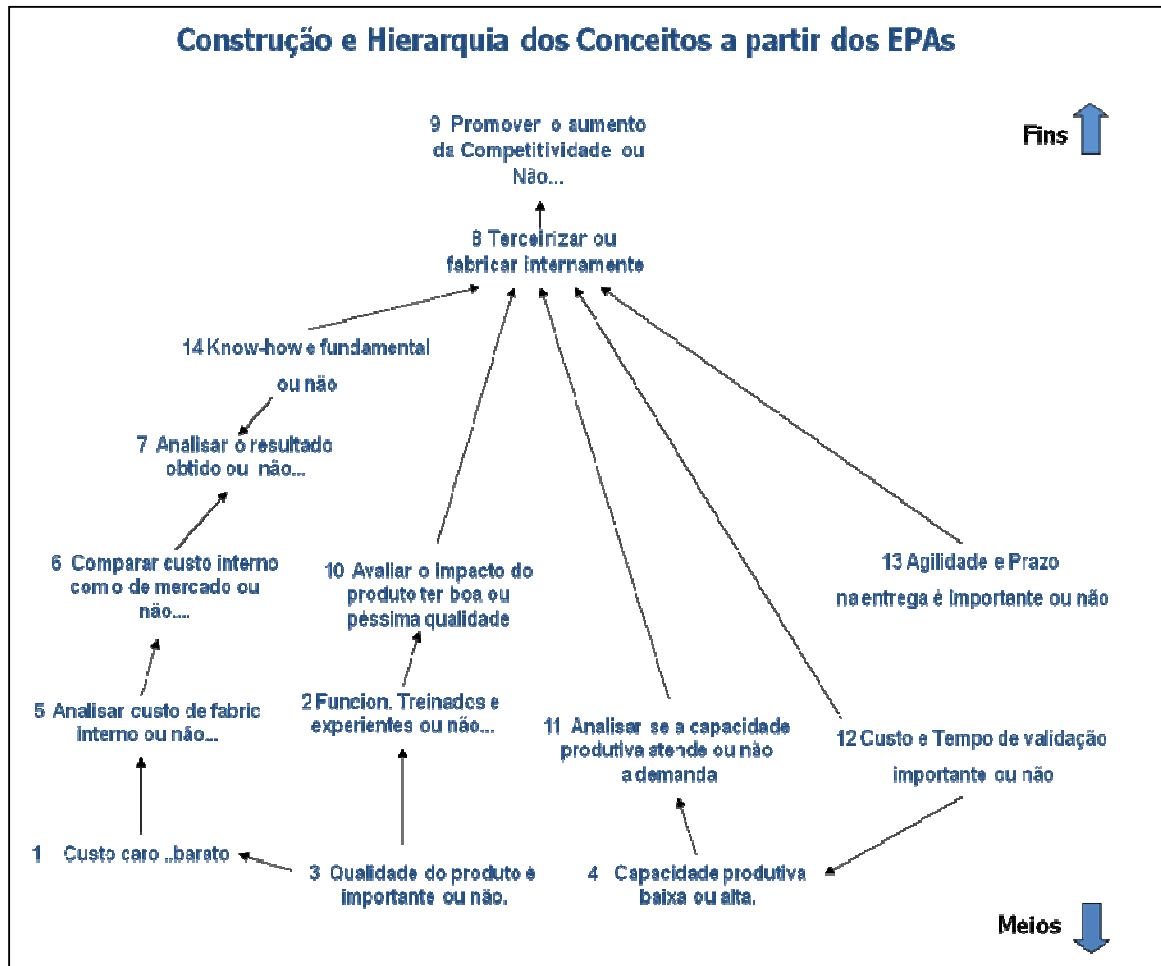


Figura 16: Construção dos Conceitos a partir dos EPA's

Passo 5: Análise do Mapa Cognitivo – Identificação dos *Cluster*

Identificação dos *Clusters*, são agrupamentos formados como consequência das afinidades entre os conceitos do mapa. Para analisá-los as ligações intra-componentes devem ser mais fortes que aquelas ligações inter-componentes. Desta forma, a figura 17 Identificação dos *Clusters* demonstra os seguintes:

Cluster 1 : Competência associado ao departamento de Compras da empresa;

Cluster 2 : Qualidade associado ao departamento de Qualidade da empresa;

Cluster 3: Capacidade Produtiva associado ao departamento de Manufatura da empresa;

Cluster 4 : Validação associado ao departamento de Engenharia da empresa
 Cluster 5 : Entrega associado ao departamento de Logística da empresa.

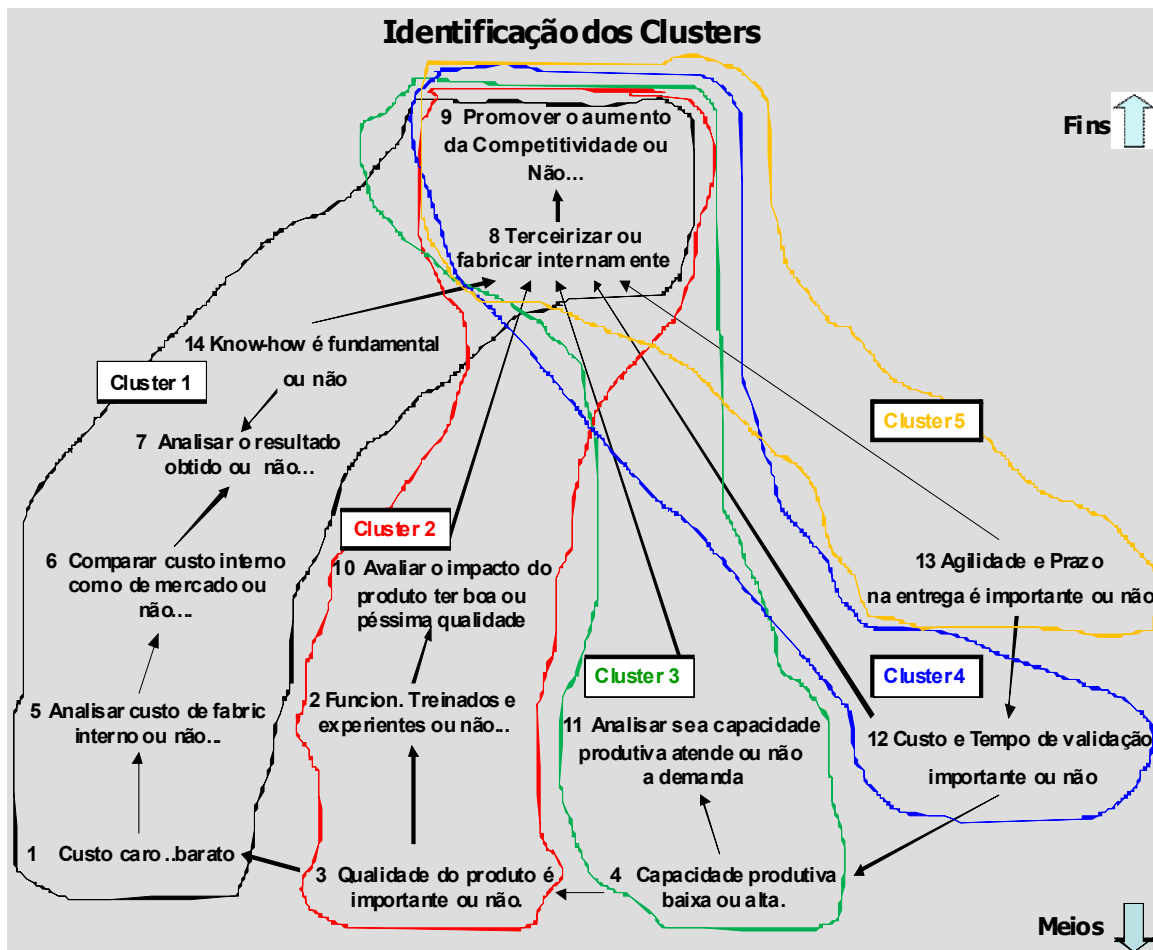


Figura 17: Identificação dos Clusters

Passo 6: Identificação das linhas de argumentação

As linhas de argumentação são constituídas por uma cadeia de conceitos que são influenciados e hierarquicamente superiores a um conceito fim. Uma linha de argumentação começa com um conceito fim e termina com um conceito meio. A figura 18 demonstra a Identificação das Linhas de Argumentação.

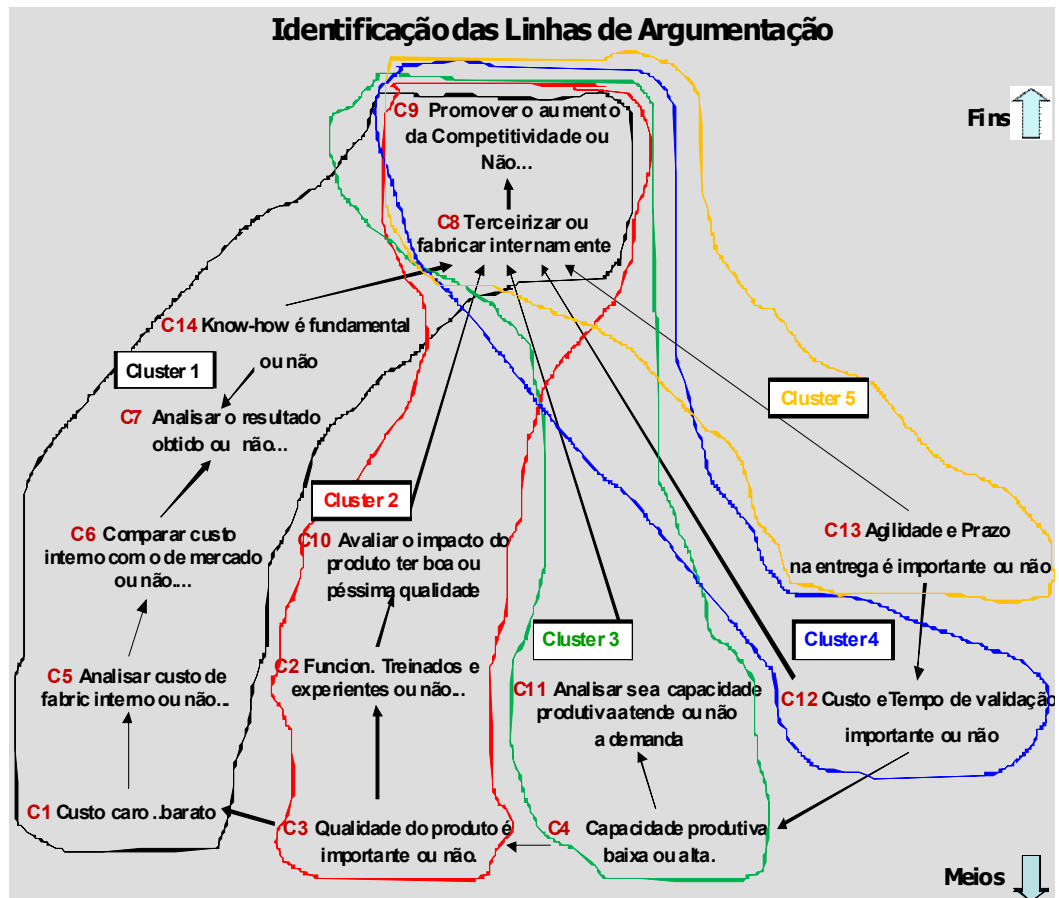


Figura 18: Identificação das Linhas de Argumentação

Uma vez Identificada as Linhas de Argumentação deve-se organizar a sequência dos conceitos das linhas de argumentação conforme tabela 4.

Tabela 4 – Sequência dos Conceitos das linhas de argumentação.

Linhas de Argumentação	Sequência dos Conceitos
A1	C1 → C5 → C6 → C7 → C14 → C8 → C9
A2	C3 → C2 → C10 → C8 → C9
A3	C4 → C11 → C8 → C9
A4	C12 → C8 → C9
A5	C13 → C8 → C9

Passo 7: Identificação dos Ramos

Uma vez definida as linhas de argumentação do mapa cognitivo, deve-se buscar os ramos dos mapas, eles são constituídos por uma ou mais linhas de argumentação que demonstrem preocupações similares sobre o contexto decisório ou análise do conteúdo.

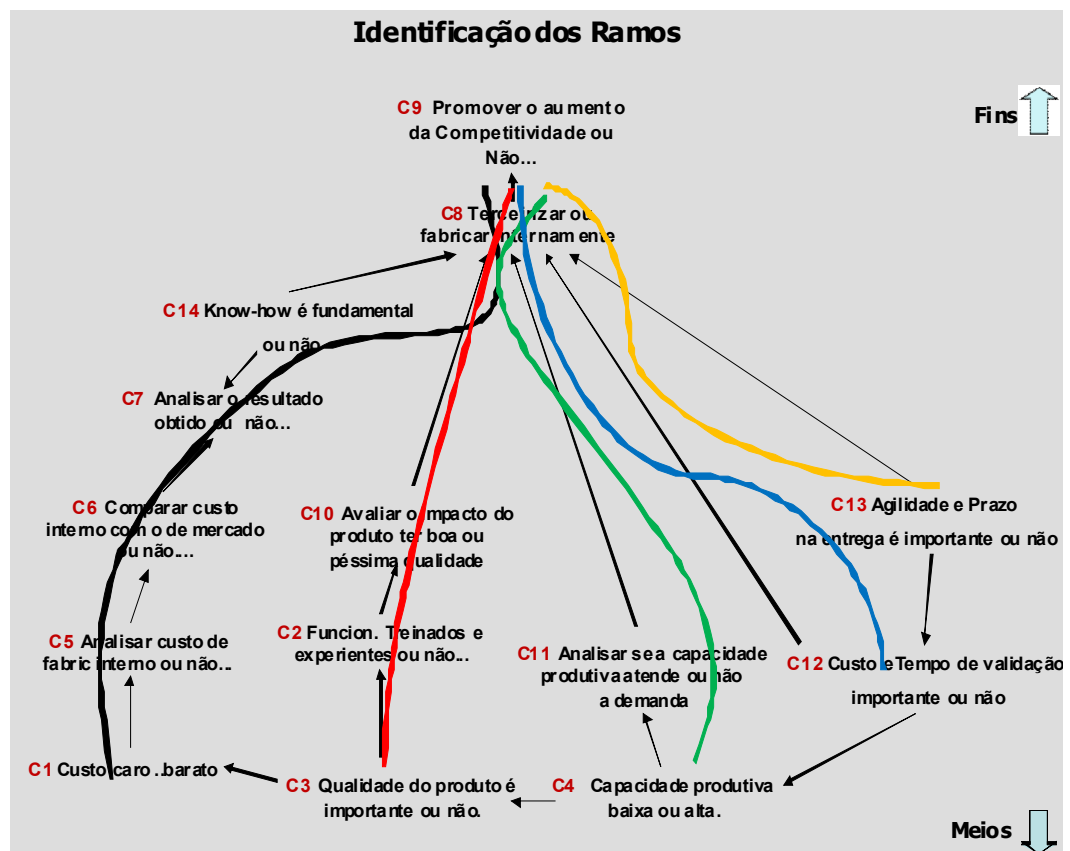


Figura 19: Identificação dos Ramos

Passo 8: Análise Avançada do Mapa Cognitivo

Na análise tradicional dos mapas cognitivos são identificados a estrutura hierárquica de conceitos, conceitos cabeças e caudas, eliminados laços e definidos *clusters*. Tal análise baseia-se única e exclusivamente na forma do mapa.

Uma vez realizada esta primeira análise, que visa permitir a compreensão do mapa cognitivo e gerenciar sua complexidade, pode-se partir para análise avançada.

Esta análise avançada possibilita identificar os eixos de avaliação do problema, levando em conta a forma e conteúdo do mapa cognitivo. Inicialmente os tomadores de decisão devem identificar, observando a forma do mapa, linhas de argumentação. Um conjunto de linhas de argumentação, determinando através da análise de conteúdo destas, é um ramo. Cada ramo irá gerar um eixo de avaliação do problema.

Passo 9: Ponto de Vistas Fundamentais

Um ponto de vista fundamental é um fim em si mesmo.

Quando o decisor afirma que o ponto de vista é importante, ele está indicando que o ponto de vista é fundamental.

A noção de ponto de vista fundamental é provavelmente aquilo que comumente se passou a conhecer como critério e subcritério.

A tabela 05 é utilizada para validar os pontos de vistas fundamentais (PFV) diante dos axiomas considerando se estes são isoláveis, essenciais e controláveis.

Deve refletir um valor isolável. Este valor deve ser isolável no sentido em que é possível avaliar as ações segundo o PVF independentemente dos seus impactos nos demais pontos de vistas fundamentais do modelo.

Deve refletir um valor essencial. Este valor deve ser considerado de consequências fundamentais. Não pode ser um meio para se atingir um valor considerado como fundamental.

Deve refletir um valor controlável. Leva em conta apenas aquelas consequências que são influenciadas única e exclusivamente pelo conjunto de alternativas.

Sendo estes pontos de vistas fundamentais validados os mesmos se tornam critérios e subcritérios na construção hierárquica do problema.

Tabela 5 – Validação dos PVFs à luz dos Axiomas.

PVF	Definição	É isolável?	É essencial?	É controlável?
Competência	Avalia as habilidades, conhecimentos e atitudes de uma organização.	Sim, pois em linhas gerais trata da competência da empresa na fabricação de um determinado produto sem ter relação direta com nenhum outro PVF.	Sim, pois a uma empresa tem de ter a competência para produzir o produto.	Sim, porque, para fins de análise de resultado a competência da empresa deve ser considerado, medido e controlado.
Validação	Avalia se o processo de produção atende as especificações do produto.	Sim, pois afeta diretamente a produção do produto uma vez que este critério avalia se o processo é válido para o produto.	Sim, pois sem o mesmo o produto pode não atender as especificações técnicas exigidas.	Sim, pois o resultado da validação garante a confiabilidade do processo de fabricação.
Qualidade	Avalia os requisitos de qualidade para a fabricação do produto e aplica os métodos de controle de qualidade.	Sim, pois mede a qualidade dos produtos manufaturados que afetam diretamente a credibilidade da empresa e sua reputação junto ao mercado.	Sim, pois pode prejudicar severamente o relacionamento com os clientes, prejudicando o futuro da empresa com novos negócios.	Sim, através de mecanismos de controles, e ferramentas de qualidade toda falha pode ser prevenida e corrigida de forma rápida e eficaz.
Capacidade Produtiva	Avalia a capacidade da empresa em atender a demanda de mercado.	Sim, pois este PVF está relacionado, sobretudo, a demanda de mercado que interfere diretamente na situação econômica do país.	Sim, pois uma empresa metalúrgica não pode dar-se ao luxo de atrasar suas entregas junto aos seus clientes, devido a problemas referente sua capacidade produtiva, o que prejudicaria a sua imagem junto ao mercado.	Sim, porque depende apenas da confiabilidade da entrega de componentes pelos fornecedores, plano de manutenção em dia das máquinas e equipamentos.
Entrega	Avalia a frequência, agilidade e prazo nas entregas dos produtos.	Sim, pois afeta diretamente a linha de montagem caso ocorra atraso ou falta da peça na montagem do produto.	Sim, pois sem a entrega de peças não há a montagem do produto ocasionando a parada da linha de montagem.	Sim, este controle é essencial para que haja uma garantia de montagem do produto final de acordo com as demandas de mercado.

Tabela 6 – Validação dos PVFs à luz dos Axiomas (Cont.).

PVF	Definição	É isolável?	É essência?	É controlável?
<i>Know-how</i>	Avalia a capacidade em produzir determinados produtos.	Sim, pois em linhas gerais trata da fabricação específica de um produto.	Sim, pois para se produzir determinado produto deve-se ter um grande conhecimento de como executar esta tarefa.	Sim, porque o Know-how de uma empresa determina custo, qualidade e entrega de seus produtos tornando a empresa mais competitiva.
<i>Administração Eficiente</i>	Avalia se a empresa esta orientada para um objetivo comum ou para um fim específico.	Sim, pois afeta diretamente o resultado e o nome da empresa no mercado..	Sim, pois uma empresa sem uma administração eficiente, acaba prejudicando seus clientes e seu nome no mercado.	Sim, através de auditorias anuais pode-se avaliar e controlar uma administração eficiente.
<i>M.O. Qualificada</i>	Avalia os requisitos mínimos para um profissional exercer sua função.	Sim, pois mede a qualidade dos produtos considerando Mão de obra qualificada..	Sim, pois pode afetar diretamente a qualidade do produto.	Sim, através de cursos de qualificação, palestras e treinamento adequados.
<i>Custo Gerais</i>	Avalia os custos produtivos do processo, tais como custo de produção, componentes, mão de obra, despesas gerais.	Sim, pois em linhas gerais trata dos custos diretos de operação sem ter relação direta com nenhum outro PVF.	Sim, pois uma empresa metalúrgica deve conhecer os custos de todas as operações internas.	Sim, porque para fins de análise de rentabilidade de uma empresa, estes custos devem ser controlados para tornar seus produtos mais competitivos.
<i>Certificados de Qualidade</i>	Avalia se a empresa possui os requisitos mínimos de qualidade para fornecer seus produtos.	Sim, pois afeta diretamente os requisitos mínimos de qualidade exigidos pelos clientes.	Sim, pois sem os certificados de qualidade a empresa não poderá fornecer seus produtos para os grandes clientes.	Sim, através da contratação de uma empresa especializada em Certificação de Qualidade a empresa pode obter estes certificados e assim controlá-los.
<i>Auditoria de Processo</i>	É um instrumento que avalia as ações de qualidade, visando a certificação e implementação da qualidade	Sim, pois está ligada a produção de um determinado produto garantindo sua estabilidade no processo produtivo.	Sim, pois sem o mesmo não é possível garantir que o produto mantenha seus requisitos técnicos necessários.	Sim, através de ferramentas de qualidade como fluxograma de processo, cartas de controle, Diagrama de Pareto entre outros.

Tabela 7 – Validação dos PVFs à luz dos Axiomas (Cont.).

PVF	Definição	É isolável?	É essencial?	É controlável?
<i>Tempo de Validação</i>	Avalia o tempo necessária para homologar um determinado produto.	Sim, pois em linhas gerais trata-se de um fator determinante que é o tempo para fazer os testes necessários para homologar o produto.	Sim, o tempo de validação determina se é viável ou não desenvolver o produto.	Sim, através de cronograma onde pode-se acompanhar a evolução do processo de validação do produto.
<i>Custo de Validação</i>	Avalia o custo necessário para validar o produto.	Sim, pois trata-se dos custos diretos da validação.	Sim, pois sem o mesmo não é possível validar o produto.	Sim, através de controles Financeiros de programas.
<i>Agilidade na Entrega</i>	Avalia a agilidade da empresa em caso de necessidades emergências e problemas para atender a produção.	Sim, pois este é fator que interfere diretamente na pontualidade da entrega.	Sim, pois é um diferencial importante nos dias de hoje.	Sim, através do departamento de logística da empresa.
<i>Prazo</i>	Avalia a transferência da posse de um bem de uma entidade <i>o fornecedor</i> , para a aquela á qual o bem se destina, <i>cliente</i> .	Sim, pois este PVF está relacionado, sobretudo, a entrega do produto, fator de grande importância para as empresas.	Sim, pois uma empresa metalúrgica não pode atrasar suas entregas junto aos seus clientes, devido a problemas de prazo de entrega, o que seria prejudicial a sua imagem junto ao mercado.	Sim, porque depende apenas da confiabilidade do prazo de entrega do produto junto aos seus clientes.
<i>Nº Turnos Disponíveis</i>	Avalia a capacidade produtiva para atender a demanda de mercado.	Sim, pois em linhas gerais avalia se a empresa está com sua capacidade produtiva pronta para o mercado.	Sim, pois mede se a empresa possui flexibilidade para atender o mercado.	Sim, através de um controle de manutenção das máquinas e equipamentos
<i>Volume Prod. Atuais</i>	Avalia se a empresa está ociosa ou com sua capacidade produtiva no limite.	Sim, pois este PVF esta relacionado diretamente as necessidades de mercado.	Sim, pois dependendo do volume de produção a empresa não pode adquirir novos negócios, o que pode ocasionar a perda de rentabilidade do mesmo.	Sim através de novos investimentos em máquinas e equipamentos pode se controlar o volume de produção.

Confirmados os conceitos Competência, Validação, Qualidade, Capacidade Produtiva e Entrega como PVFs, e as alternativas para o problema Fabricação Interna, Terceirização Interna e Terceirização Externa, estes servem como base para a estrutura hierárquica do problema, que pode ser vista na Figura 20.

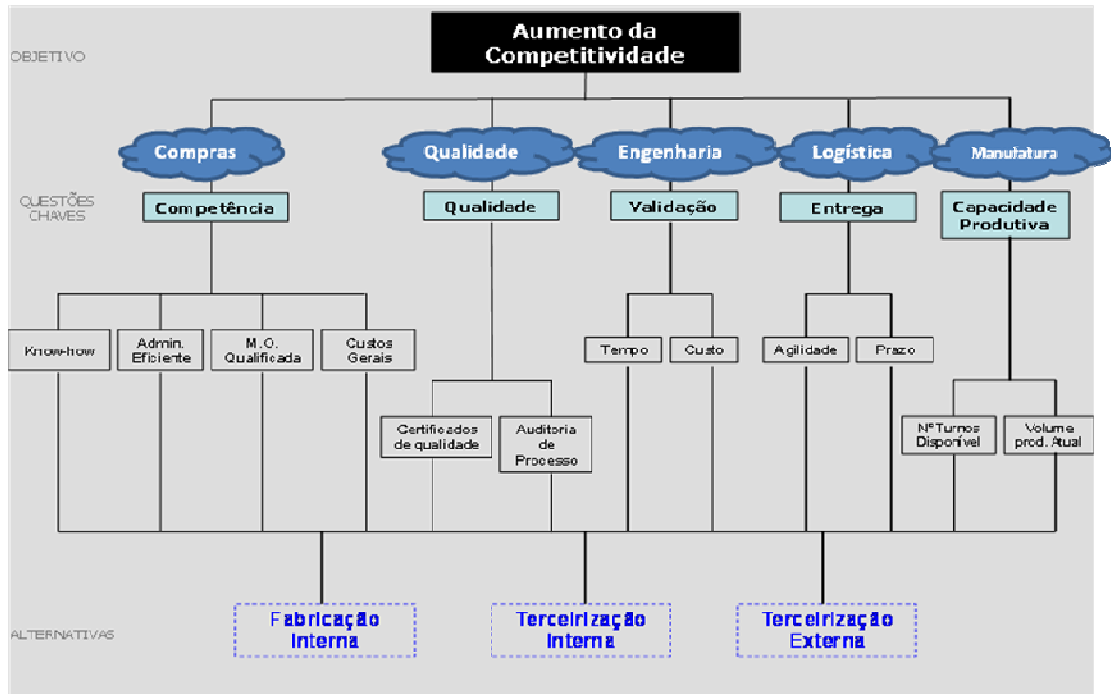


Figura 20: Estrutura hierárquica do problema

5.3 FASE 2 – ESTRUTURAÇÃO DO MODELO MULTICRITÉRIO

Para este estudo será utilizado o método AHP, por ser um dos métodos de apoio multicritério a decisão mais utilizada atualmente e se adéqua melhor ao problema proposto.

As etapas do método AHP aplicado ao problema em estudo são:

Etapa 1: Formulação do problema de decisão

Esta atividade foi desenvolvida na Fase 1.

Etapa 2: Julgamento dos critério, subcritérios e alternativas

Uma vez definida a estrutura hierárquica, realizou-se a coleta dos julgamentos par-a-par. Utilizou-se a Escala Fundamental de Saaty (SAATY, 1980) Tabela 3, para comparar a importância de critérios, subcritérios e alternativas, com o objetivo de melhor compreender as dimensões do problema.

Os decisores envolvidos neste processo são provenientes dos departamentos de Compras, Engenharia, Logística, Manufatura e Qualidade da empresa.

Será apresentado como ilustração, as matrizes de comparação do departamento de Compras, as tabelas 8 a 25 apresentam as matrizes de comparação dos critérios, subcritérios e alternativas.

Análise dos Critérios, Subcritérios e Alternativas:

- Departamento de Compras

Tabela 8 – Matriz de Comparação dos Critérios à luz do objetivo: Aumento da Competitividade do ponto de vista do departamento de Compras.

Critérios	Competência	Qualidade	Validação	Entrega	Capacidade Produtiva
Competência	1	2	3	1	1
Qualidade	1/2	1	2	4	1/4
Validação	1/3	1/2	1	1/4	1/3
Entrega	1	1/4	4	1	1
Capacidade Produtiva	1	4	3	1	1

Tabela 9 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Competência do ponto de vista do departamento de Compras.

Subcritérios	Know-how	Admin. Eficiente	M.O. Qualificada	Custos Gerais
Know-how	1	3	3	1/4
Admin. Eficiente	1/3	1	2	1/5
M.O. Qualificada	1/3	1/2	1	1/4
Custos Gerais	4	5	4	1

Tabela 10 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade do ponto de vista do departamento de Compras.

Subcritérios	Certific. Qualidade	Audit. de Processo
Certific. Qualidade	1	1
Audit. de Processo	1	1

Tabela 11 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Validação do ponto de vista do departamento de Compras.

Subcritérios	Tempo	Custo
Tempo	1	1/4
Custo	4	1

Tabela 12 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Entrega do ponto de vista do departamento de Compras.

Subcritérios	Agilidade	Prazo
Agilidade	1	3
Prazo	1/3	1

Tabela 13 – Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Capacidade Produtiva do ponto de vista do departamento de Compras.

Subcritérios	Num.Turnos Dispon.	Volume Prod. Atual
Num.Turnos Dispon.	1	1/5
Volume Prod. Atual	5	1

Tabela 14 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Know-how do ponto de vista do departamento de Compras.

Know-how	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/5	1/5
Terceirização Interna	5	1	1/3
Terceirização Externa	5	3	1

Tabela 15 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente do ponto de vista do departamento de Compras.

Adm. Eficiente	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1/2
Terceirização Externa	3	2	1

Tabela 16 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Mão de Obra Qualificada do ponto de vista do departamento de Compras.

M.O Qualificada	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1/2
Terceirização Externa	5	2	1

Tabela 17 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais do ponto de vista do departamento de Compras.

Custos Gerais	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/4	1/5
Terceirização Interna	4	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 18 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Certificação de Qualidade do ponto de vista do departamento de Compras.

Cert. Qualidade	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/4
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	4	1	1

Tabela 19 – Matriz de Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo do ponto de vista do departamento de Compras.

Auditoria Processo	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

Tabela 20 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação do ponto de vista do departamento de Compras.

Tempo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/2
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	2	1	1

Tabela 21 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação do ponto de vista do departamento de Compras.

Custo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/4	1/4
Terceirização Interna	4	1	1
Terceirização Externa	4	1	1

Tabela 22 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Agilidade do ponto de vista do departamento de Compras.

Alternativas	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 23 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Prazo do ponto de vista do departamento de Compras.

Prazo de Entrega	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 24 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Número de Turnos Disponíveis do ponto de vista do departamento de Compras.

Nº Turnos Dispon.	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

Tabela 25 – Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Volume de Produção Atual do ponto de vista do departamento de Compras.

Volume Prod. Atual	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/3
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

As análises das matrizes de outros departamentos como Logística, Manufatura, Engenharia e Qualidade da empresa se encontram no APÊNDICE A, B, C e D.

Etapa 3: Desenvolvimento Algébrico

O desenvolvimento algébrico relativo à solução do método AHP foi obtido utilizando o *software Expert Choice*. Entretanto, a aplicação foi desenvolvida com a participação dos decisores de 05 departamentos caracterizando uma Decisão em Grupo.

Decisão em Grupo

Quando se trata de uma análise de decisão a ser tomada por um grupo de pessoas, esta decisão envolve além da complexidade natural do problema, as relações interpessoais dos componentes de um dado grupo decisor e os objetivos específicos de cada indivíduo.

Tais necessidades e as características do AHP fazem dele uma possível ferramenta de apoio a decisão em grupo. Existem diversas formas de analisar um problema utilizando o método AHP, das quais serão aqui utilizadas duas destas

abordagens Agregação Individual de Julgamentos (AIJ) e Agregação Individual de Prioridades (AIP). A necessidade da utilização destas duas abordagens se faz necessários para validar os resultados obtidos.

Abordagem AIJ – *Aggregating Individual Judgements*

Sendo assim utilizando a abordagem AIJ os julgamentos individuais de cada departamento da empresa estudada, são sintetizados em um só, por meio de uma média geométrica de cada valor de impacto individual. Portanto obtém-se uma única matriz de decisão obtida da agregação das matrizes individuais de decisão para análise das alternativas perante cada critério, bem como obtém se uma única matriz de decisão para análise da importância dos critérios estabelecidos com respeito ao objetivo final conforme Tabelas 26 a 43.

Tabela 26 – Vetores de Prioridade dos Critérios á luz do objetivo: Aumento da Competitividade.

Critérios	Competência	Qualidade	Validação	Entrega	Capacidade Produtiva	Vetor de Prioridade
Competência	1	0,506	1,000	0,871	1	0,155
Qualidade	1,974	1	1,516	3,031	0,574	0,268
Validação	1	0,660	1	0,401	0,477	0,121
Entrega	1,149	0,330	2,491	1	1	0,208
Capacidade Produtiva	1,000	2,297	2,096	1	1	0,261

Tabela 27 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Competência.

Subcritérios	Know-how	Admin. Eficiente	M.O. Qualificada	Custos Gerais	Vetor de Prioridade
Know-how	1	2,460	0,944	0,379	0,221
Admin. Eficiente	0,407	1	1,516	0,344	0,161
M.O. Qualificada	1,059	0,660	1	0,435	0,169
Custos Gerais	2,639	2,909	2,297	1	0,448

Tabela 28 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Qualidade.

Subcritérios	Certific. Qualidade	Audit. de Processo	Vetor de Prioridade
Certific. Qualidade	1	0,375	0,273
Audit. de Processo	2,667	1	0,727

Tabela 29 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Validação.

Subcritérios	Tempo	Custo	Vetor de Prioridade
Tempo	1	1,26	0,556
Custo	0,80	1	0,443

Tabela 30 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Entrega.

Sucriterios	Agilidade	Prazo	Vetor de Prioridade
Agilidade	1	1,933	0,659
Prazo	0,517	1	0,341

Tabela 31 – Vetores de Prioridade dos Subcritérios do Critério Capacidade.

Subcritérios	Num.Turnos Dispon.	Volume Prod. Atual	Vetor de Prioridade
Num.Turnos Dispon.	1	1,099	0,523
Volume Prod. Atual	0,910	1	0,477

Tabela 32 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Know-how.

Know-how	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1	0,240	0,276	0,114
Terceirização Interna	4,163	1	0,333	0,306
Terceirização Externa	3,624	3,000	1	0,580

Tabela 33 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente.

Adm. Eficiente	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1	0,301	0,301	0,130
Terceirização Interna	3,323	1	0,500	0,338
Terceirização Externa	3,323	2,000	1	0,532

Tabela 34 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério M.O. Qualificada.

M.O Qualificada	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,944	0,398	0,231
Terceirização Interna	1,059	1,000	0,758	0,297
Terceirização Externa	2,512	1,320	1,000	0,473

Tabela 35 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais.

Custos Gerais	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,265	0,240	0,112
Terceirização Interna	3,776	1,000	1,000	0,437
Terceirização Externa	4,163	1,000	1,000	0,451

Tabela 36 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Cert. Qualidade.

Cert. Qualidade	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,530	0,308	0,169
Terceirização Interna	1,888	1,000	1,000	0,379
Terceirização Externa	3,245	1,000	1,000	0,453

Tabela 37 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo.

Auditoria Processo	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,699	0,297	0,183
Terceirização Interna	1,431	1,000	0,758	0,316
Terceirização Externa	3,366	1,320	1,000	0,501

Tabela 38 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação.

Tempo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,416	0,416	0,172
Terceirização Interna	2,402	1,000	0,803	0,384
Terceirização Externa	2,402	1,246	1,000	0,444

Tabela 39 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação.

Custo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,401	0,349	0,158
Terceirização Interna	2,491	1,000	1,000	0,411
Terceirização Externa	2,862	1,000	1,000	0,431

Tabela 40 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Agilidade na Entrega.

Alternativas	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,416	0,200	0,126
Terceirização Interna	2,402	1,000	0,871	0,365
Terceirização Externa	5,000	1,149	1,000	0,509

Tabela 41 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Prazo na Entrega.

Prazo de Entrega	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,500	0,209	0,141
Terceirização Interna	2,000	1,000	1,000	0,370
Terceirização Externa	4,782	1,000	1,000	0,489

Tabela 42 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Número de Turnos Disponíveis.

Nº Turnos Dispon.	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,517	0,315	0,166
Terceirização Interna	1,933	1,000	0,758	0,345
Terceirização Externa	3,178	1,320	1,000	0,489

Tabela 43 – Vetores de Prioridade das Alternativas a luz do subcritério Volume de Produção Atual.

Volume Prod. Atual	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa	Vetor de Prioridade
Fabricação Interna	1,000	0,574	0,301	0,171
Terceirização Interna	1,741	1,000	0,803	0,341
Terceirização Externa	3,323	1,246	1,000	0,488

Uma vez definido os vetores de prioridade das áreas envolvidas a luz dos critérios, subcritérios e alternativas, e inserindo estes valores dos vetores de prioridades no *software Expert Choice* obtemos o seguinte resultado conforme Figura 21.

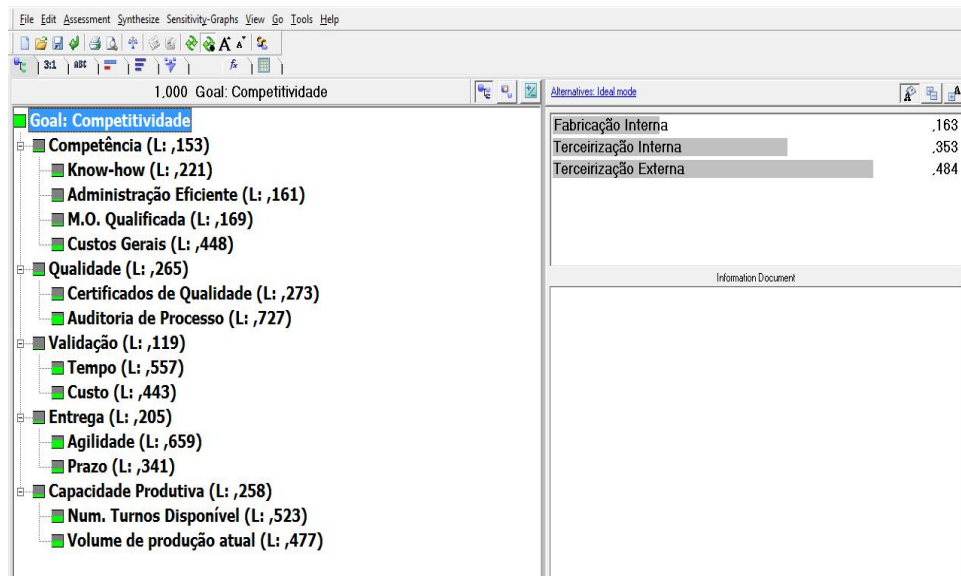


Figura 21: Matriz sintetizada dos departamentos da empresa á luz dos Critérios, Subcritérios e Alternativas

Resultado obtido através da abordagem AIJ

Vetor de Prioridade	
Fabricação Interna :	0,163
Terceirização Interna :	0,353
Terceirização Externa :	0,484

Abordagem AIP – *Aggregating Individual Priorities*

Pela abordagem AIP a decisão do grupo é ter uma avaliação global das alternativas , os vetores individuais finais de prioridades serão agregados por meio de uma média geométrica.

Sendo assim, ele baseia-se no julgamento completo de cada indivíduo do grupo, para agregar como decisão apenas as prioridades finais obtidas por cada indivíduo. Neste caso as matrizes de comparação, assim como os vetores de prioridade foram obtidos através do *Expert Choice*.

Assim, deve-se realizar o processo completo de decisão por AHP para cada um dos indivíduos. Para facilitar o entendimento, está demonstrado abaixo os valores dos vetores de prioridade de cada área entrevistada, as tabelas das matrizes de comparação das áreas envolvidas neste estudo estão no APÊNDICE E deste trabalho.

Desta forma temos os seguintes vetores de prioridades de cada área da empresa entrevistada, conforme Figura 22 .

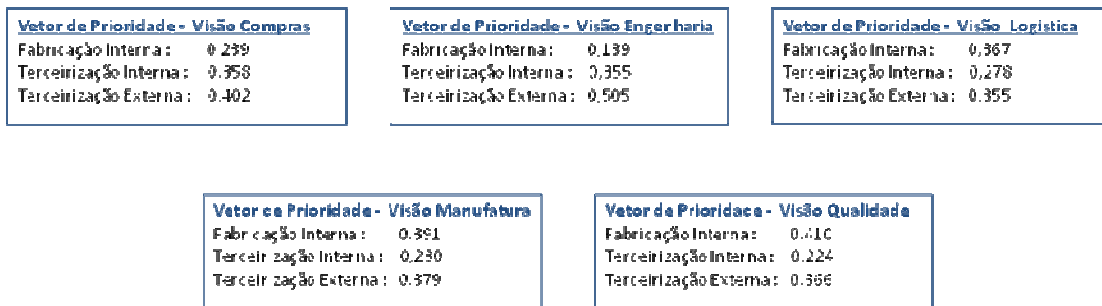


Figura 22: Vetores de Prioridade de cada área entrevistada

Resultado obtido através da Abordagem AIP

Vetor de Prioridade	
Fabricação Interna :	0,309
Terceirização Interna :	0,293
Terceirização Externa :	0,401

Na próxima fase serão apresentados os resultados obtidos através da metodologia adotada ao estudo de caso.

5.4 FASE 3 – AVALIAÇÃO DAS AÇÕES POTENCIAIS

A aplicação do método AHP se demonstrou apropriado para sua resolução, sendo possível alcançar resultados satisfatórios e auxiliar o processo decisório.

Na Fase 1 foi utilizado o Mapa Cognitivo. A partir de um problema de decisão de Terceirização de uma linha de montagem de Bombas d'água, foram definidos os critérios, subcritérios e três alternativas: a) manter a Fabricação Interna, b) Terceirização Interna e; c) Terceirização Externa. Nesta fase observou-se que a estrutura hierárquica obtida focava cinco departamentos da empresa: Compras, Qualidade, Engenharia, Logística e Manufatura. Os critérios considerados: Competência, Qualidade, Validação, Entrega e Capacidade Produtiva estão respectivamente associados a estes departamentos.

A Fase 2 ajudou a estruturar o problema proposto através do método AHP de forma que os resultados dos vetores de prioridades das alternativas tivessem um resultado em comum. No que tange as abordagens AIP e AIJ ambos foram favoráveis a Terceirização Externa.

Se houvesse dado divergência no resultado de ambas as abordagens, a recomendação seria reavaliar os critérios, subcritérios e alternativas sempre a luz do objetivo principal envolvendo as áreas responsáveis pela decisão. Enfatizando o objetivo principal e esclarecendo todas as dúvidas pertinentes de forma que seja criada uma nova matriz de comparação, uma vez definido os novos vetores de prioridades estes valores devem ser inseridos no *software Expert Choice* e através do método AHP com as abordagens AIP e AIJ analisar os novos resultados obtidos.

As dificuldades apresentadas nas alternativas propostas neste estudo se deram dos julgamentos individuais de cada departamento, que dificultavam a escolha da melhor alternativa para a empresa, uma vez que possuíam objetivos específicos favoráveis para cada departamento. Foram revisadas várias vezes a avaliação dos critérios, subcritérios e alternativas com os departamentos envolvidos de forma que ficasse claro o foco do problema.

A terceirização externa foi a melhor opção dentre as outras, uma vez que dentro dos critérios estabelecidos, ajuda a empresa a aumentar seu espaço fabril de forma que haja aumento do volume de produção de seu principal *core business* aumentando assim

sua competitividade, além de eliminar o custo interno da empresa com esta operação de montagem da bomba de água, produto este que não possui valor agregado dentro da operação da empresa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese utilizou o Mapa Cognitivo e o método AHP neste estudo de caso, que traz uma análise de um problema em uma empresa metalúrgica no que tange o apoio à decisão.

O problema estudado tem como objetivo analisar a viabilidade de terceirização de uma linha de montagem de Bombas d'água dentro de uma empresa multinacional especializada na fabricação de motores a Diesel. Ou seja, um complexo problema de decisão na medida em que trata de assuntos que envolvem pessoas, qualidade e aumento do lucro da empresa, fatores estes fundamentais para o aumento da competitividade da empresa.

Foram realizadas entrevistas com os departamentos envolvidos na decisão deste problema. Neste caso Manufatura, Compras, Engenharia, Qualidade e Logística, afim de obter todos os pontos de vistas importantes nesta decisão. Mesmo com as matrizes de comparações a luz do objetivo, critérios e subcritérios definidas, surgiu a necessidade de novas reuniões com os departamentos para obter o consenso de alguns julgamentos divergentes e obter uma estrutura hierarquica do problema que atendesse o objetivo principal.

Por ser tratar de uma análise de decisão em grupo utilizando o método AHP, foi necessário utilizar abordagens AIP e AIJ para validar os resultados obtidos.

Vale salientar que todos os vetores de prioridades calculados nas matrizes de comparação através do método AHP considerando as abordagens acima, foram validados através do *software Expert Choice* tornando o resultado mais confiável.

Assim diante do exposto, o resultado obtido favorece a Terceirização Externa desta linha de montagem. Porém, este resultado dentro do contexto prático e na decisão a ser tomada pela empresa, outros aspectos devem ser considerados como: aspectos sociais, físicos e técnicos que influenciam na viabilidade desta decisão.

A contribuição desta tese se encontra no método apresentado, inédito até então nesta empresa, e que torna o processo de decisão mais estruturado e fundamentado dentro de uma metodologia de apoio a decisão. Esta metodologia ajuda a empresa a tomar as decisões futuras de forma apropriada e definir estratégias diante de novos desafios do mercado.

7 REFERÊNCIAS

BASTOS, A. V. B. **Mapas cognitivos e a pesquisa organizacional**: explorando aspectos metodológicos. *Estudos de Psicologia*. Natal, v. 7, número especial. 2002.

BRONSON, R. **Matrizes**. New York: McGraw-Hill, 1989.

COSTA, T. C. **Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão**. São Jose dos Campos, 2008.

EDEN, C.; JONES, S.; SIMS, D. **Messing about problems**. Oxford: Pergamon, 1983.

EDEN, C. Cognitive mapping. **European Journal of Operational Research**, n. 36, 1998.

EDEN, C.; ACKERMANN, F. **Making strategy**. London: Sage Publications Ltd., 1998.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; ZANELLA, I. et al. **Metodologias multicritério em apoio à decisão**. 1998. Santa Catarina, LabMCDA. Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 1998.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. M. D. **Apoio a decisão**: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Insular, 2001.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis**: state of the art surveys. New York: Springer Science, 2005.

FORMAN, E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgements and priorities with the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 108, p. 165-169. 1989.

GIBNEY, R.; SHANG, J. Decision making in academia: a case of the dean selection process. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 46, p. 1030-1040. 2006.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 289p.

GOMES, L. F. A. M.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2004.

JACQUET-LAGRÈZE, E. **Basic Concepts for Multicriteria Decision**. In: Fandel, G., Spronk, J (Eds) Multiple criteria decision methods and applications. New York: Springer, 1985.

JARDIM, S. B. **Aplicabilidade de algumas técnicas de análise multiobjetivo ao contexto decisório dos comitês de bacia hidrográfica**. 1999. Dissertação (Mestrado) Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

JARDIM, S.B. **Mapas cognitivos: um caminho para construir estratégias**. Porto Alegre, 2002.

JARDIM, S. B. **Aplicabilidade de algumas técnicas de análise multiobjetivo ao contexto decisório dos comitês de bacia hidrográfica**. Dissertação (Mestrado) Instituto de Pesquisas Hidráulicas - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

KEENEY, R. L. **Value-Focused Thinking: a path to creative decision making**, Cambridge (USA): Harvard University, 1992.

LUFTMAN, J.N.; LEWIS, P.R.; OLDACH, S.H. Transforming the enterprise: the alignment of business and information technology strategies. **IBM Systems Journal**, v.32, n.1, 1993.

MAJOR, G. L. A. **Problema de seleção de fornecedores: uma abordagem através dos métodos de apoio multicritério à decisão AHP e ANP**, Relatório Final de Atividades, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, Brasil. 2008.

MENEZES, A. B. **Método de Análise Hierárquica (AHP) em priorização de projetos**, Relatório Final de Atividades, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, Brasil. 2008.

NASCIMENTO, L.P.A.S, **Aplicação do método AHP com as abordagens Ratings e BOCR: o projeto F-X2**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, São José dos Campos, 2010.

OLIVEIRA, C.A. **Passo a passo no AHP: fundamentos algébricos**. Relatório Técnico. Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, São José dos Campos, 2006.

OLIVEIRA, M. de **Estudo do valor da informação da análise de decisão**, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2002.

PENIWATI, K. Criteria for evaluating group decision-making methods. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 46, p. 935-947, 2006.

PEROTE, J. A., BELDERRAIN, M. C. N. **Aplicação de mapas cognitivos e AHP para seleção de aeronaves por uma companhia aérea regular**. Relatório Técnico. Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, São José dos Campos, 2010.

PIDD, M. **Modelagem empresarial ferramentas para a tomada de decisão**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

RIEG, D. L. **Planejamento estratégico: uso das metodologias mapeamento cognitivo e planejamento estratégico situacional em uma situação concreta**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

ROY, B. The optimization problem formulation: criticism and overstepping. **Journal of Operational Research Society**, v. 32, n.6, p.427-436, 1981.

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

SAATY, T. L. **Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs and risks**. Pittsburg: RWS Publications, 2005.

SAATY, T.L. **Fundamentals of decision making and priority theory with the analytic hierarchy process**. Pittsburgh: RWS Publications, 2000.

SAATY, T. L.; PENIWATI, K. **Group decision making**: drawing out and reconciling differences. Pittsburgh: RWS Publications, 2008.

VIEIRA, G. H. **Análise e comparação dos métodos de decisão multicritério AHP clássico e multiplicativo**, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, São José dos Campos, 2006.

VINCKE, P. **Multicriteria decision aid**. New York: John Wiley, 1992.

WIERZBICKI, A. On the role of intuition in decision-making and some ways of multicriteria aid of intuition. **Journal of Multi-Criteria Decisions Analysis**, v. 6, n. 6, p. 65-76. 1997.

ZAWADZKI, M. ; BELDERRAIN, M. C. N. O Uso de Mapas Cognitivos para a Estruturação de Problemas. In: SIGE - Simpósio de Aplicações em Áreas de Defesa, São José dos Campos, SP, Brasil, setembro 2008.

APÊNDICE A

Análise dos critérios, subcritérios e alternativas do departamento de Qualidade

Tabela 01 - Matriz de Comparação dos Critérios á luz do objetivo: Aumento da Competitividade.

Critérios	Competência	Qualidade	Validação	Entrega
Competência	1	1/5	1/3	1
Qualidade	5	1	2	4
Validação	3	1/2	1	1/3
Entrega	1	1/4	3	1
Capacidade Produtiva	1	4	3	1

Tabela 02 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Competência.

Subcritérios	Know-how	Admin. Eficiente	M.O. Qualificada	Custos Gerais
Know-how	1	3	1/4	1
Admin. Eficiente	1/3	1	1/2	1/5
M.O. Qualificada	4	2	1	4
Custos Gerais	1	5	1/4	1

Tabela 03 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade.

Subcritérios	Certific. Qualidade	Audit. de Processo
Certific. Qualidade	1	1/5
Audit. de Processo	5	1

Tabela 04 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Validação.

Subcritérios	Tempo	Custo
Tempo	1	2
Custo	1/2	1

Tabela 05 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Entrega.

Subcritérios	Agilidade	Prazo
Agilidade	1	3
Prazo	1/3	1

Tabela 06 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Capacidade.

Subcritérios	Num.Turnos Dispon.	Volume Prod. Atual
Num.Turnos Dispon.	1	2
Volume Prod. Atual	1/2	1

Tabela 07 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Know-how.

Know-how	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/5	1/5
Terceirização Interna	5	1	1/3
Terceirização Externa	5	3	1

Tabela 08 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente.

Adm. Eficiente	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1/2
Terceirização Externa	3	2	1

Tabela 09 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério M.O. Qualificada.

M.O. Qualificada	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	3	1
Terceirização Interna	1/3	1	2
Terceirização Externa	1	1/2	1

Tabela 10 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais.

Custos Gerais	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/2
Terceirização Interna	3	1	1
Terceirização Externa	2	1	1

Tabela 11 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Cert. Qualidade.

Cert. Qualidade	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/5
Terceirização Interna	1	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 12 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo.

Auditoria Processo	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/4
Terceirização Interna	1	1	1/2
Terceirização Externa	4	2	1

Tabela 13 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação.

Tempo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/2
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	2	1	1

Tabela 14 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação.

Custo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	1	1	1

Tabela 15 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Agilidade na Entrega.

Alternativas	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 16 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Prazo na Entrega.

Prazo de Entrega	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 17 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Num. Turnos Dispon.

Nº Turnos Dispon.	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

Tabela 18 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Volume de Prod. Atual.

Volume Prod. Atual	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/3
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

APÊNDICE B

Análise dos critérios, subcritérios e alternativas do departamento de Logística

Tabela 01 - Matriz de Comparação dos Critérios á luz do objetivo: Aumento da Competitividade.

Critérios	Competência	Qualidade	Validação	Entrega	Capacidade Produtiva
Competência	1	1/2	1	1/2	1
Qualidade	2	1	2	1	1/2
Validação	1	1/2	1	1/4	1/3
Entrega	2	1	4	1	1
Capacidade Produtiva	1	2	3	1	1

Tabela 02 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Competência.

Subcritérios	Know-how	Admin. Eficiente	M.O. Qualificada	Custos Gerais
Know-how	1	5	1	1/4
Admin. Eficiente	1/5	1	2	3
M.O. Qualificada	1	1/2	1	1/4
Custos Gerais	4	1/3	4	1

Tabela 03 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade.

Subcritérios	Certific. Qualidade	Audit. de Processo
Certific. Qualidade	1	1/3
Audit. de Processo	3	1

Tabela 04 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Validação.

Subcritérios	Tempo	Custo
Tempo	1	5
Custo	1/5	1

Tabela 05 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Entrega.

Subcritérios	Agilidade	Prazo
Agilidade	1	2
Prazo	1/2	1

Tabela 06 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Capacidade Produtiva.

Subcritérios	Num.Turnos Dispon.	Volume Prod. Atual
Num.Turnos Dispon.	1	1
Volume Prod. Atual	1	1

Tabela 07 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Know-how.

Know-how	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/5	1/5
Terceirização Interna	5	1	1/3
Terceirização Externa	5	3	1

Tabela 08 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente.

Adm. Eficiente	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/5	1/5
Terceirização Interna	5	1	1/2
Terceirização Externa	5	2	1

Tabela 09 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério M.O Qualificada.

M.O Qualificada	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	2	1
Terceirização Interna	1/2	1	1
Terceirização Externa	1	1	1

Tabela 10 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais.

Custos Gerais	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/4	1/5
Terceirização Interna	4	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 11 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Cert. Qualidade

Cert. Qualidade	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

Tabela 12 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo

Auditoria Processo	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/3
Terceirização Interna	1	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

Tabela 13 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação

Tempo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/2
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	2	1	1

Tabela 14 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação.

Custo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/4	1/4
Terceirização Interna	4	1	1
Terceirização Externa	4	1	1

Tabela 15 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Agilidade na Entrega.

Alternativas	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 16 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Prazo na Entrega.

Prazo de Entrega	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 17 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Num. Turnos Dispon..

Nº Turnos Dispon.	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/4
Terceirização Interna	3	1	1
Terceirização Externa	4	1	1

Tabela 18 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Volume de Prod. Atual.

Volume Prod. Atual	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/3
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

APÊNDICE C

Análise dos critérios, subcritérios e alternativas do departamento de Manufatura

Tabela 01 - Matriz de Comparação dos Critérios á luz do objetivo: Aumento da Competitividade.

Critérios	Competência	Qualidade	Validação	Entrega
Competência	1	1/2	3	1
Qualidade	2	1	2	4
Validação	1/3	1/2	1	1/4
Entrega	1	1/4	4	1
Capacidade Produtiva	1	4	3	1

Tabela 02 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Competência.

Subcritérios	Know-how	Admin. Eficiente	M.O. Qualificada	Custos Gerais
Know-how	1	2	1/3	1/4
Admin. Eficiente	1/2	1	2	1/5
M.O. Qualificada	3	1/2	1	1/4
Custos Gerais	4	5	4	1

Tabela 03 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade.

Subcritérios	Certific. Qualidade	Audit. de Processo
Certific. Qualidade	1	1/3
Audit. de Processo	3	1

Tabela 04 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Validação.

Subcritérios	Tempo	Custo
Tempo	1	5
Custo	1/5	1

Tabela 05 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Entrega.

Subcritérios	Agilidade	Prazo
Agilidade	1	1/2
Prazo	2	1

Tabela 06 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Capacidade.

Subcritérios	Num.Turnos Dispon.	Volume Prod. Atual
Num.Turnos Dispon.	1	2
Volume Prod. Atual	1/2	1

Tabela 07 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Know-how.

Know-how	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/5	1/5
Terceirização Interna	5	1	1/3
Terceirização Externa	5	3	1

Tabela 08 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente.

Adm. Eficiente	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1/2
Terceirização Externa	3	2	1

Tabela 09 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério M.O Qualificada.

M.O Qualificada	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/4
Terceirização Interna	2	1	1/2
Terceirização Externa	4	2	1

Tabela 10 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais.

Custos Gerais	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/4	1/5
Terceirização Interna	4	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 11 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Cert. Qualidade

Cert. Qualidade	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/2
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	2	1	1

Tabela 12 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo

Auditoria Processo	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/3
Terceirização Interna	1	1	1/2
Terceirização Externa	3	2	1

Tabela 13 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação

Tempo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/2
Terceirização Interna	2	1	1/3
Terceirização Externa	2	3	1

Tabela 14 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação.

Custo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/3
Terceirização Interna	1	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

Tabela 15 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Agilidade na Entrega.

Alternativas	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 16 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Prazo na Entrega.

Prazo de Entrega	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/4
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	4	1	1

Tabela 17 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Num. Turnos Dispon..

Nº Turnos Dispon.	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/3
Terceirização Interna	1	1	1/2
Terceirização Externa	3	2	1

Tabela 18 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Volume de Prod. Atual.

Volume Prod. Atual	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/3
Terceirização Interna	1	1	1/3
Terceirização Externa	3	3	1

APÊNDICE D

Análise dos critérios, subcritérios e alternativas do departamento de Engenharia

Tabela 01 - Matriz de Comparação dos Critérios á luz do objetivo: Aumento da Competitividade.

Critérios	Competência	Qualidade	Validação	Entrega	Capacidade Produtiva
Competência	1	1/3	1/3	1	1
Qualidade	3	1	1/2	4	2
Validação	3	2	1	2	2
Entrega	1	1/4	1/2	1	1
Capacidade Produtiva	1	1/2	1/2	1	1

Tabela 02 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Competência.

Subcritérios	Know-how	Admin. Eficiente	M.O. Qualificada	Custos Gerais
Know-how	1	1	3	1/2
Admin. Eficiente	1	1	2	1/5
M.O. Qualificada	1/3	1/2	1	1/4
Custos Gerais	2	5	4	1

Tabela 03 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Qualidade.

Subcritérios	Certific. Qualidade	Audit. de Processo
Certific. Qualidade	1	1/3
Audit. de Processo	3	1

Tabela 04 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Validação.

Subcritérios	Tempo	Custo
Tempo	1	1/4
Custo	4	1

Tabela 05 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Entrega.

Subcritérios	Agilidade	Prazo
Agilidade	1	3
Prazo	1/3	1

Tabela 06 - Matriz de Comparação dos Subcritérios do Critério Capacidade.

Subcritérios	Num.Turnos Dispon.	Volume Prod. Atual
Num.Turnos Dispon.	1	2
Volume Prod. Atual	1/2	1

Tabela 07 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Know-how.

Know-how	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1
Terceirização Interna	2	1	1/3
Terceirização Externa	1	3	1

Tabela 08 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Administração Eficiente.

Adm. Eficiente	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/3
Terceirização Interna	3	1	1/2
Terceirização Externa	3	2	1

Tabela 09 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério M.O Qualificada.

M.O Qualificada	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1/2
Terceirização Externa	5	2	1

Tabela 10 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custos Gerais.

Custos Gerais	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/4	1/5
Terceirização Interna	4	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 11 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Cert. Qualidade.

Cert. Qualidade	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/3
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	3	1	1

Tabela 12 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Auditoria de Processo.

Auditoria Processo	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/4
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	4	1	1

Tabela 13 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Tempo de Validação.

Tempo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/5	1/5
Terceirização Interna	5	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 14 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Custo de Validação.

Custo de Validação	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/3	1/4
Terceirização Interna	3	1	1
Terceirização Externa	4	1	1

Tabela 15 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Agilidade na Entrega.

Alternativas	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/5	1/5
Terceirização Interna	5	1	1/2
Terceirização Externa	5	2	1

Tabela 16 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Prazo na Entrega.

Prazo de Entrega	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

Tabela 17 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Num. Turnos Dispon..

Nº Turnos Dispon.	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1	1/3
Terceirização Interna	1	1	1/2
Terceirização Externa	3	2	1

Tabela 18 - Matriz de Comparação das Alternativas a luz do subcritério Volume de Prod. Atual.

Volume Prod. Atual	Fabricação Interna	Terceirização Interna	Terceirização Externa
Fabricação Interna	1	1/2	1/5
Terceirização Interna	2	1	1
Terceirização Externa	5	1	1

APÊNDICE E

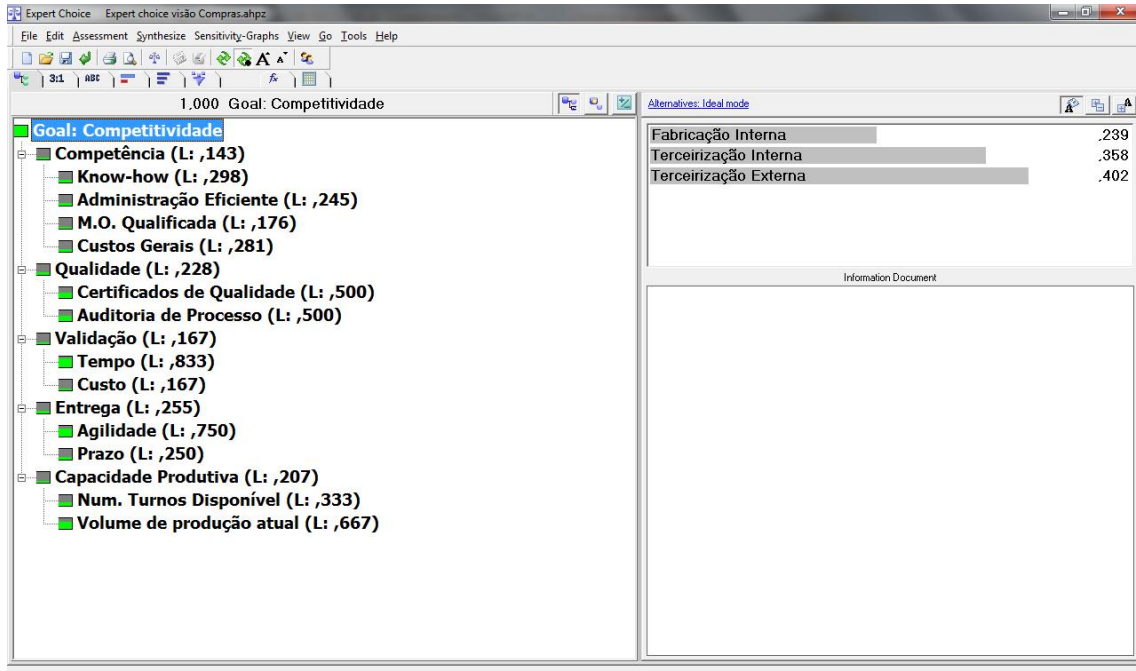


Figura 01 – Vetores de Prioridade do departamento de Compras.

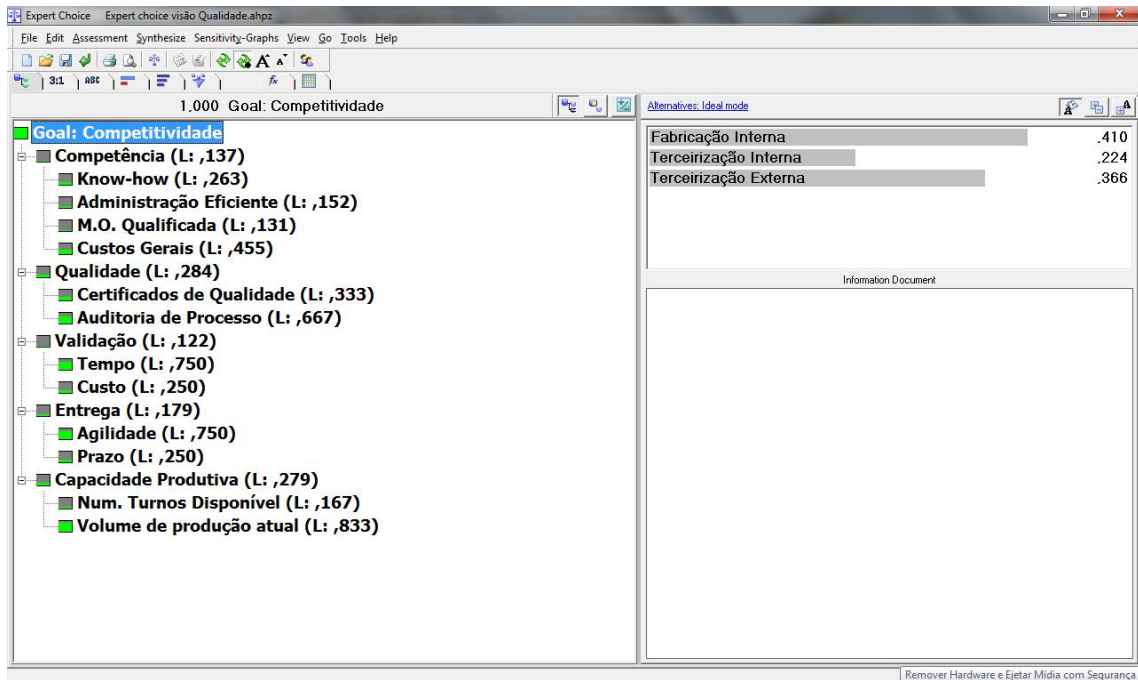


Figura 02 – Vetores de Prioridade do departamento de Qualidade.

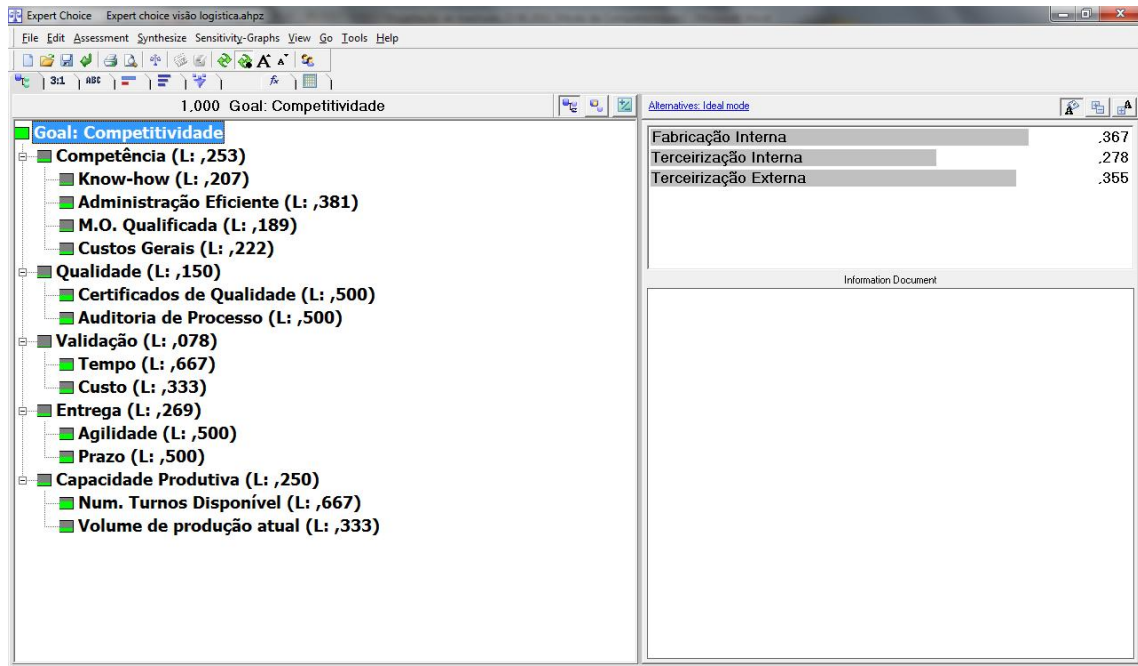


Figura 03 – Vetores de Prioridade do departamento de Logística.

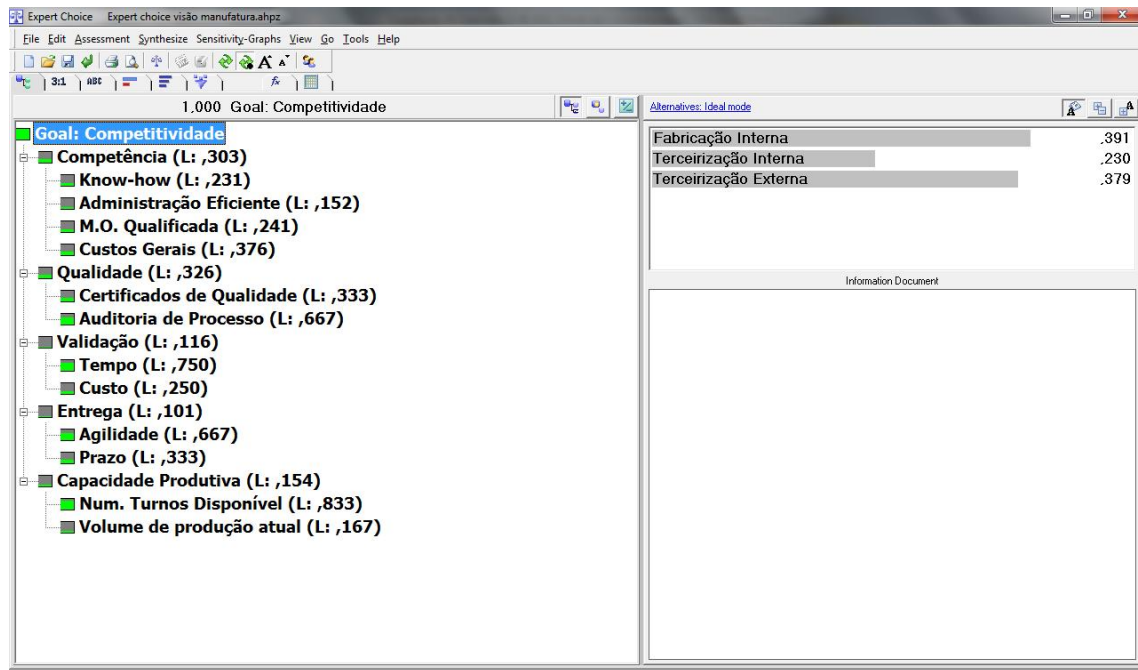


Figura 04 – Vetores de Prioridade do departamento de Manufatura.

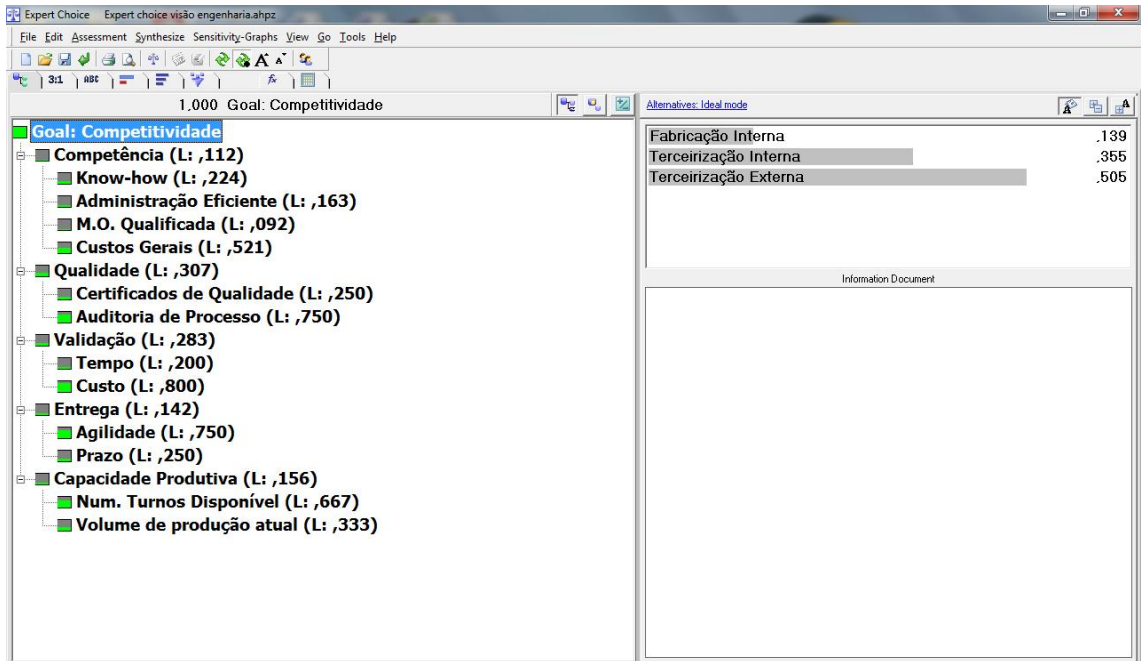


Figura 05 – Vetores de Prioridade do departamento de Engenharia.