



FACULDADE DE ECONOMIA E FINANÇAS IBMEC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM
ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
PROFISSIONALIZANTE EM ADMINISTRAÇÃO

**Análise Multiatributo com Tratamento da
Incerteza: Aplicação do Método *INTERVAL
SMART / SWING WEIGHTING* à Escolha de
Fornecedores de Serviços de TI**

Miguel da Rocha Leal Junior

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes

Rio de Janeiro, 13 de março de 2008

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

**ANÁLISE MULTIATRIBUTO COM TRATAMENTO DA INCERTEZA:
APLICAÇÃO DO MÉTODO *INTERVAL SMART/SWING WEIGHTING* À ESCOLHA
DE FORNECEDORES DE SERVIÇOS DE TI**

MIGUEL DA ROCHA LEAL JUNIOR

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado
Profissionalizante em Administração como
requisito parcial para obtenção do Grau de
Mestre em Administração.
Área de Concentração: Administração Geral.

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ FLAVIO AUTRAN MONTEIRO GOMES

Rio de Janeiro, 13 de março de 2008.

**ANÁLISE MULTIATRIBUTO COM TRATAMENTO DA INCERTEZA:
APLICAÇÃO DO MÉTODO *INTERVAL SMART/SWING WEIGHTING* À ESCOLHA
DE FORNECEDORES DE SERVIÇOS DE TI**

MIGUEL DA ROCHA LEAL JUNIOR

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado
Profissionalizante em Administração como
requisito parcial para obtenção do Grau de
Mestre em Administração.
Área de Concentração: Administração Geral.

Avaliação: 13 de março de 2008.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr. LUIZ FLAVIO AUTRAN MONTEIRO GOMES (Orientador)
Instituição: Faculdades Ibmecc – Ibmecc/RJ

Professor Dr. EDSON JOSE DALTO
Instituição: Faculdades Ibmecc – Ibmecc-RJ

Professor Dr. LUIS ALBERTO DUNCAN RANGEL
Instituição: Universidade Federal Fluminense – UFF/RJ

Rio de Janeiro, 13 de março de 2008.

658.4035
L435

Leal Junior, Miguel da Rocha.

Análise multiatributo com tratamento da incerteza: aplicação do método INTERVAL SMART / SWING WEIGHTING à escolha de fornecedores de serviços de TI / Miguel da Rocha Leal Junior. - Rio de Janeiro: Faculdades Ibmecc, 2008.

Dissertação de Mestrado Profissionalizante apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração das Faculdades Ibmecc, como requisito parcial necessário para a obtenção do título de Mestre em Administração.

Área de concentração: Administração Geral.

1. Apoio à decisão. 2. Apoio multicritério à decisão. 3. Tratamento da incerteza

AGRADECIMENTOS

Acredito que o sucesso individual é sempre fruto da participação de várias pessoas, que de maneira direta ou indireta, dão o suporte necessário à conquista de um objetivo. Agradecer à essas pessoas nada mais é do que expressar o sentimento de gratidão, um dos sentimentos mais importantes do ser humano.

Meus sinceros agradecimentos:

Ao meu pai Miguel (em memória) e minha mãe Emília, por terem me passado os conceitos de ética e de justiça, e a importância do estudo e aprendizado constantes.

À minha filha Bruna, por ter suportado com paciência a minha ausência, mesmo passando por momentos difíceis em sua vida.

Ao meu diretor presidente Marcus Rissel e ao diretor financeiro Hugo Barbagelata, por terem confiado no meu potencial e investido em minha carreira.

Ao meu orientador Luiz Flávio Autran Monteiro Gomes e aos professores convidados Luis Alberto Duncan Rangel e Edson José Dalto, pelo estímulo, atenção e contribuição no desenvolvimento da dissertação.

Ao corpo docente do Ibmecc, pela dedicação à transferência de seus conhecimentos, e à preocupação em manter o alto nível da instituição.

Aos meus colegas e amigos de turma, pela convivência nestes últimos dois anos e pela oportunidade de trocar experiências.

À Rita da secretaria e à Paula da biblioteca, pela dedicação ao aluno, buscando sempre ajudar nos problemas de maneira rápida e competente.

RESUMO

O mercado cada vez mais competitivo faz com que muitas decisões devam ser tomadas em cenários complexos e de alto risco, de forma rápida e precisa. Essa combinação de fatores torna necessária a utilização de métodos de apoio à decisão que proporcionem uma maneira de se tratar imprecisão no julgamento das alternativas, uma vez que não há geralmente tempo hábil para um levantamento mais completo das informações. Esse trabalho mostra a utilização do método MAUT, publicado por Keeney e Raiffa em 1976, combinado com o método de tratamento da incerteza *INTERVAL SMART/SWING WEIGHTING*, publicado por Mustajoki, Hamalainen e Salo em 2005. Descreve os conceitos principais que envolvem esses métodos, e a aplicação prática através de um estudo de caso para escolha de um fornecedor de serviço de impressão. A construção da árvore de valor, bem como os valores máximo e mínimo dos atributos e das alternativas em relação aos atributos, foram inseridos no *software* WINPRE, disponível no endereço de internet <www.decisionarium.hut.fi>, para a determinação da dominância entre as alternativas. Faz ainda uma análise de sensibilidade comparando o resultado de dominância obtido na primeira avaliação com outros dois resultados obtidos com os seguintes cenários: escolha de um novo atributo como referência; classificação das alternativas segundo os valores agregados mínimo, máximo e central um novo cenário onde é escolhido um novo atributo como referência. Conclui que o método pode ser aplicado com êxito na seleção de fornecedores de serviços de TI, sendo capaz de atender as questões de incerteza, comuns a um processo decisório.

Palavras Chave: Análise Multiatributo. Incerteza. *INTERVAL SMART/SWING*.

ABSTRACT

The increasingly competitive market means that many decisions should be taken on complex and high risk scenarios, in a quickly and accurately way. This combination of factors makes it necessary to use methods of decision-support that provide a way to treat inaccuracy in the trial of the alternatives, since there is usually no time for a more complete survey of information. This work demonstrates the use of the method MAUT, published by Keeney and Raiffa in 1976, combined with the method of treatment of inaccuracy INTERVAL SMART / SWING WEIGHTING, published by Mustajoki, Hamalainen and Salo (2005). It describes the main concepts involving these methods, as well as the practical implementation through a case study to choosing a service provider of print. The construction of the tree of value, as well as the minimum and maximum values of the attributes and of the alternatives in relation to the attributes, were inserted into WINPRE software, available at the internet address <www.decisionarium.hut.fi>. This software was used to determine the dominance between the alternatives. It also makes a sensitivity analysis comparing the result of dominance achieved in the first evaluation with the results obtained with two new scenarios: choice of a new attribute as a reference; classification of alternatives calculated considering minimum, maximum and central aggregate values. It concludes that the method can be applied successfully in the selection of suppliers for IT services, being able to meet uncertainty issues, in a decision-making process.

Key Words: Multi-attribute Analysis. Supplier Selection. INTERVAL SMART/SWING.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Processo de decisão multicritério segundo Belton e Stewart (2002).....	15
Figura 2: Etapas do processo de tomada de decisão multicritério.....	16
Figura 3: Dominância entre as alternativas comparando Custo x Benefício	22
Figura 4: Exemplo de <i>feasible region</i>	30
Figura 5: Utilização do <i>software</i> WINPRE.....	36
Figura 6: Fase de Pré-Análise	43
Figura 7: Fase de Análise da Dominância	45
Figura 8: Árvore de Valor.....	46
Figura 9: Fase de Análise de Sensibilidade	50
Figura 10: Árvore de Valor capturada do <i>software</i> WINPRE	52
Figura 11: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Custo”.....	53
Figura 12: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Capilaridade”.	54
Figura 13: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Alinhamento Estratégico”. ...	54
Figura 14: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Nível de Serviço”.....	54
Figura 15: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Qualidade de Atendimento”. ..	55
Figura 16: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Recursos”.....	55
Figura 17: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Gestão”.	55
Figura 18: Pesos capturados do <i>software</i> WINPRE.....	56
Figura 19: Dominância capturada do <i>software</i> WINPRE.....	57
Figura 20: Pesos capturados do <i>software</i> WINPRE.....	59
Figura 21: Dominância capturada do <i>software</i> WINPRE.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características dos métodos da família Electre	12
Tabela 2: Objetivos dos métodos da família Prométhée.....	13
Tabela 3: Preferências do decisor segundo Roy e Bouyssou (1993).....	14
Tabela 4: Pontuação de uma alternativa em relação aos critérios	20
Tabela 5: Aplicação da técnica SMART	24
Tabela 6: Aplicação da técnica SMARTER.....	25
Tabela 7: Aplicação da técnica <i>SWING WEIGHTING</i>	26
Tabela 8: Identificação da alternativa dominante pelo valor agregado	31
Tabela 9: Escala do questionário de pesquisa de qualidade de atendimento	44
Tabela 10: Critério de pontuação do atributo “Qualidade de Atendimento”	48
Tabela 11: Critérios de pontuação do atributo “Nível de Serviço”	48
Tabela 12: Critérios de pontuação do atributo “Capilaridade de Atendimento”.....	48
Tabela 13: Critérios de pontuação do atributo “Recursos Técnicos”.....	49
Tabela 14: Critérios de pontuação do atributo “Alinhamento Estratégico”	49
Tabela 15: Critérios de pontuação do atributo “Gestão”	49
Tabela 16: Critérios de pontuação do atributo “Custo Anual”	49
Tabela 17: Avaliação das alternativas segundo os critérios mínimos	51
Tabela 18: Avaliação das alternativas segundo os critérios estabelecidos	52
Tabela 19: Valores máximos e mínimos de cada alternativa em relação aos atributos.....	53
Tabela 20: Valores máximos e mínimos dos pesos dos atributos	56
Tabela 21: Alternativas Dominantes x Alternativas não Dominantes.....	57
Tabela 22: Classificação considerando os valores mínimo, máximo e central.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
ELECTRE	<i>Elimination Et Choix Traduisant la Réalité</i>
IDS	<i>Information and Decision Solutions</i>
MAUT	<i>Multi-attribute Utility Theory</i>
MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Analysis</i>
PROMÉTHÉE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
SMART	<i>Simple Multi-Attribute Rating Technique</i>
SMARTER	<i>Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking.</i>
TI	Tecnologia da Informação
WINPRE	<i>Workbench for Interactive Preference Programming</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Contexto	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Justificativa	3
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 A Terceirização de Serviços de Informática	6
2.2 Métodos de Apoio Multicritério a Decisão.....	9
2.3 Escolas Francesa e Americana	11
2.4 Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT)	13
2.4.1 Processo de Tomada de Decisão	14
2.4.2 Definição dos Pesos de Cada Atributo	23
2.4.3 Definição dos Valores das Alternativas em Relação aos Critérios	26
2.5 Incorporando Imprecisão ao Método SMART/SWING WEIGHTING - Intervalos..	27
2.5.1 Método de Julgamento por Intervalo.....	28
2.5.2 Escolha do Atributo de Referência.....	31
2.5.3 Definição dos Intervalos	33
2.5.4 Regras de Decisão para Alternativas não Dominadas	34
2.6 Software WINPRE	36
3 ESCOLHA DO MÉTODO	37
4 ESTUDO DE CASO	40
4.1 Descrição do Problema	40
4.2 Metodologia.....	42

4.2.1 Fase I – Pré-Análise	42
4.2.2 Fase II – Análise de Dominância	45
4.2.3 Fase III – Análise de Sensibilidade	52
4.3 Apresentação dos Resultados	51
4.3.1 Pré-Análise.....	51
4.3.2 Análise de Dominância.....	52
4.3.3 Análise de Sensibilidade.....	58
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.	63
6 REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

A empresa W-Cosmetic era uma multinacional alemã presente em mais de 140 países com cerca de 10.000 funcionários. No Brasil, tinha cerca de 1000 funcionários, uma força de vendas de aproximadamente 150 pessoas, presente em quase todos os estados, exceto na região Norte. Possuía filiais no Rio de Janeiro, São Paulo e Bahia.

Tinha como característica, a autonomia das diversas regiões e países, baixo nível de terceirização das áreas operacionais, e falta de padrões globais para as áreas administrativas financeiras. No Brasil, o departamento de Tecnologia da Informação buscava soluções locais, sem a interferência da matriz alemã. Não existiam soluções globais para serviços e produtos, exceto correio eletrônico e ERP que eram padrão mundial.

Em 2003 foi adquirida pela P-Comércio, como parte de uma estratégia para o desenvolvimento do segmento de negócios de cosméticos. Empresa americana, com padrões e controles mais rígidos, enfrentou problemas no início para fazer uma integração das duas empresas. Acionistas minoritários da W-Cosmetic não abriram mão de suas ações, o que fez com que a empresa não pudesse fazer uma integração total. Em 2005 foi iniciado o primeiro processo de integração que incluía o segmento de negócio “*consumer*”. A W-Cosmetic se tornou W-Cosmetic Professionals, ficando apenas com o segmento de negócios de salão. Foi

então estabelecido que a integração total somente aconteceria a partir de 2010, porém, alguns padrões globais da P-Comércio já deveriam ser adotados, e algumas dessas medidas atingiram o departamento de TI.

Chamado de *IDS-Information and Decision Solutions*, o departamento de TI passou a participar de fóruns internacionais, a fim de que seguisse as diretrizes estratégicas mundiais da P-Comércio. Dentre essas estratégias globais, estava a terceirização de serviços operacionais. A P-Comércio tem como estratégia a terceirização de todos os serviços que não fazem parte direta da estratégia de negócios da empresa. Por exemplo, a folha de pagamento, os serviços de instalação predial, além de serviços de TI como *helpdesk*, infraestrutura de rede, servidores, programação etc, são terceirizados com empresas do mercado que não necessariamente estão no Brasil.

Os contratos podem ser locais, regionais ou globais, desde que não haja risco para a segurança das informações. A redução de custo tem sido foco da organização nos últimos dois anos principalmente.

1.2 Objetivo

Segundo Miller (1956), a mente humana tem importantes limitações na quantidade de informação que consegue receber, processar e relembrar. Os seres humanos têm dificuldade em considerar, de forma simultânea, um elevado número de fatores, e organizá-los em ordem de importância.

Quando os problemas se tornam complexos, com uma considerável quantidade de critérios e alternativas, e quando as consequências de uma escolha podem trazer grandes impactos financeiros, pessoais, ou estratégicos, é necessário se tomar decisões com o auxílio de

ferramentas que possam classificar, e auxiliar de forma coerente e consistente a tomada de decisão.

Este trabalho faz uso dos métodos MAUT (*Multiattribute Utility Theory*), oriundo da escola americana, e publicado por Keeney e Raiffa (1976); e *INTERVAL SMART/SWING WEIGHTING*, publicado por Mustajoki, Hamalainen, e Salo (2005), desenvolvido para tratar a incerteza na definição dos valores das alternativas e dos pesos dos atributos. Utiliza como base, um estudo de caso de um processo de escolha de um fornecedor de serviço de impressão para todos os locais do Brasil, e tem como principais objetivos:

- Demonstrar as vantagens na utilização de métodos multicritérios no apoio à tomada de decisão para projetos de terceirização de serviços de tecnologia da informação.
- Através do estudo de caso, avaliar os resultados do método e propor esse método como ferramenta a ser utilizada na escolha de novos serviços, sejam eles globais, regionais ou locais.
- Criar a partir da utilização do método, argumentação com base técnica de forma a reduzir as incertezas, e auxiliar na avaliação e escolha das alternativas, justificando a escolha de forma clara e transparente.

1.3 Justificativa

Atualmente, o cenário mundial caracteriza-se principalmente pelas mudanças constantes e a necessidade de adequação da empresa ao mercado de forma ágil e precisa. A concorrência em todas as áreas faz com que os decisores cada vez mais tenham que tomar decisões importantes, para problemas complexos, num tempo geralmente curto, com informações incompletas, e impactos importantes como consequência de uma decisão. Esse cenário

aumenta o risco de erro, e conseqüentemente, aumenta o custo em função muitas vezes da necessidade de se rever uma escolha, ou de se conviver com ela.

Redução de custo operacional se tornou fundamental, e o foco no negócio o objetivo principal das empresas. Redução de custo significa possibilidade de investimento maior em marketing, redução de preço, aumento de margem, busca de novos mercados, questões essas fundamentais para empresas que querem e precisam crescer.

Na década de 90, a terceirização de serviços operacionais com empresas especializadas foi a solução encontrada por muitas empresas para reduzir custo através de grandes contratos e ganho em escala, e dessa forma manter a empresa focada naquilo que é mais importante que é o negócio. A busca por parceiros que pudessem fornecer um serviço de qualidade e capilaridade que uma multinacional precisa, com contratos de longo prazo, tornou a escolha complexa, e com impactos e conseqüências importantes.

A empresa W-Cosmetic Professionals, apesar de buscar estruturar as informações para uma tomada de decisão, definindo atributos e critérios que são importantes, ainda não utiliza uma ferramenta que proporcione um modelo estruturado para apresentar uma ordenação das alternativas e uma visualização e uma argumentação transparente para a escolha de uma delas. O estudo apresentado neste trabalho se justifica na medida em que se avalia e se propõe uma ferramenta que contribuirá para reduzir as incertezas, e aumentar a precisão na tomada de decisão para contratação de serviços, indo de encontro à diretriz da empresa.

A utilização do método MAUT em conjunto o método de tratamento de imprecisão *INTERVAL SMART/SWING WEIGHTING* proporcionará uma maneira estruturada, consistente e transparente de se resolver problemas de decisão com múltiplos atributos na terceirização de serviços de tecnologia da informação. Proporcionará ainda a incorporação da imprecisão na definição de valores e pesos das alternativas e atributos respectivamente,

inerentes aos dias atuais onde as escolhas podem ser complexas, onde o tempo para a decisão geralmente é curto, e conseqüentemente as informações são incompletas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A Terceirização de Serviços de Informática

A terceirização cada vez mais tem se tornado uma prática nas empresas, principalmente no que se refere às atividades que não são diretamente ligadas ao negócio. O modelo de empresa baseado em um quadro fixo de empregados deu lugar a quadros enxutos, com o apoio de parcerias com empresas especializadas em tarefas de apoio e suporte às áreas estratégicas. A legislação trabalhista vem tentando flexibilizar esse tipo de contratação para se aderir às novas exigências do mercado.

A terceirização vem ocorrendo em todos os setores do mercado como indústria de automóvel, grandes distribuidoras, empresas de transportes, sempre buscando apoio de serviços como, por exemplo, segurança, treinamento, divulgação e promoção de produtos etc.

Existem muitos motivos que fazem com que uma empresa busque a terceirização de serviços. Chung, Jackson e Laseter (2007) citam alguns motivos que levam uma empresa a terceirizar. Destacam-se os seguintes motivos:

- **Redução de Custo:** uma vez que muitas empresas oferecem o mesmo serviço, o custo deste serviço passa a ser regulado pelo mercado. Empresas de terceirização que conseguem atender vários clientes dentro de um segmento específico de serviço podem se valer da utilização de seus recursos para atender mais de um cliente, e dessa

forma reduzir o custo total do serviço. Um exemplo disso é o serviço de *call center* de suporte a usuários de informática. Consiste em uma central de chamados, para onde os usuários das diversas empresas contratantes do serviço ligam para obter suporte de informática. Para cada empresa, os analistas de suporte do *call center* possuem uma documentação dos procedimentos específicos, que servem de orientação na solução do chamado. Dessa forma, torna-se possível que um mesmo analista atenda a usuários de diferentes empresas.

- **Aumento da Produtividade:** as empresas que prestam serviços de terceirização contratam seus recursos dimensionados para o trabalho específico a ser executado. Isso permite a redução de tempo ocioso da empresa contratante, e o conseqüente aumento na produtividade.
- **Maior Competitividade:** é difícil manter especialistas dentro do quadro funcional de uma empresa, atualizados em várias áreas. Normalmente cuidam de áreas distintas, e o dia a dia impede que acompanhem a evolução do mercado. A contratação de empresas especialistas contribui para o aumento na qualidade do serviço, com a utilização de tecnologia atualizada, e profissionais que só trabalham com um segmento específico.

O setor de Tecnologia da Informação é um dos setores que mais tem contratado serviços terceirizados. Grandes empresas, principalmente as multinacionais tem buscado manter quadros pequenos, em posições estratégicas, e terceirizar a parte operacional. Alguns exemplos de serviços de TI que podem ser terceirizados são: impressão, suporte ao usuário, manutenção de sistemas, monitoração e gerenciamento de redes, segurança da informação. Para cada um desses serviços existem vários modelos de implementação, que vão desde a contratação de uma simples mão de obra, até a completa terceirização do serviço.

A terceirização de serviços de TI exige alguns cuidados maiores em relação a outras terceirizações (LEITE, 1994).

- **Evolução Tecnológica:** a velocidade com que se desenvolvem novas tecnologias dentro da área de TI faz com que decisões de médio e longo prazo não sejam válidas mais adiante. Ao mesmo tempo em que contratos mais longos tendem a ser mais atrativos do ponto de vista de custo, são mais arriscados do ponto de vista de evolução tecnológica.
- **Padrões Diferentes de Trabalho:** a empresa que terceiriza, por atender a vários clientes, necessita desenvolver uma capacidade de lidar com vários padrões diferentes dentro de um mesmo segmento de negócio. Esse é um desafio, que se não for superado, retorna para o cliente em forma de má qualidade e custo administrativo.
- **Escolha do Parceiro:** no mercado de informática existem muitas empresas que fornecem um mesmo tipo de serviço. A escolha errada de um parceiro, principalmente para contratos longos, pode se tornar um prejuízo grande, tanto em termos de custo, quanto em termos operacionais, podendo afetar a competitividade da empresa. Talvez esse seja o passo mais importante na contratação de serviços terceirizados, e uma das ferramentas que o contratante pode utilizar são os acordos de níveis de serviço, que pode prever multas para a contratada em caso do não cumprimento. Outros cuidados devem ser tomados com a definição clara das responsabilidades e prioridades; modelo de comunicação dentro da empresa, e entre a empresa contratante e a prestadora de serviços; revisões periódicas.

Muitas empresas buscam terceirizar mão de obra ao invés de serviço. Esse tipo de terceirização, com raras exceções, não traz vantagens para o negócio. Ao contrário, em geral reduzem a qualidade do serviço e aumentam o custo final. Terceirizar não deve ser somente uma troca de quem presta o serviço (pessoal interno ou externo). Deve ser parte de uma estratégia para que se alcance o que realmente se deseja que é o crescimento do negócio.

2.2 Métodos de Apoio Multicritério a Decisão

Os métodos de apoio multicritério a decisão surgiram na década de 60, através do primeiro método desenvolvido por Bernard Roy em 1968. Na década seguinte, outros métodos foram desenvolvidos nos Estados Unidos através de Keeney e Raifa, (1976) e Saaty (1977). Tais métodos visavam apoiar decisões que, segundo Gomes, Araya e Carignano (2004), deveriam ter as seguintes características:

- Ter mais de um critério e que esses critérios fossem conflitantes entre si.
- Informações insuficientes para se tomar uma decisão.
- Conexão entre os critérios e as alternativas
- Envolvimento de mais de um decisor com opiniões conflitantes
- Dificuldade na diferenciação de critérios e restrições.
- Os critérios poderiam ser qualitativos ou quantitativos.
- Escalas diferentes para diferentes critérios.

Os objetivos são muitas vezes confundidos e existem alguns mitos (BELTON e STEWART, 2002) acerca do que se espera como resultado da aplicação de um MCDA:

- O método dará a solução ideal por si só.
- O método fará uma análise objetiva suficientemente capaz de tornar a escolha da alternativa extremamente fácil.
- O decisor não terá dificuldade de escolher a melhor alternativa após o resultado do método.

Os MCDA buscam na verdade, avaliar matematicamente os critérios, demonstrando a subjetividade de forma transparente, reduzindo as incertezas, integrando os critérios com os objetivos da análise. Dessa forma, o decisor ficará mais capacitado para analisar e confrontar

o resultado com outras questões que podem envolver uma decisão como, por exemplo: questões ambientais, políticas, culturais, etc.

Os seguintes pontos são destacados por Belton e Stewart (2002), como benefícios da aplicação do MCDA:

- Possibilitar o decisor a aprender e a entender sobre o que é importante para a organização, sobre o problema e suas vertentes, sobre ele mesmo e os demais envolvidos na decisão.
- Complementar o julgamento intuitivo do decisor e sua experiência. Não os substitui. A utilização dos métodos de apoio à decisão serve para testar o que intuitivamente se pensa sobre as alternativas de solução de um problema (GOODWIN e WRIGHT, 2000).
- Ajudar a estruturar o problema definindo uma linguagem única a ser utilizada entre os decisores.
- Possibilitar um melhor entendimento e dar subsídios para se justificar uma decisão de forma simples e transparente junto aos demais envolvidos no processo decisório. A análise possibilitará um rastreamento de todos os pontos que levaram à decisão.

Existem vários tipos de problema que podem ser abordados pelos métodos de apoio à decisão.

Segundo Gomes, Araya e Carignano (2004), os tipos de problema podem ser:

- Problema tipo α (ou $P\alpha$): onde se deseja selecionar a melhor ou as melhores alternativas.
- Problema tipo β (ou $P\beta$): onde se deseja classificar as alternativas entre boas e ruins.
- Problema tipo δ (ou $P\delta$): onde se deseja gerar apenas uma ordenação das alternativas.
- Problema tipo γ (ou $P\gamma$): onde se deseja gerar apenas uma descrição das alternativas.

Esses tipos de problema podem aparecer de forma complementar. Por exemplo, quando desejamos selecionar as melhores alternativas, em geral, fazemos uma ordenação delas.

2.3 Escolas Francesa e Americana

As duas escolas principais que desenvolveram métodos de apoio à decisão foram a escola americana e a escola francesa (GELDERMANN e RENTZ, 2000).

A escola americana baseia-se na Teoria da Utilidade (FISHBURN, 1970), e pressupõe que à todo atributo e critério pode ser associado um valor que será utilizado no cálculo global de cada alternativa, permitindo ao final a comparação e ordenação dessas alternativas. Tais métodos não admitem a incomparabilidade e admitem a transitividade da preferência e da indiferença. Entre os métodos mais conhecidos dessa escola, destacam-se:

- Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT), que consiste em atribuir uma função de valor específica para cada um dos atributos em relação a cada uma das alternativas, bem como ponderar através de pesos esses valores de acordo a importância relativa entre os atributos. O resultado é uma função matemática que calcula o valor agregado de cada alternativa. Esse método é alvo da dissertação e é explicado em detalhes mais adiante.
- Processo Analítico Hierárquico (AHP), que consiste em definir uma hierarquia dos critérios, colocando as alternativas no nível mais baixo. A partir de uma comparação par a par das alternativas em relação aos critérios, monta-se uma matriz quadrada, chamada matriz de decisão. Essa comparação é feita através da utilização da escala fundamental (SAATY, 1991), com valores que variam de 1 a 9, sendo 1 quando existe igual importância dos dois elementos que estão sendo comparados em relação ao critério imediatamente acima; e 9 quando existe importância absoluta de um em relação ao outro. Os demais valores são graus de importância intermediários (pequena; grande; muito grande).

A escola francesa admite que duas alternativas quaisquer dentre as pertencentes a um processo decisório, não podem ser comparadas (incomparabilidade) e que o fato de uma alternativa “a” ser melhor que “b”, e a alternativa “b” ser melhor que “c”, não implica necessariamente que “a” é melhor que “c”. Dessa forma a modelagem das preferências introduziu dois novos conceitos:

- ⇒ Preferência Fraca: Os argumentos são insuficientes para definir uma relação de Indiferença ou uma relação de Preferência Estrita. Porém esses argumentos definem certa preferência.
- ⇒ Incomparabilidade: Não existem argumentos fortes para definir uma das três relações acima.

As principais famílias de métodos dessa escola são:

- Família Electre (“*Elimination Et Choix Traduisant la Réalité*”): desenvolvido por Bernard Roy a partir de 1968 (Electre I), e sofrendo refinamentos mais tarde (Electre IS, II, III, IV, TRI), e utilizando uma abordagem de relações de superação (*outranking*), esses métodos fazem uma comparação entre os pares de alternativas numa relação binária. Utiliza os conceitos de concordância e discordância que medem a afirmação de que uma alternativa “a” supera uma alternativa “b”.

A tabela 1 mostra um breve resumo dos métodos ELECTRE:

Versão	Autor	Ano	Tipo de Problema	Tipo de Critério	Utiliza Pesos
I	Roy	1968	Seleção	Simple	Sim
II	Roy e Bertier	1973	Ordenação	Simple	Sim
III	Roy	1978	Ordenação	Pseudo	Sim
IV	Roy e Hugonard	1982	Ordenação	Pseudo	Não
IS	Roy e Skalka	1985	Seleção	Pseudo	Sim
TRI	Yu Wei	1992	Classificação	Pseudo	Sim

Tabela 1: Características dos métodos da família Electre
 Fonte: Gomes, Araya e Carignano (2004).

- Família PROMÉTHÉE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*): o método Prométhée desenvolvido por Brans e Vincke em 1985 estabelece uma estrutura de preferência entre alternativas discretas. Cada alternativa é avaliada segundo a intensidade de preferência em relação a cada critério. As variantes desse método e seus respectivos objetivos estão descritos na tabela 2 a seguir:

Variante	Objetivo
Prométhée I	Classificação parcial
Prométhée II	Classificação total
Prométhée III	Classificação total por intervalos
Prométhée IV	Classificação total para um número infinito de alternativas
Prométhée V	Classificação total selecionando subconjuntos de alternativas em razão de restrições existentes no problema.
Prométhée VI	Classificação total, analisando o grau de complexidade do problema.

Tabela 2: Objetivos dos métodos da família Prométhée

2.4 Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT)

A Teoria da Utilidade Multiatributo foi introduzida por Keeney e Raiffa (1976) como uma extensão da Teoria da Utilidade criada por Fishburn (1970). Trata-se da construção de uma função matemática, denominada “Função de Utilidade Multiatributo” que pressupõe que a todo atributo é possível dar um valor.

Esse método não admite a “Incomparabilidade”, ou seja, assume que todas as alternativas podem ser comparadas segundo os atributos definidos. O decisor deve escolher uma e somente uma dentre as afirmações abaixo quando comparando duas alternativas:

- ⇒ “a” é preferível à “b”, aPb;
- ⇒ “b” é preferível à “a”, aPb;
- ⇒ “a” é indiferente “b”, aPb ou bPa.

A tabela 3 mostra as preferências do decisor segundo Roy e Bouyssou (1993) para o método MAUT.

Situação	Definição	Relação Binária
Indiferença	Existem argumentos fortes que mostram que duas alternativas são equivalentes.	I: Simétrica e Reflexiva
Preferência Estrita	Existem argumentos fortes que mostram que uma alternativa é a melhor entre duas.	P: Assimétrica e Irreflexiva

Tabela 3: Preferências do decisor segundo Roy e Bouyssou (1993)

A transitividade está presente nesse método da seguinte forma:

- ⇒ Se a alternativa “a” é preferível “b”; e a alternativa “b” é preferível a “c”, então “a” é preferível a “c” (transitividade da preferência).
- ⇒ Se a alternativa “a” é indiferente a “b”; e a alternativa “b” é indiferente a “c”, então “a” é indiferente a “c” (transitividade da indiferença).

2.4.1 Processo de Tomada de Decisão

Belton e Stewart (2002) sugerem que dado um determinado problema, existem três fases principais no processo decisório, iniciando com a identificação do problema, e terminando com o desenvolvimento de um plano de ação para a solução da questão, como mostrado na figura 1.

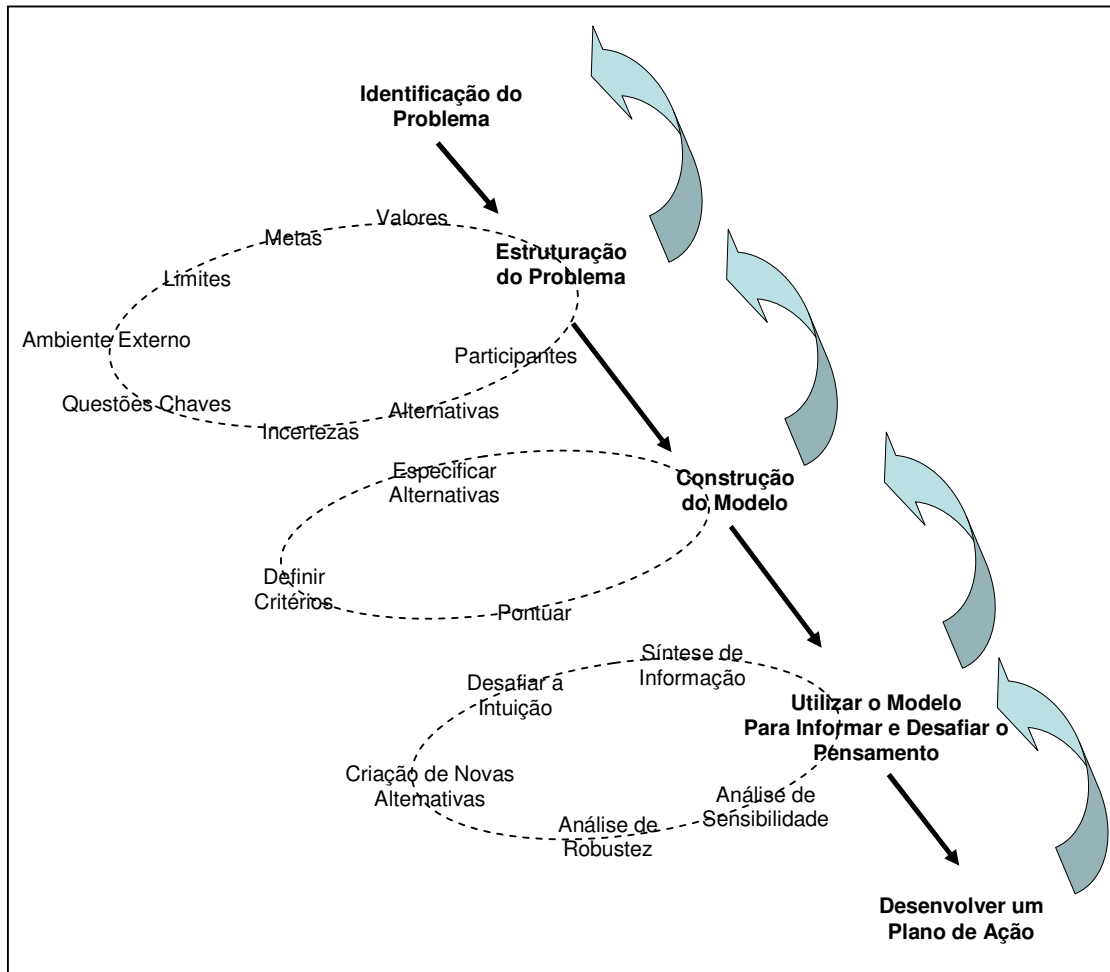


Figura 1: Processo de decisão multicritério segundo Belton e Stewart (2002)

Na fase I, “Estruturação do Problema”, é preciso entender e definir claramente o problema, identificando as pessoas que estarão envolvidas no processo, bem como os atributos, critérios e pesos.

Na fase II, “Construção do Modelo”, é necessário desenvolver o modelo de acordo com o que foi discutido e definido na fase anterior. Podem-se identificar nesta fase, atributos que não foram considerados e que são necessários para ajustar o modelo.

Na fase III, “Utilizar o Modelo para Informar e Desafiar o Pensamento”, quando se avalia o resultado do modelo, com o objetivo de encontrar a melhor solução levando-se em conta que o modelo não dá a solução ideal, e sim é uma forma estruturada de apresentar o problema auxiliando o decisor na tarefa de indicar qual alternativa é a melhor.

Segundo Gomes, Araya e Carignano (2004), o processo de tomada de decisão passa por várias etapas, desde a identificação do problema até a definição de qual alternativa adotar.

A figura 2 apresenta as etapas propostas por esses autores que será utilizada como referência no desenvolvimento do estudo de caso.

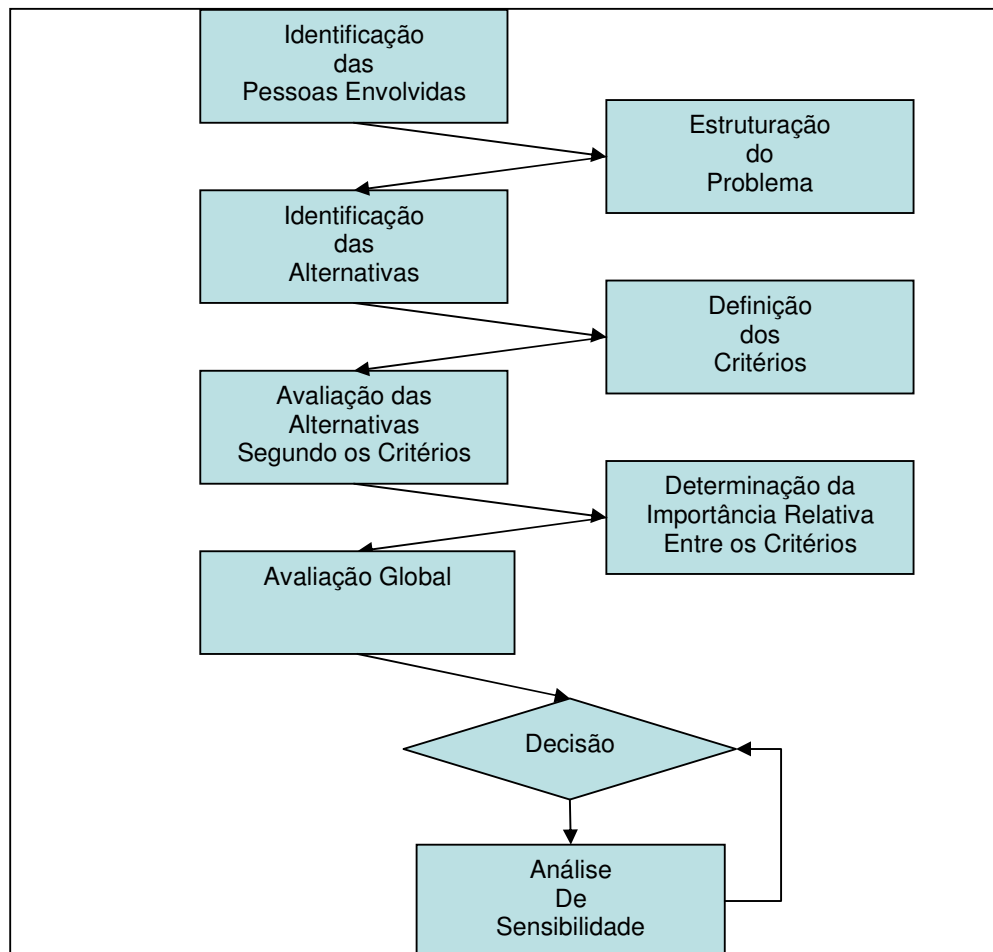


Figura 2: Etapas do processo de tomada de decisão multicritério

- Identificação das Pessoas Envolvidas no Processo de Decisão
 - ⇒ Decisor: pode ser uma pessoa ou um grupo de pessoas que tem o poder e a responsabilidade para decidir sobre a questão proposta. Quanto mais complexa ou quanto maior o impacto da decisão, mais provável que se tenha mais de um decisor.

⇒ Analista: pessoa que será encarregada de, através do entendimento claro da questão a ser solucionada e dos objetivos com o resultado, modelar o problema dentro de acordo com o método escolhido. Mantém contato constante com o decisor a fim de ajustar o modelo de acordo com as opiniões do(s) decisor(es).

- Estruturação do Problema

Quando se tem um problema bem estruturado, já se tem metade do problema resolvido (BELTON e STEWART, 2002).

A estruturação de um problema passa por identificar questões chaves, objetivos, as pessoas envolvidas, ações, alternativas, critérios, atributos e pesos que possibilitarão avaliações e discussões (ROSENHEAD, 1989).

As questões chaves podem ser identificadas através de vários métodos como, por exemplo, “*brainstorm*” onde os participantes discutem abertamente e informalmente sobre a questão fazendo anotações individuais. Numa segunda etapa cada participante fala de suas idéias provocando novas discussões, e finalmente, as idéias são estruturadas. A utilização de *softwares* pode ajudar na estruturação de problemas MCDA, porém, dependendo dos participantes, podem também desencorajar a participação (BELTON e STEWART, 2002).

- Identificação das Alternativas

A identificação das alternativas consiste em definir que opções existem como solução para a questão levantada e ocorre de forma interativa com os critérios, sendo que a avaliação de um pode levar a reavaliação de outro (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004). Para alguns problemas as alternativas podem ser poucas e claras, e para outros tipos de problema elas podem ser muitas e obscuras, sendo neste caso, parte relevante e trabalhosa do estudo (BELTON e STEWART, 2002). Muitas vezes é necessário reduzir o número de alternativas definindo um parâmetro limitador com o objetivo de tornar o processo de comparação mais simples. Bogetoft e Pruzan (1991) descrevem como um processo de procura e aprendizado

acerca das alternativas que devem ser consideradas e a relação delas com os objetivos da questão.

- Definição dos Critérios

Definir os critérios é escolher os pontos relevantes que podem ser utilizados para comparação das alternativas, estabelecendo as relações de preferências entre elas. (ROY, 1985). Um critério, bem como a maneira de se avaliar uma alternativa segundo este critério deve ser entendido e aceito por todos os envolvidos no processo decisório. As discussões, bem como os argumentos dos participantes do processo decisório devem se basear neste entendimento único garantindo dessa forma uma avaliação consistente de cada alternativa segundo os critérios levantados. A falta de um entendimento comum pode ter conseqüências graves podendo levar inclusive à escolha de uma alternativa que não é a melhor. A qualidade dos dados levantados, a definição e estruturação clara do problema têm influência direta na definição dos critérios. Roy (1985) considera ainda que a cultura dos envolvidos no processo de decisão contribui na definição dos critérios e na importância dada a cada um deles na solução do problema.

As seguintes propriedades são desejáveis para um grupo de atributos segundo Keeney e Raiffa (1976):

- ⇒ Abrangência: uma família de atributos pode ser considerada completa quando eles refletirem todos os objetivos levantados do problema. Caso isso não aconteça, aspectos importantes do problema podem não estar sendo considerados, e portanto, a decisão assume um risco maior de erro.
- ⇒ Operacionalidade: os critérios devem ser bem definidos e viáveis de se trabalhar e de se pontuar, facilitando ao decisor entender as implicações das alternativas, bem como compartilhá-las com os outros envolvidos.

- ⇒ Decomponibilidade: consiste em podermos avaliar uma alternativa segundo um determinado critério, independentemente dos outros critérios. De outro modo, para problemas envolvendo muitos atributos, é fundamental que possamos, por exemplo, dividir esses critérios em grupos de forma a simplificar a avaliação das alternativas.
- ⇒ Não Redundância: cada critério deve ter significado único, sem que haja redundância com os demais, evitando dessa forma que os valores atribuídos sejam contabilizados duplamente. Se dois critérios são redundantes, a avaliação de uma alternativa segundo um desses critérios, necessariamente levará a mesma avaliação segundo o outro critério. Isso altera a avaliação final influenciando diretamente na decisão.
- ⇒ Tamanho Mínimo: é desejável manter o número de atributos o menor possível, pois a dificuldade de se quantificar atributos cresce na medida em que se aumenta o número de atributos. Por outro lado é importante manter-se a propriedade de “Completude”. O que deve ser feito é um balanceamento entre essas duas propriedades (BELTON e STEWART, 2002), de forma a garantir que todos os objetivos estão sendo considerados. Pode-se reduzir o número de atributos combinando-os quando podem ser avaliados em conjunto, ou eliminando quando não há distinção entre as alternativas em relação a ele.

- Avaliação das Alternativas em Relação aos Critérios

Uma vez definidos os critérios e alternativas, é necessário pontuar cada critério em relação a cada uma das alternativas. A tabela 4 demonstra como deve ser pontuada uma alternativa em relação aos critérios. As colunas representam as alternativas e as linhas representam os critérios. O valor $V_{(i,j)}$ corresponde a pontuação dada à uma determinada alternativa “ A_i ”, considerando o critério “ C_j ”.

		Alternativas (A)					
		A ₁	A ₂	...	A _i	...	N _a
Critérios (C)	C ₁				↓		
	C ₂				↓		
	C _j				→ V _(i,j)		

Tabela 4: Pontuação de uma alternativa em relação aos critérios

- Determinar a Importância Relativa Entre os Critérios

Esta é uma avaliação inter-critério, ou seja, avalia a importância de um critério em relação ao outro atribuindo pesos (valores de *trade-off*). Esses pesos definem taxas marginais de substituição, que permitem compensar a diminuição do desempenho de um critério com a melhora de outro critério. É importante que os envolvidos no processo decisório compreendam e aceitem os valores aqui definidos (GOMES, ARAYA e CARIGNANO, 2004).

- Avaliação Global – Valor Agregado

Uma vez que calculada a pontuação de cada alternativa, bem como as taxas marginais de substituição para cada critério, pode-se calcular o valor agregado através da função de valor linear aditiva dada pela expressão (1):

$$V(a) = \sum_{j=1}^n W_j V_j(a) \quad (1)$$

“W_j” é o peso do critério “j”, e “V_j(a)” é a pontuação da alternativa em relação ao critério “j”, resultando no valor agregado da alternativa “a”. Deve-se fazer isso para cada uma das alternativas, e ao final ordená-las da maior pontuação (melhor alternativa) para a de menor pontuação (pior alternativa).

Para a utilização dessa função é necessário que os critérios sejam mutuamente independentes, ou seja, que a avaliação de uma alternativa em relação a um critério não tenha qualquer influência de outro critério. Diz-se que os critérios são independentes entre si, se qualquer subconjunto de critérios é independente quanto as preferências em relação ao seu subconjunto complementar.

Caso não haja independência entre os critérios, é recomendável que a família de critérios seja redefinida através de agrupamentos de critérios dependentes, ou mesmo a redefinição dos critérios (CLEMEN e REILLY, 2001).

- Dominância

Durante a avaliação pode-se utilizar ainda o conceito de dominância. Esse conceito se baseia na definição de que se uma alternativa “a” é tão boa quanto uma alternativa “b” para todos os critérios e tem uma preferência estrita para pelo menos um dos critérios, então se diz que “a” domina “b”.

O conjunto de alternativas não dominadas é chamado de “Conjunto Ótimo de Pareto”. A utilização deste conceito é importante para se restringir alternativas e facilitar a decisão (BELTON e STEWART, 2002).

No gráfico de “Custo x Benefício” apresentado na figura 3, através de uma análise de dominância, pode-se concluir que a alternativa “B” domina a alternativa “E”; e a alternativa “C” domina a alternativa “A”, pois “B” e “C” tem maior benefício a um custo menor do que “E” e “A” respectivamente. As alternativas a serem analisadas se restringem a “C”, “B”, e “D”.

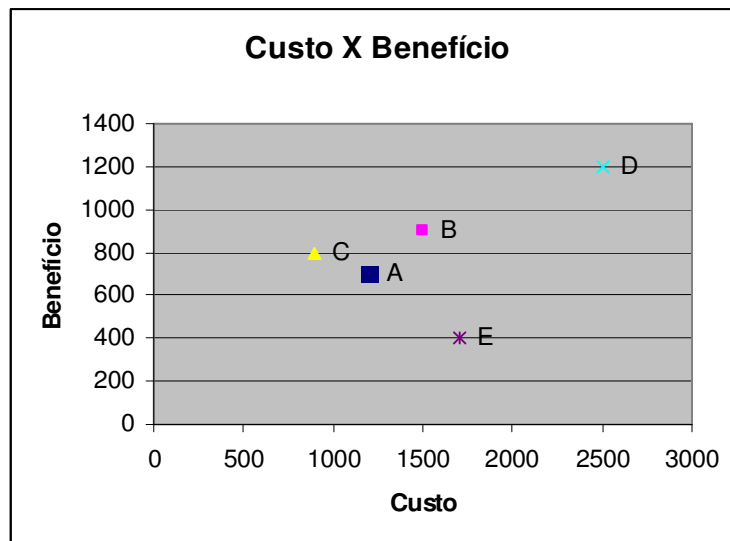


Figura 3: Dominância entre as alternativas comparando Custo x Benefício

- **Análise de Sensibilidade**

A análise de sensibilidade se faz necessária, uma vez que existe alguma subjetividade na definição dos valores dos atributos e pesos. Essa subjetividade pode ser provocada pelas pequenas diferenças de entendimento dos critérios, ou mesmo, pela diferença de pensamento natural a cada participante do processo decisor.

Em Bana e Costa (1990), é comentada a necessidade de se fazer análises de sensibilidade questionando o resultado dos modelos, buscando dar maior consistência aos resultados finais. Segundo Belton e Stewart (2002), após a obtenção dos resultados, é necessário verificar a validade, ou seja, se são sólidas ou sensíveis à mudança de valores atribuídos aos atributos e pesos. Segundo esses autores, busca ainda identificar se algum parâmetro exerce influência crítica no resultado, de forma que uma pequena mudança nesse parâmetro altere a ordenação das alternativas propondo inclusive um resultado diferente.

A análise de sensibilidade normalmente envolve a variação de um parâmetro mantendo-se os demais inalteráveis. Esse tipo de análise chamada unidimensional não fornece uma avaliação mais detalhada do modelo, uma vez que não permite a análise simultânea e interativa dos pesos. É desejável que vários parâmetros sejam alterados ao mesmo tempo.

Em Keeney (1982) são apresentadas algumas dificuldades na execução das etapas do processo de decisão:

- ⇒ presença de vários decisores com perfis diferentes.
- ⇒ risco e incerteza, bem como a atitude dos decisores diante dessas situações.
- ⇒ presença de fatores intangíveis que contribuem para aumentar a sensação de risco e incerteza dos envolvidos no processo de decisão.
- ⇒ presença de diferentes grupos que podem ser afetados pela decisão, envolvendo inclusive considerações de políticas e de poder.
- ⇒ existência de múltiplos critérios, bem como a avaliação da independência entre eles.
- ⇒ dificuldade de se encontrar alternativas que satisfaçam esses critérios.
- ⇒ horizonte de longo prazo.

2.4.2 Definição dos Pesos de Cada Atributo

A definição dos pesos é parte fundamental na MAUT, e necessita de atenção especial dos decisores. Algumas técnicas foram desenvolvidas para facilitar essa decisão de forma que os pesos definidos representem as preferências dos tomadores de decisão.

Alguns métodos mais sofisticados são apresentados a seguir:

- SMART (*Simple Attribute Rating Technique*)

Divulgada por Edwards em 1971, essa técnica faz a definição dos pesos em duas etapas: primeiro todos os atributos são ordenados em ordem de importância, considerando o seu melhor desempenho. Na segunda etapa, ao atributo de menor importância é dado o valor 10. Os demais atributos são então avaliados com mais de 10 pontos de acordo com o grau de importância em relação ao atributo de menor importância, sendo todos normalizados para uma soma total de 1.

Deve-se tomar especial cuidado ao se definir os demais pesos, uma vez que a definição do valor 10 para o atributo de menor importância, pode causar um viés a partir do momento que as pessoas podem ser influenciadas em fazer as demais avaliações com valores múltiplos de 10 (POYHONEN e HAMALAINEN, 2001), conforme demonstrado na tabela 5.

Primeira Etapa Ordenação	Segunda Etapa Valoração	Terceira Etapa Normalização
Atributo 1 (mais Importante)	100	0,3817
Atributo 2	80	0,3053
Atributo 3	47	0,1794
Atributo 4	25	0,0954
Atributo 5 (menos importante)	10	0,0382

Tabela 5: Aplicação da técnica SMART

O método SMART apresenta ainda algumas variantes, como por exemplo o método SMARTER (*SMART Exploiting Ranks*) que difere do primeiro em dois aspectos: as funções de valor são calculadas de forma linear e a classificação é utilizada nesse cálculo. Os pesos são calculados utilizando o “*Rank Centroid Method*” (BARRON e BARRET, 1996) sendo que primeiramente classificam-se os atributos do mais importante (1) para o menos importante (n), e calcula-se o peso utilizando-se a equação (2):

$$W_k = \frac{1}{N} \sum_{i=k}^n \frac{1}{i} \quad (2)$$

“N” é o número de atributos e “i” é a classificação do atributo. Por exemplo, se tivéssemos 5 atributos, os pesos seriam como demonstrados na tabela 6.

Classificação	Cálculo	Peso
1	$=1/5*(1/1+1/2+1/3+1/4+1/5)$	0,45667
2	$=1/5*(1/2+1/3+1/4+1/5)$	0,25667
3	$=1/5*(1/3+1/4+1/5)$	0,15667
4	$=1/5*(1/4+1/5)$	0,09000
5	$=1/5*(1/5)$	0,04000

Tabela 6: Aplicação da técnica SMARTER

- *SWING WEIGHTING*

Este método foi divulgado em 1986 por von Winterfield e Edwards, e consiste na idealização de uma alternativa hipotética, onde os atributos são levados ao seu pior nível, e que será utilizada como comparação (*benchmark*).

Numa segunda etapa, os atributos são classificados em ordem de importância, respondendo-se a seguinte pergunta: qual atributo que mudando do pior nível para o de melhor nível tem o impacto mais positivo na alternativa hipotética? Fazemos isso para cada atributo até que todos estejam ordenados. Para a alternativa *benchmark* damos o valor 0. Para o atributo mais importante damos o valor 100. Os demais atributos são valorados através de uma comparação direta, que pode ser pensada como um valor, ou como um percentual em relação à mudança do atributo do seu pior para o seu melhor nível. Ao final, os pesos devem ser normalizados para 1.

Para um melhor entendimento, suponhamos o interesse em comprar um apartamento onde os atributos são: Proximidade da Praia (Longe, Perto, Na Praia); Área de Lazer do Condomínio (Grande, Pequena, Sem Área de Lazer); Tamanho (Maior 200m²; Entre 199 m² e 120m²; Menor que 120m²).

O resultado da utilização da técnica *SWING* no exemplo acima está representado na tabela 7.

Primeira Etapa Alternativa <i>Benchmark</i>	1ª Etapa Classificação	2ª Etapa Peso	3ª Etapa Peso Normalizado
<i>Benchmark:</i> . Proximidade da Praia = Longe . Área de Lazer do Condomínio = Sem Área . Tamanho do Apartamento = Menor que 120m ²	4	0	
Proximidade da Praia	1	100	0,4444
Área de Lazer do Condomínio	3	50	0,2222
Tamanho do Apartamento	2	75	0,3333

Tabela 7: Aplicação da técnica *SWING WEIGHTING*

É importante notar que este método é sensível a diferenças de valores das alternativas, quando se tratando de custo. Se a diferença entre o custo de um carro, por exemplo, tem grandes variações entre as alternativas, poder ser que este atributo passe a ser o mais importante, mesmo a princípio não sendo. Se houver dificuldade em se fazer as avaliações utilizando um *benchmark* com as piores avaliações, pode-se tentar inverter, e utilizar um *benchmark* com as melhores avaliações.

Segundo Clemen e Reilly (2001), o método *SWING* pode ser utilizado em qualquer situação de definição de peso.

2.4.3 Definição dos Valores das Alternativas em Relação aos Critérios

Vários métodos podem ser utilizados para a definição desses valores, mas é fundamental que os decisores tenham o mesmo entendimento do que significa cada critério e o mesmo conhecimento de cada alternativa.

⇒ Valoração Direta (GOODWIN e WRIGHT, 2000): utilizado quando um critério não é representado originalmente por algum valor. Nesse método estabelece-se uma escala de 0 a 100, sendo 0 dado a pior alternativa e 100 à melhor alternativa. Às

demais alternativas são atribuídos valores dentro da escala, de acordo com o grau de preferência de uma em relação à outra.

⇒ Função de Valor com Bisseção (GOODWIN e WRIGHT, 2000): utilizada quando um critério tem um valor atribuído, como por exemplo, “distância da praia”. Se o apartamento mais distante está a 500 metros da praia e o mais perto está à 100, diz-se que o mais longe vale 0 e o mais perto vale 100. Os demais valores são encontrados a partir da definição do ponto do meio que vale 50, e assim sucessivamente definindo a alternativa que vale 75, 25, e assim por diante.

2.5 Incorporando Imprecisão ao Método *SMART/SWING WEIGHTING* - Intervalos

Em um processo de análise de decisão multicritério, a imprecisão está sempre presente, principalmente no que se refere à pontuação das alternativas em relação aos critérios, e à definição dos pesos de cada critério.

A imprecisão pode ser causada pela cultura da empresa, pela experiência individual de cada participante do processo decisório, pela prioridade pessoal ou da respectiva área, ou mesmo em função da falta de uma informação completa. O mercado altamente competitivo, e a conseqüente necessidade de se lançar novos produtos, de tomar decisões importantes num tempo curto, pode trazer impactos significativos em termos financeiros, inclusive impactos negativos. As decisões têm que ser tomadas de forma rápida, e com informações incompletas. Julgamento utilizando intervalos é uma das maneiras adequadas de se tratar a imprecisão (WEBER, 1987), substituindo uma pontuação única, por um intervalo que identifica os possíveis pontos que uma determinada alternativa ou critério pode assumir.

Os métodos *SMART* e *SWING WEIGHTING* são muito utilizados em decisão multicritério, e a utilização do julgamento por intervalos dentro desses métodos é uma importante ferramenta para trabalhar com imprecisão.

2.5.1 Método de Julgamento por Intervalo

Enquanto que na aplicação comum dos métodos *SMART* e *SWING WEIGHTING*, é escolhido como atributo de referência o menos importante ou o mais importante respectivamente, quando o julgamento é por intervalos, o atributo de referência pode ser qualquer um. Dessa forma, pode-se escolher o atributo que seja de fácil mensuração, o que é mais bem compreendido por todos, e dessa forma, pontuá-lo com maior precisão.

Para esse atributo é dada uma pontuação única, ou seja, não é julgado através de intervalo de pontos. A partir daí os demais atributos são pontuados em intervalos que representam a variação possível que um atributo pode ter em relação ao atributo referência. O número de julgamentos será calculado pela equação (3):

$$2 \times (n-1) \quad (3)$$

Ou seja, cada atributo será julgado duas vezes em relação ao atributo referência para que sejam definidos os valores máximo e mínimo. Diferentes métodos de pontuação podem chegar a resultados diferentes (WEBER e BORCHERDING, 1993; POYHONEN e HAMALAINEN, 2001).

Quando se define um intervalo de valores para uma determinada alternativa em relação a um determinado atributo, somente esta alternativa é afetada por esta variação de pontos, ou seja, o julgamento de uma alternativa é independente do julgamento de outra alternativa em relação aos atributos. Por outro lado, o julgamento de um atributo é definido através da comparação

deste com os demais atributos. Diferentemente do julgamento da alternativa, uma variação no peso de um atributo afeta todas as alternativas de forma linear (KEENEY e RAIFFA, 1976). Dessa forma, o cálculo da dominância utiliza programação linear para modelar as incertezas, e calcula os valores agregados máximo e mínimo, utilizando o conceito de *feasible region* para os pesos, que por definição, é a região que atende aos limites dos pesos.

Não é objetivo deste trabalho se aprofundar em programação linear, mas apenas para um melhor entendimento, apresenta-se o seguinte exemplo:

Supondo-se uma situação com 3 atributos: “W_a” [atributo de referência = 1]; “W_b” [0,5;2]; “W_c” [1;3].

Os limites da relação entre os atributos são calculados através da equação (4):

$$\frac{\text{ref}}{\max_i} \leq \frac{W_{\text{ref}}}{W_i} \leq \frac{\text{ref}}{\min_i} \quad (4)$$

Sendo W_{ref} é a pontuação dada para o atributo de referência, max_i o limite máximo do atributo não referência, e min_i o limite mínimo do atributo não referência.

Substituindo os valores dos intervalos, temos:

$$\frac{1}{2} \leq \frac{W_a}{W_b} \leq 2 \qquad \frac{1}{3} \leq \frac{W_a}{W_c} \leq 1 \qquad \frac{1}{6} \leq \frac{W_b}{W_c} \leq 2$$

Por serem 3 variáveis, graficamente é representada como um poliedro com os vértices em 1, uma vez que no método *INTERVAL SMART/SWING* os pesos são normalizados para 1. Assinalando os limites no plano formado pelos 3 vértices e traçando vetores a partir de cada vértice até os limites no lado oposto, tem-se a partir da interseção das áreas, a *feasible region* “S” conforme mostrada na figura 4:

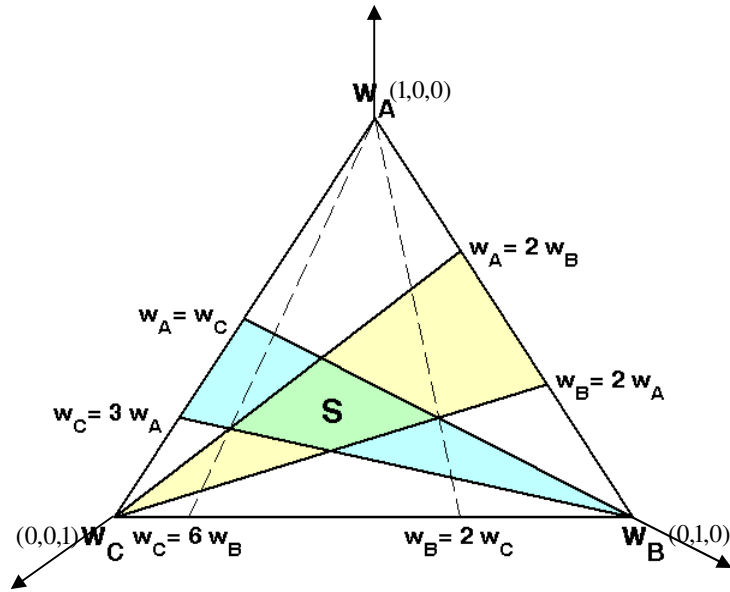


Figura 4: Exemplo de *feasible region*

Os valores agregados são calculados considerando a *feasible region*, de acordo com as equações (5) e (6):

$$\text{Valor agregado mínimo} \rightarrow \underline{V}(a) = \min_{w \in S} \sum_{j=1}^n W_j V_j(a_j) \quad (5)$$

$$\text{Valor agregado máximo} \rightarrow \overline{V}(a) = \max_{w \in S} \sum_{j=1}^n W_j V_j(a_j) \quad (6)$$

Onde “ W_j ” é o peso e “ $V_j(a_j)$ ” é a pontuação da alternativa para cada um dos critérios, resultando nos valores agregados máximo e mínimo da alternativa “a”.

A solução do problema consiste em determinar qual alternativa domina todas as outras. Diz-se que a alternativa “a” domina a alternativa “b”, se o valor agregado de “a” for maior que o valor agregado de “b”, para qualquer combinação dentro da *feasible region*. A representação matemática é dada pela equação (7):

$$\min_{w \in S} \sum_{j=1}^n W_j (\underline{V}_j(a_j) - \overline{V}_j(b_j)) \geq 0 \quad (7)$$

Ou seja,

Se o valor agregado da alternativa “a” calculado pelos seus respectivos valores mínimos, for maior que o valor agregado da alternativa “b” calculado pelos seus respectivos valores máximos, para qualquer combinação dentro da *feasible region*, então a expressão terá um resultado maior que zero, significando que a alternativa “a” domina a alternativa “b”.

2.5.2 Escolha do Atributo de Referência

O objetivo de um decisor quando avalia um problema multicritério é descobrir qual alternativa domina as demais. Quando se faz uma avaliação das alternativas e critérios sem a utilização de intervalos, é fácil identificar a alternativa que domina as demais, definida pela que apresenta o maior valor agregado, como mostra o exemplo da tabela 8.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Peso	Peso Normalizado
Atributo 1	0,1	0,2	0,15	40	0,14
Atributo 2	0,3	0,15	0,1	50	0,18
Atributo 3	0,25	0,3	0,25	10	0,04
Atributo 4	0,15	0,25	0,2	80	0,29
Atributo 5	0,2	0,1	0,3	100	0,36
Valor Agregado	0,19	0,17	0,21	-	-

Tabela 8: Identificação da alternativa dominante pelo valor agregado

Porém, quando se faz julgamentos através de intervalos, muitas vezes existem interseções entre os valores agregados mínimos e máximos, quando avaliamos par a par as alternativas.

A escolha do atributo de referência é o passo inicial para se desenvolver o método, e é fundamental para que se obtenha a alternativa dominante. Pode-se optar por aquele que é mais preciso, ou pelo que é mais importante, ou mesmo pelo que é menos importante. Porém a escolha influenciará na quantidade de alternativas dominadas encontradas.

Mutajoki, Salo e Hamalainen (2005) fizeram uma simulação com o objetivo de identificar os critérios que deveriam ser considerados na escolha do atributo de referência de forma a obter

o maior número possível de alternativas dominadas. As simulações foram feitas utilizando-se combinações de 3, 5 e 8 alternativas; 3, 5 e 8 critérios; e erro estimado de 1.2, 1.4, 1.5, e 1.8.

O resultado de mais de 1000 simulações mostrou os seguintes pontos importantes:

- ⇒ Se o erro estimado para o julgamento das preferências é o mesmo, a estratégia de se utilizar o atributo mais importante é bem mais eficiente, ou seja, o percentual de alternativas dominadas é maior do que se escolher o atributo menos importante ou o mais preciso. Essa estratégia, porém, assume que é possível identificar o atributo mais importante.
- ⇒ A redução do erro estimado, ou seja, um julgamento mais preciso, influencia na eficiência mais do que se escolher o atributo mais importante. Ou seja, para uma mesma combinação de alternativas e critérios estudada, e uma escolha aleatória do atributo, encontram-se mais alternativas dominadas se reduzirmos a imprecisão no julgamento, do que se escolhermos o atributo mais importante.

Considerando o resultado das simulações, a seqüência recomendada para a escolha de um atributo referência, segundo Mutajoki, Salo e Hamalainen (2005) é:

- ⇒ Se for possível identificar o atributo com a menor imprecisão, então esse deve ser escolhido como o atributo de referência.
- ⇒ Se a imprecisão não puder ser diferenciada entre os atributos, então se deve escolher o atributo mais importante.

Considerando o comportamento do ser humano, quanto mais informação se tem sobre os atributos, melhor entendidos eles são, e dessa forma a identificação do atributo mais preciso ou mais importante fica mais fácil. Isso aponta para a necessidade de uma ampla discussão entre os participantes do processo decisório durante a fase de definição dos critérios, com o objetivo de se buscar um alinhamento no entendimento do que significa cada um deles.

Todos os participantes do processo decisório devem concordar com as características de cada critério, e como ele será avaliado.

2.5.3 Definição dos Intervalos

Os intervalos representam a imprecisão no julgamento de uma alternativa em relação a cada atributo, ou a imprecisão na definição do peso de cada atributo. Cada um desses julgamentos pode ter diferentes níveis de incerteza do julgador, o que conseqüentemente define diferentes intervalos. Quanto maior o intervalo, maior a imprecisão.

Pode-se definir os limites mínimos e máximos de cada intervalo pelo simples julgamento da imprecisão. Deve-se tomar cuidado para não gerar intervalos grandes, pois a análise de dominância resultará num maior número de alternativas não dominadas uma vez que existe uma maior possibilidade de interseção entre os valores agregados mínimos e máximos de cada alternativa.

Outra maneira seria definir os limites mínimos e máximos bem próximos, mesmo mantendo certo grau de incerteza que não está sendo coberto por estes valores. Faz-se então uma análise *what-if* de qual seria o valor agregado de cada alternativa, variando-se os valores dentro dos limites definidos.

Se o decisor não se considera confortável em definir os intervalos de forma explícita, ele pode utilizar estimativa de erro para determinar os valores mínimos e máximos a partir de um ponto de partida (SALO e HAMALAINEN, 2001). Esse método consiste em determinar um valor inicial que se considera o mais perto do preciso, e um erro estimado que faça o valor inicial variar para o mínimo e para o máximo.

Quando se está definindo o intervalo para os pesos dos critérios, esse erro estimado é o coeficiente pelo qual o valor inicial será multiplicado para se obter o limite máximo, e será dividido para se obter o valor mínimo.

⇒ Valor Inicial de um dado atributo = 2

⇒ Erro Estimado = 2

⇒ Intervalo = [valor mínimo = $2/2$; valor máximo = 2×2] = [1;4]

De maneira semelhante, para definir os intervalos das alternativas em relação aos critérios, é definido o valor inicial o mais preciso possível, e o erro estimado que considere a variação possível que será somado e subtraído para se obter os limites máximos e mínimos respectivamente.

⇒ Valor Inicial = 0,5

⇒ Erro Estimado = 0,1

⇒ Intervalo = [valor mínimo = $0,5-0,1$; valor máximo = $0,5+0,1$] = [0,4; 0,6]

A escolha de intervalos pode ser dificultada se existe um grau de imprecisão muito alto. Neste caso, mesmo a utilização de intervalos pode não ser suficiente para gerar uma solução boa, sendo um risco alto a recomendação de qualquer alternativa. Neste caso a análise seria útil para identificar quais incertezas tem maior impacto no resultado e necessitam ser reduzidas para que se encontre uma boa alternativa (MUSTAJOKEI, HAMALAINEN e LINDSTEDT, 2006). A partir da redução dessas incertezas, aplicaria-se o método.

2.5.4 Regras de Decisão para Alternativas não Dominadas

Mesmo se fazendo a melhor escolha do atributo referência, é bem possível que nem todas as alternativas sejam dominadas. Neste caso é necessária a utilização de outras regras de decisão para que se possa ordená-las (SALO e HAMALAINEN, 2001).

Algumas técnicas podem ser aplicadas para reduzir o número de alternativas não dominadas:

- Pré-Análise das Alternativas

Definir valores mínimos para os principais atributos, e eliminar as alternativas que não estão de acordo com estes valores. Essa etapa é muito útil na avaliação de serviços de tecnologia da informação, uma vez que normalmente existe uma quantidade enorme de fornecedores desses serviços, sendo que alguns não se encontram estruturados para executá-los.

- Variação dos Intervalos

Após o primeiro resultado da dominância, o decisor pode fazer uma análise *what-if*, variando os intervalos até obter uma única alternativa dominante. Isso pode ser feito através de um estudo mais minucioso de cada valor máximo e mínimo atribuído, buscando-se diminuir a imprecisão, ou mesmo corrigir valores atribuídos as alternativas ou aos atributos.

Após a identificação de uma única alternativa dominante, convém se fazer uma verificação dos intervalos atribuídos para se assegurar de que eles representam a imprecisão de cada atributo e/ou alternativa.

- Centralização dos Valores Agregados Mínimos e Máximos

Após o cálculo dos valores agregados máximos e mínimos, podemos calcular o valor central de cada alternativa, somando estes valores agregados e dividindo por dois. Dessa forma todas as alternativas teriam um único valor agregado (central), e a alternativa dominante seria aquela que tivesse o maior valor.

- Valor Agregado Mínimo ou Máximo

Pode-se fazer a ordenação das alternativas escolhendo-se o valor máximo ou mínimo como referência. A alternativa dominante será aquela que possuir o maior valor referência escolhido.

2.6 Software WINPRE

A utilização de *softwares* que possam não somente calcular a dominância, mas também possam fazer simulações em vários estágios, facilita em muito a escolha da melhor alternativa. Quanto maior o número de alternativas e atributos, mais complexa será a análise e identificação da alternativa dominante.

A partir da definição do problema, da escolha dos atributos, e da escolha das alternativas, o *software* WINPRE dá suporte às demais fases, iniciando com a definição gráfica da árvore de valor, e finalizando com a análise de dominância. O cálculo é retornado de forma imediata, sendo possível trabalhar com intervalos na definição dos pesos e na pontuação das alternativas. Após a primeira análise, pode-se fazer simulações para ajustes necessários a identificação da alternativa dominante.

Este *software* está disponível para uso acadêmico na página de internet <www.decisionarium.hut.fi>. A figura 5 mostra como ele pode ser utilizado para avaliar as alternativas e chegar à alternativa dominante:

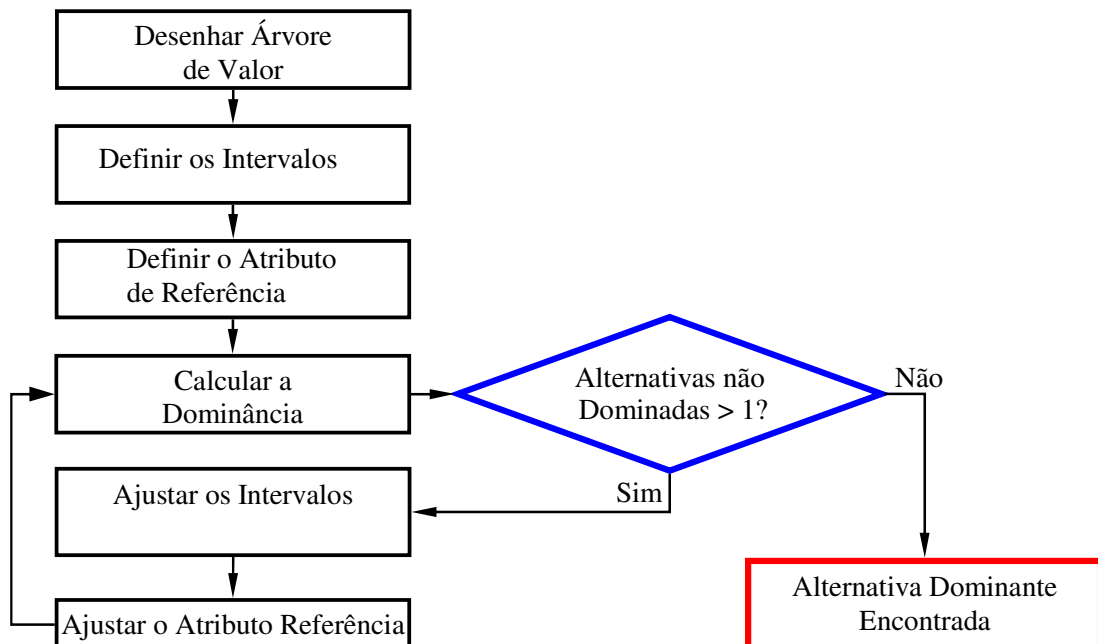


Figura 5: Utilização do software WINPRE

3 ESCOLHA DO MÉTODO

Segundo Larichev e Olson (2001) os estudos comparativos entre os diferentes métodos de apoio à decisão multicritério, mostram que não existem metodologias que podem ser apontadas como melhores em relação à outras para qualquer situação. Na verdade, uma metodologia pode ser melhor que outra dependendo do contexto em que o problema está inserido. O analista de decisão deve possuir conhecimentos suficientes para determinar qual a melhor metodologia a ser aplicada em função das características da decisão que deve ser tomada.

Segundo Gomes, Gomes e Almeida (2002), a escolha de qual método deve-se utilizar para a solução de um determinado problema depende do tipo de problema, do contexto onde esse problema está inserido, das preferências dos decisores envolvidos, da estrutura de preferência, e do tipo de resposta que se deseja alcançar.

Segundo Ozernoy (1992), a escolha de qual método deve-se utilizar na solução de um problema, por si só, já é um problema de decisão multicritério. A utilização de um método não adequado pode resultar numa recomendação que não possa ser justificada.

Diferentes métodos podem apresentar diferenças radicais e a escolha de um deles depende muitas vezes de uma questão particular, ou de uma preferência do decisor. Métodos da escola francesa aceitam a incomparabilidade e a não transitividade entre alternativas, o que já não é aceito pelos métodos da escola americana.

Muitas vezes um método é escolhido mesmo antes de o problema ser conhecido pelo simples fato do decisor já tê-lo utilizado. Muito embora seja difícil fazer com que alguém que já esteja habituado com um método utilize outro na solução de seu problema, segundo Ozernoy (1992), problemas de decisão multicritério deveriam partir das seguintes premissas:

- ⇒ A seleção do método adequado é importante.
- ⇒ A busca do melhor método deve se basear na consideração da situação em que está inserido o problema, nos pressupostos do método, e no tipo de informação requerida pelo método.
- ⇒ A seleção do método pode ser facilitada pela utilização de um sistema de informática.

Ainda segundo Ozernoy (1992), um método é adequado se:

- ⇒ O decisor conhece e aceita o método.
- ⇒ Os envolvidos podem fornecer as informações necessárias ao método sem muita dificuldade.
- ⇒ O resultado da utilização do método é um grupo de alternativas possíveis ordenadas.

A escolha do método MAUT se baseou nos seguintes argumentos:

- ⇒ Cultura da empresa: a empresa é uma multinacional americana, que segue padrões americanos na definição de procedimentos e na disciplina das ações. Os envolvidos têm facilidade em entender e utilizar escalas para pontuar as alternativas e os pesos dos critérios, e dessa forma, fornecer as informações necessárias a aplicação do método.
- ⇒ Os pressupostos do método em relação a comparabilidade e a transitividade estão de acordo com o pensamento dos decisores. Ou seja, os decisores compartilham da idéia de que todas as alternativas podem ser comparadas segundo os critérios

definidos, e que se uma alternativa “A” é melhor que “B”, e “B” é melhor que C, então “A” é melhor que “C”.

- ⇒ É um método lógico e transparente, permitindo a pontuação de critérios qualitativos e quantitativos, facilitando sua demonstração e a justificativa da recomendação.
- ⇒ Fornece um resultado onde as alternativas são ordenadas da melhor para a pior, através da determinação de um valor global de cada uma das alternativas.
- ⇒ Existe ampla documentação do método, e suas aplicações que facilitam o estudo e entendimento de cada um dos participantes.

A escolha pela utilização do método *INTERVAL SMART/SWING WEIGHT*, se baseou nos seguintes argumentos:

- ⇒ A terceirização de serviços de tecnologia da informação tem diferentes aspectos envolvidos, que são analisados de forma subjetiva, e portanto, sujeita a imprecisão.
- ⇒ O tempo para se tomar uma decisão está cada vez menor, não sendo normalmente suficiente para se adquirir todas as informações necessárias para um julgamento preciso.
- ⇒ É mais fácil partir de um julgamento impreciso para um julgamento preciso, pois a própria análise do resultado alcançado no primeiro momento contribui para o amadurecimento e o entendimento do problema, e conseqüentemente, para os ajustes necessários.
- ⇒ Considerando os riscos envolvidos, as pessoas se sentem mais confortáveis em estabelecer limites mínimos e máximos, do que pontuar diretamente.

4 ESTUDO DE CASO

Após a compra da W-Cosmetic pela P-Comércio em 2003, um novo modelo de gestão de TI foi implementado, dando ênfase na terceirização de serviços não ligados diretamente ao negócio fim da empresa. A estratégia da empresa é manter o foco no negócio, terceirizando as atividades operacionais. Em 2005 iniciou-se o processo de terceirização de determinados serviços de TI, principalmente os de infraestrutura, e a seleção de fornecedores de serviços de TI passou a ser uma prática dentro da empresa.

O estudo de caso é sobre a escolha de um fornecedor de serviços de impressão pela empresa W-Cosmetic, que possa atender as diversas localidades onde a empresa necessita deste tipo de serviço.

4.1 Descrição do Problema

Um dos grandes problemas de gestão em TI é o serviço de impressão, que acarreta inúmeras atividades operacionais, gerando conseqüentemente trabalho não produtivo, como são chamados trabalhos que não estão ligados diretamente à estratégia da empresa. Como exemplo pode-se citar:

- ⇒ Gestão de ativos e contratos.
- ⇒ Gestão de problemas de *hardware* e chamados de suporte.
- ⇒ Gestão de custos por departamento.

A legislação brasileira exige que seja impressa grande quantidade de documentos. Alguns desses documentos são críticos e estão ligados diretamente à distribuição dos produtos, como é o caso da nota fiscal. Sem nota fiscal não há distribuição, e conseqüentemente, afeta diretamente as vendas.

Atualmente a empresa possui um parque de 25 impressoras próprias, sendo sete matriciais e as demais multifuncionais laser, instaladas nas cidades do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São Paulo, Guarulhos, e Salvador.

A gestão da manutenção, peças de *backup* e consumíveis, bem como o gerenciamento dos chamados de suporte são de responsabilidade da W-Cosmetic. Existem diversas empresas contratadas para manter essas impressoras, dependendo da localidade onde estão instaladas. Não há um controle satisfatório do volume impresso por departamento, sendo que departamentos que gastam menos acabam recebendo uma despesa superior a que deveria receber por dividir as despesas de outros departamentos. O custo anual da solução atual foi estimado em 500.000 reais.

O parque instalado já está obsoleto em relação às necessidades atuais de impressão no que se refere a volume, recursos de impressão confidencial, impressão colorida em A3, cópia A3 em preto e branco, e *scanner*.

Por todos os problemas descritos, a W-Cosmetic resolveu abrir um projeto de terceirização de serviço de impressão tendo como objetivos principais:

- ⇒ Reduzir custos de impressão em função de parte do ganho de escala obtido pelo contratado poder ser repassado ao contratante.
- ⇒ Atender às novas necessidades de recursos de volume de impressão, tamanho de papel, impressão confidencial, restrição de impressão, além das funções de cópia, fax e *scanner*.

- ⇒ Permitir a contabilização das impressões por centro de custo de forma a avaliar o gasto por departamento permitindo ações de redução de volume impresso, e conseqüentemente redução de custo.
- ⇒ Garantir a continuidade operacional das impressoras e multifuncionais, incluindo as impressoras matriciais de impressão de nota fiscal, consideradas críticas para o negócio.
- ⇒ Reduzir a carga operacional dos funcionários de TI no que se refere ao gerenciamento e manutenção dos equipamentos, solicitação de consumíveis, manutenção de *backups*. Este objetivo pode trazer redução de custo, bem como liberar os funcionários de TI de atividades exclusivamente operacionais de planejamento e execução de projetos essenciais ao negócio.

4.2 Metodologia

A metodologia empregada consiste de três fases principais:

- ⇒ Pré-Análise: nesta fase serão definidos critérios mínimos, e se buscará eliminar as alternativas que não satisfaçam a esses critérios.
- ⇒ Análise de Dominância: nesta fase será utilizado o *software* WINPRE para os cálculos da dominância utilizando intervalos. Será buscada a definição da alternativa dominante.
- ⇒ Análise de Sensibilidade: nesta fase serão feitos ajustes e comparações para se verificar o quanto a sensibilidade da solução.

4.2.1 Fase I – Pré-Análise

A figura 6 apresenta as etapas da fase de “Pré-Análise”.

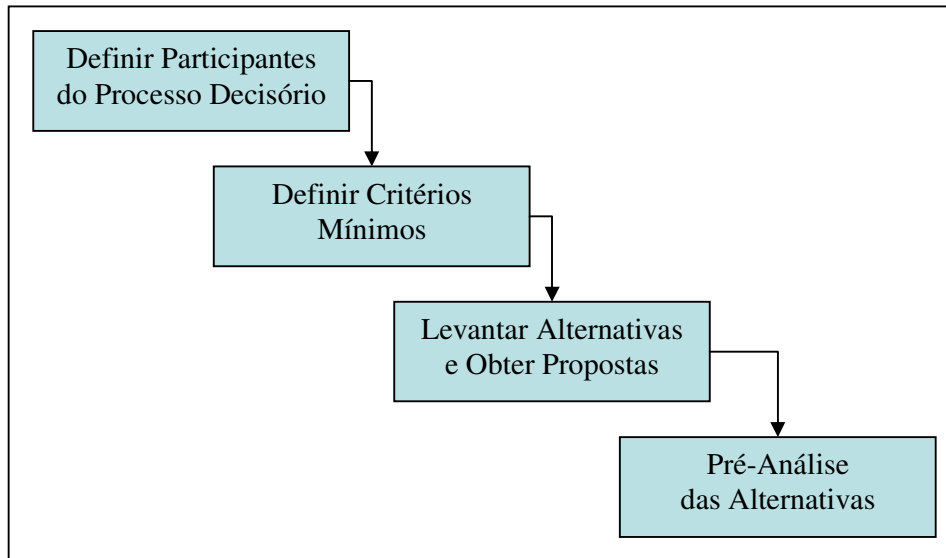


Figura 6: Fase de Pré-Análise

- Participantes do Processo Decisório

Dois decisores farão parte do processo, tendo como funções definir os critérios de avaliação, o atributo de referência, o peso inicial de cada atributo, e o erro estimado para cada um deles. Também será encarregado de definir a pontuação das alternativas em relação aos atributos.

O analista será encarregado de elaborar a especificação segundo os critérios definidos pelos decisores e levantar as alternativas e respectivas propostas. Este analista deverá ainda fazer o alinhamento das propostas verificando se as alternativas estão de acordo com o especificado.

Numa segunda etapa, deverá fazer a pré-análise, eliminando as alternativas que não correspondem à especificação mínima, e por último executar a primeira análise no *software* WINPRE de acordo com os valores definidos.

- Critérios Mínimos

Os critérios mínimos serão utilizados para fazer a pré-análise e eliminar possíveis alternativas que não correspondem à especificação. Esses critérios são os seguintes:

- ⇒ Qualidade de Atendimento: o fornecedor deverá indicar 3 clientes que deverão dar notas para as seguintes perguntas:

- 1- Como você avalia o tempo de atendimento e o tempo de solução, segundo o acordo de nível de serviço definido?
- 2- Como você avalia os equipamentos segundo a confiabilidade?
- 3- Como você avalia a capacidade técnica da empresa na solução dos problemas?
- 4- Como você avalia o serviço prestado pelo seu fornecedor de uma maneira geral?

As notas serão avaliadas utilizando-se a escala apresentada na tabela 9.

Muito Ruim		Ruim		Regular		Bom		Muito Bom	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Tabela 9: Escala do questionário de pesquisa de qualidade de atendimento

O resultado total, calculado pela média aritmética das respostas dos três clientes, deverá ser no mínimo de seis. Alternativas abaixo desse mínimo estarão automaticamente eliminadas. Esses critérios mínimos serão considerados também na fase de análise.

⇒ Prazo de Implantação

O prazo máximo de implantação tolerável será de 2 meses, apontados em contrato, com multa prevista por atraso.

- Alternativas

Serão chamadas as principais empresas do segmento de impressão que atuam no mercado brasileiro, sendo que elas podem optar por apresentarem proposta através de um revendedor autorizado. Não existe limite de participantes pré-estabelecidos, bem como não existe uma pré-seleção das empresas que irão participar.

- Pré-Análise

Esta fase terá como objetivo principal eliminar as alternativas que não estejam de acordo com o critério mínimo estabelecido, facilitando a análise de dominância que ocorrerá

posteriormente. Se não houver alternativa eliminada, os decisores podem resolver ajustar para melhor os valores definidos para os critérios mínimos. Esta fase será calculada no *excel*.

4.2.2 Fase II – Análise de Dominância

A figura 7 apresenta as etapas da fase de Análise da Dominância.

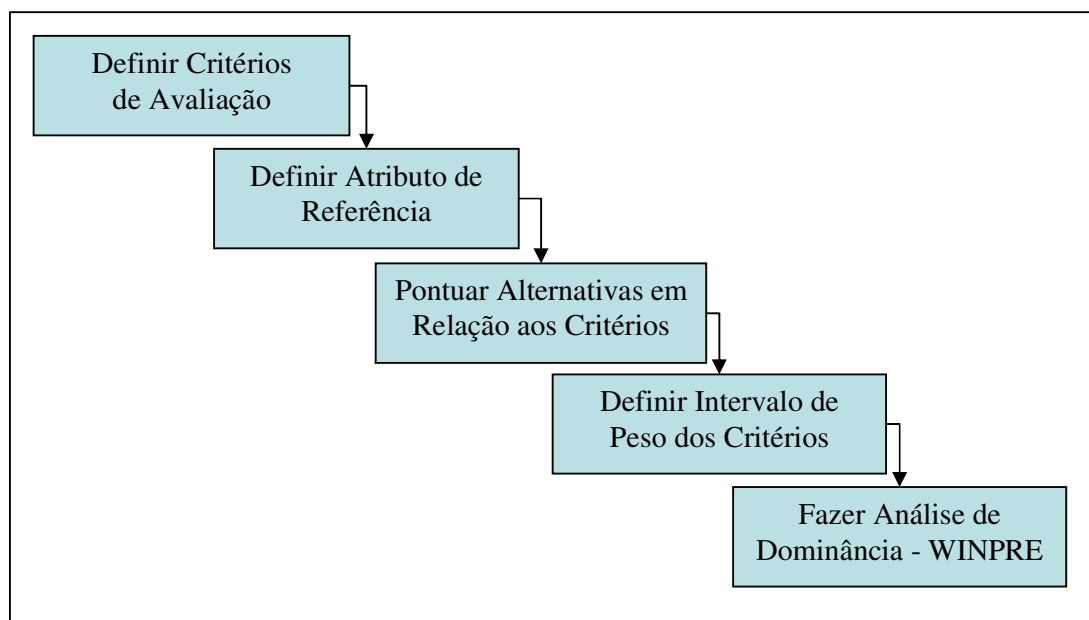


Figura 7: Fase de Análise da Dominância

- Critérios de Avaliação

A figura 8 apresenta através da “Árvore de Valor”, os critérios que serão utilizados na avaliação das alternativas.

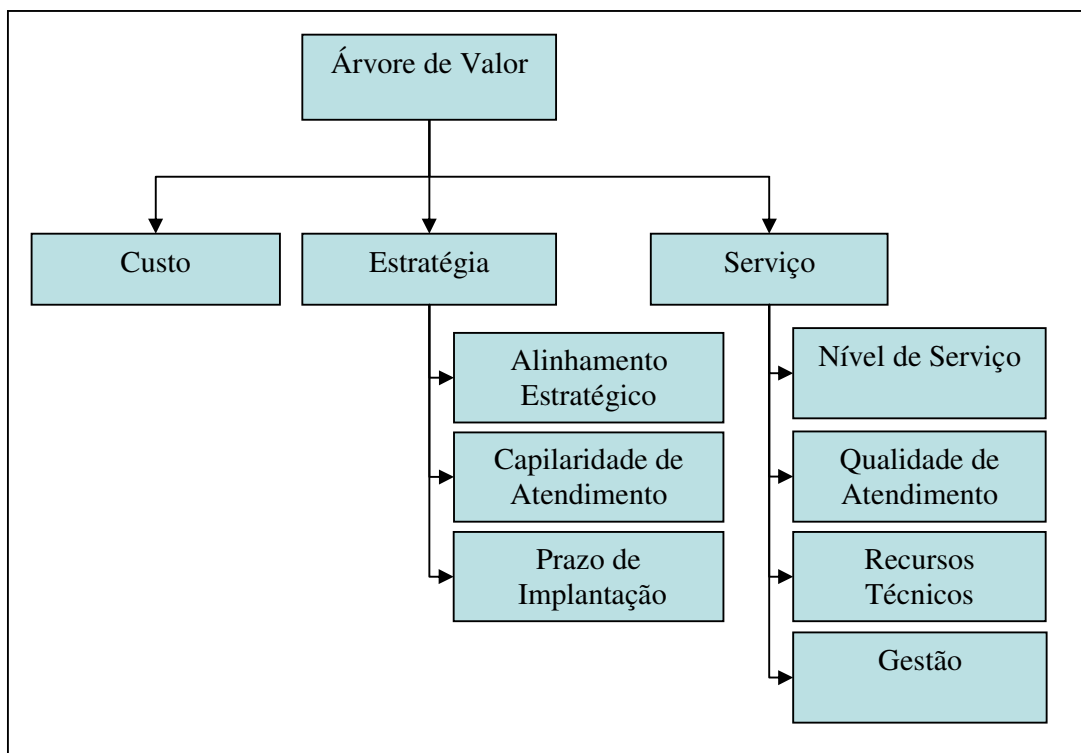


Figura 8: Árvore de Valor

Observação: não confundir a forma de representação da árvore de valor com a forma de representação que normalmente se utiliza no método AHP.

- ⇒ Nível de Serviço (SLA): mede o tempo de solução a partir da abertura do chamado, considerando um atendimento 24x7 (7 dias por semana, 24 horas por dia). Quanto menor o tempo, maior é a pontuação nesse quesito. Tempos acima de 24 horas para Duque de Caxias ou Guarulhos deverão ser pontuados com zero, pois são os centros de distribuição mais importantes.
- ⇒ Capilaridade de Atendimento: avalia-se quais localidades são atendidas pela própria empresa, e quais são atendidas por empresas sub-contratadas. Quanto mais localidades são atendidas diretamente, entende-se que melhor é a qualidade de atendimento e a capacitação técnica. Empresas que não atendem a localidade de São Paulo diretamente deverão ser pontuadas como zero.

- ⇒ Recursos Técnicos: avalia-se os recursos de impressão, cópia, fax e *scanner* disponíveis. Quanto mais recursos dentre os descritos na especificação, estiverem disponíveis, maior será a pontuação.
- ⇒ Custo: avalia-se o custo anual de cada solução. Para o menor custo será dado a pontuação 1, e para o maior custo, a pontuação 0. É importante que na primeira fase, o alinhamento das propostas com a especificação seja bem feito para que sejam evitadas grandes diferenças por falta de um claro entendimento.
- ⇒ Alinhamento Estratégico: avalia-se a capacidade da empresa em participar de um alinhamento global, estabelecendo um padrão para a América Latina. São avaliadas as possibilidades de atender empresas do mesmo grupo nos seguintes países além do Brasil: México, Argentina, Chile, Venezuela e Colômbia.
- ⇒ Gestão: avalia-se o quanto de trabalho operacional será retirado da empresa contratante. Avalia-se ainda a capacidade de emitir relatórios de acompanhamento gerencial que possibilite análises de gastos por centro de custo objetivando uma redução no volume impresso. A utilização de sistema via WEB onde é possível consultar e fazer estas avaliações é considerado como ponto positivo.

- Atributo de Referência

Seguindo a recomendação para a escolha de um atributo referência segundo Mutajoki, Salo e Hamalainen (2005), identificamos o atributo “Custo” como sendo o atributo com maior grau de precisão na definição do peso correspondente. A este atributo será dado o valor um e será considerado como referência na avaliação dos demais atributos.

É comum achar que o custo é o mais importante atributo, mas neste caso, isso não está muito claro para os decisores. Se o fosse, teríamos a situação ideal onde o atributo de referência é ao mesmo tempo o mais preciso e o mais importante.

- Avaliação das Alternativas em Relação aos Critérios

A avaliação das alternativas será de acordo com as definições das tabelas 10 a 16.

⇒ Qualidade do Atendimento: definido como um critério impreciso devido à subjetividade do questionário, bem como pela falta de um contato maior com os clientes para alinhamento.

Qualidade do Atendimento – Impreciso Maximizar	Erro Estimado
Avaliação da Pré-Análise	0,5

Tabela 10: Critério de pontuação do atributo “Qualidade de Atendimento”

⇒ Nível de Serviço: definido como um critério preciso em função dos valores estarem bem definidos e claros para os decisores.

Nível de Serviço – Preciso Minimizar	Valor Mínimo	Valor Máximo
SLA <= 6h	1,0	1,0
6h < SLA <= 8h	0,8	0,8
8h < SLA <= 24h	0,5	0,5
SLA > 24h	0,0	0,0

Tabela 11: Critérios de pontuação do atributo “Nível de Serviço”

⇒ Capilaridade de Atendimento: definido como um critério impreciso, pois há discordância entre a real importância que deve ser atribuída a este critério.

Capilaridade - Impreciso Maximizar	Valor Mínimo	Valor Máximo
SP	0,4	0,6
RJ e SP	0,5	0,7
Brasil	1,0	1,0

Tabela 12: Critérios de pontuação do atributo “Capilaridade de Atendimento”

⇒ Recursos Técnicos: definido como um critério preciso, pois os principais fabricantes têm todos ou quase todos os recursos.

Recursos – Preciso Maximizar	Valor Mínimo	Valor Máximo
	Todos	1,0
Nem Todos	0,6	0,6

Tabela 13: Critérios de pontuação do atributo “Recursos Técnicos”

⇒ Alinhamento Estratégico: definido como um critério impreciso, pois há falta de informações para definir como é exatamente o atendimento.

Alinhamento – Impreciso Maximizar	Valor Mínimo	Valor Máximo
	Só Brasil	0,5
AL - México, Argentina e/ou Chile	0,7	0,8
AL – Outro	0,8	0,9
AL	1,0	1,0

Tabela 14: Critérios de pontuação do atributo “Alinhamento Estratégico”

⇒ Gestão: definido como um critério impreciso devido à subjetividade da avaliação.

Gestão – Impreciso Maximizar	Valor Mínimo	Valor Máximo
	Regular ou Inferior	0,1
Bom	0,5	0,7
Muito Bom	0,7	1,0

Tabela 15: Critérios de pontuação do atributo “Gestão”

⇒ Custo Anual: definido como um critério preciso, sendo o escolhido como atributo de referência.

Custo Anual – Preciso Minimizar	Valor Mínimo	Valor Máximo
	Menor Custo	1,0
Maior Custo	0,0	0,0
Demais Custos	Função de Valor com Bissecção	

Tabela 16: Critérios de pontuação do atributo “Custo Anual”

- Intervalo de Pesos

O intervalo de pesos será avaliado fazendo-se uma comparação direta com o atributo referência, atribuindo um valor máximo e um mínimo.

- Análise de Dominância

As alternativas receberão seus respectivos valores de acordo com a descrição de cada uma delas. O intervalo para os atributos será calculado no *Excel*, e depois serão entrados no sistema WINPRE para a determinação da alternativa dominante.

4.2.3 Fase III – Análise de Sensibilidade

A figura 9 apresenta as etapas da fase de Análise de Sensibilidade.

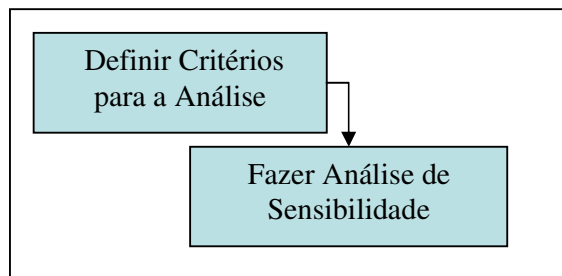


Figura 9: Fase de Análise de Sensibilidade

- Definir Critérios para a Análise

A análise de sensibilidade será feita utilizando todas as alternativas, independente do resultado da análise de dominância, e acontecerá de duas formas:

- ⇒ Utilização do atributo “Capilaridade de Atendimento” como atributo de referência e avaliar o comportamento da dominância utilizando um atributo menos importante, ou seja, com um peso baixo.
- ⇒ Utilização dos valores agregados mínimo, máximo e central, para classificar as alternativas segundo esses valores.

- Fazer Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade com mudança do atributo de referência será feita utilizando-se o *software* WINPRE.

A análise de sensibilidade com os valores agregados será feita utilizando-se o *excel*.

4.3 Apresentação dos Resultados

4.3.1 Pré-Análise

A tabela 17 mostra a resposta ao questionário dos 3 clientes apresentados pelos fornecedores, bem como o prazo de implantação de cada proposta.

	Prazo de Implantação (Meses)	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Média Total
Alternativa 1	1,5	6	8	9	7,7
Alternativa 2	2,0	4	8	7	6,3
Alternativa 3	2,0	5	7	6	6,0
Alternativa 4	3,0	7	6	6	6,3
Alternativa 5	2,0	5	9	5	6,3
Alternativa 6	1,0	7	5	6	6,0
Alternativa 7	1,5	6	6	4	5,3
Alternativa 8	1,5	9	8	8	8,3
Alternativa 9	2,0	6	8	7	7,0
Alternativa 10	2,0	7	7	6	6,7

Tabela 17: Avaliação das alternativas segundo os critérios mínimos

Pelos valores apresentados na tabela 17, podemos concluir que:

- ⇒ A alternativa “4” foi eliminada pelo critério “Prazo de Implantação” (>2 meses).
- ⇒ A alternativa “7” foi eliminada pelo critério “Qualidade de Atendimento” (<6 pontos).

A análise prossegue a partir da primeira fase, considerando apenas as alternativas que não foram eliminadas nesta fase.

4.3.2 Análise de Dominância

⇒ Desenhando a árvore de valor no sistema WINPRE:

A figura 10 apresenta a “Árvore de Valor” capturada do *software* WINPRE, com os critérios de avaliação e as alternativas.

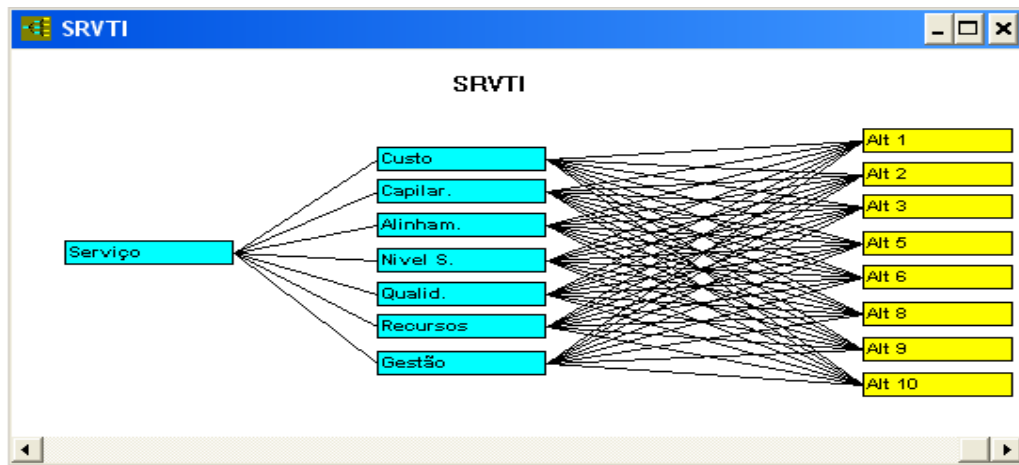


Figura 10: Árvore de Valor capturada do *software* WINPRE

⇒ Avaliando as alternativas segundo os critérios definidos:

A tabela 18 apresenta o resultado da avaliação das alternativas segundo os critérios estabelecidos.

	Custo Anual	Capilaridade Atendimento	Alinhamento Estratégico	Nível Serviço	Qualidade Atendimento	Recursos Técnicos	Gestão
Alternativa 1	400.000	Brasil	Brasil	6h	7,7	Todos	M. Bom
Alternativa 2	450.000	RJ e SP	AL	4h	6,3	Todos	Bom
Alternativa 3	420.000	RJ e SP	AL-Colômbia	8h	6,0	Todos	M. Bom
Alternativa 5	390.000	Brasil	Brasil	6h	6,3	Sem Cópia Scanner Cor	Regular
Alternativa 6	425.000	Brasil	Brasil	24h	6,0	Todos	Bom
Alternativa 8	415.000	RJ e SP	AL-Colômbia e Venezuela	48h	8,3	sem impressão confidencial	M. Bom
Alternativa 9	430.000	RJ e SP	AL-Colômbia e Venezuela	6h	7,0	Todos	M. Bom
Alternativa 10	470.000	Brasil	AL	8h	6,7	Todos	Regular

Tabela 18: Avaliação das alternativas segundo os critérios estabelecidos

Considerando a tabela 18 com as respostas de cada uma das alternativas, já desconsiderando as alternativas 4 e 7 eliminadas na fase anterior (tabela 17), podemos montar a tabela 19 onde são apresentados os valores mínimos e máximos para as alternativas em relação à cada atributo.

	Custo Anual		Capilaridade Atendimento		Alinhamento Estratégico		Nível Serviço		Qualidade Atendimento		Recursos Técnicos		Gestão	
	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx	Mín	Máx
	Alternativa 1	0,9	0,9	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	0,7
Alternativa 2	0,3	0,3	0,5	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	0,5	0,7
Alternativa 3	0,6	0,6	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,6	0,7	1,0	1,0	0,7	1,0
Alternativa 5	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,7	0,6	0,6	0,1	0,4
Alternativa 6	0,5	0,5	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	1,0	1,0	0,5	0,7
Alternativa 8	0,8	0,8	0,5	0,7	0,7	0,8	0,0	0,0	0,8	0,9	0,6	0,6	0,7	1,0
Alternativa 9	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	0,7	1,0
Alternativa 10	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6	0,7	1,0	1,0	0,1	0,4

Tabela 19: Valores máximos e mínimos de cada alternativa em relação aos atributos

As figuras de 11 a 17 apresentam os valores mínimo e máximo de cada alternativa em relação aos atributos, inseridos no *software* WINPRE.

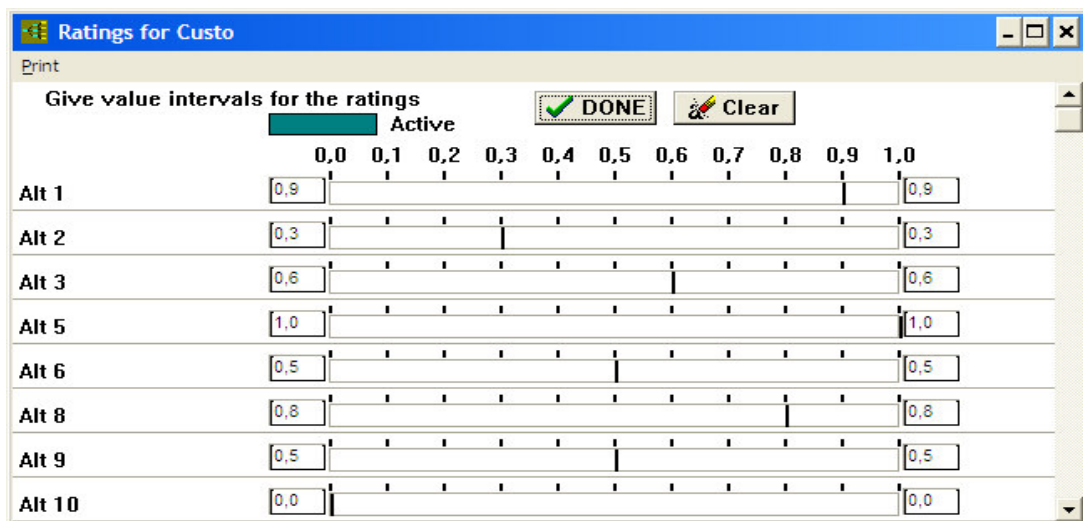


Figura 11: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Custo”.

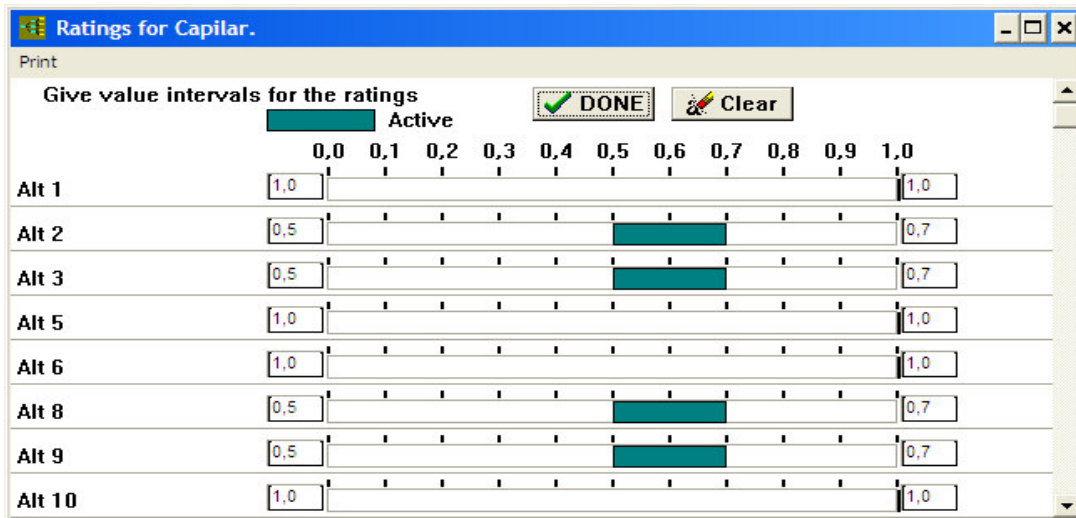


Figura 12: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Capilaridade”

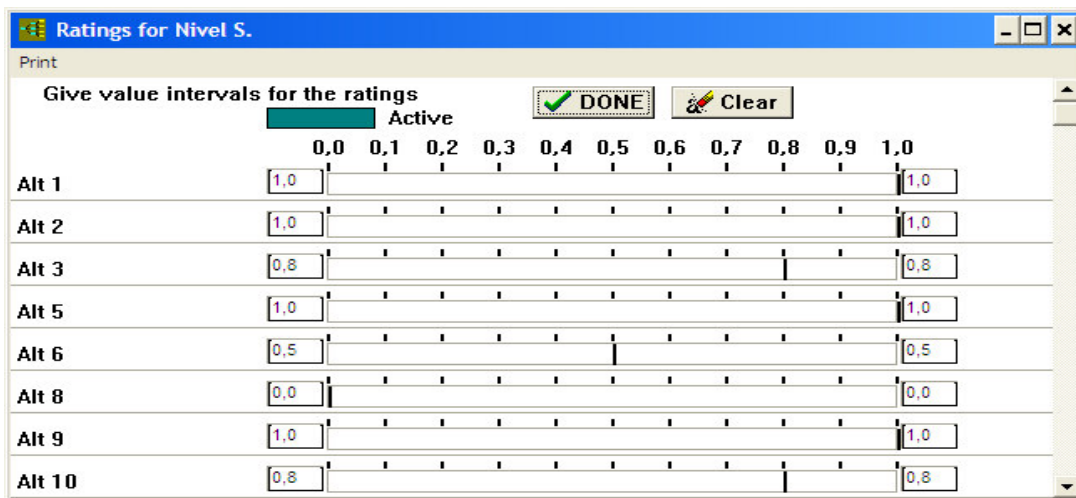


Figura 13: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Alinhamento Estratégico”

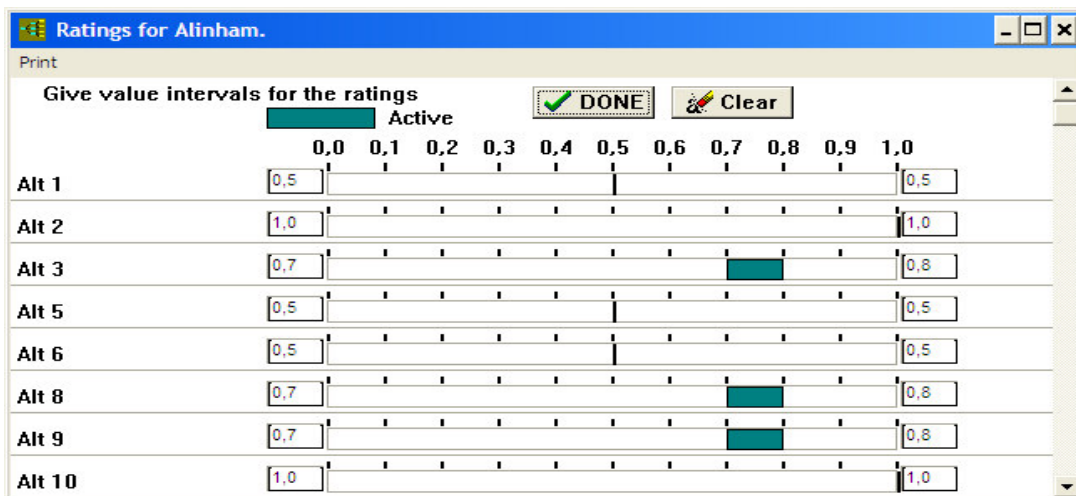


Figura 14: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Nível de Serviço”

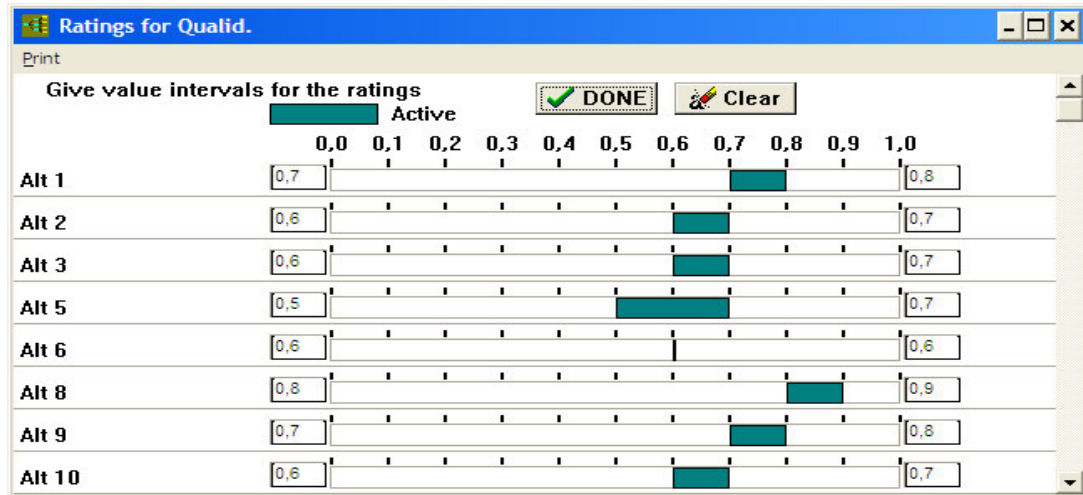


Figura 15: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Qualidade de Atendimento”

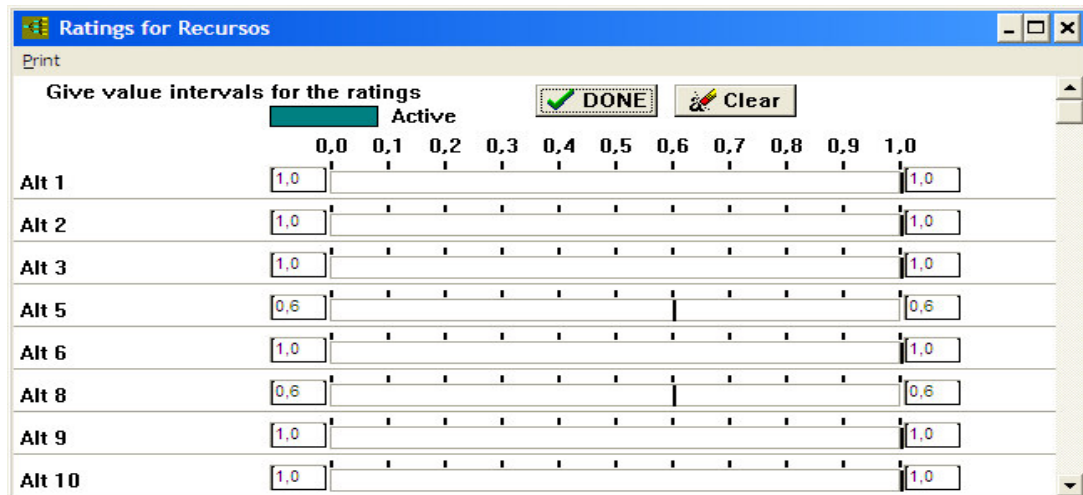


Figura 16: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Recursos”

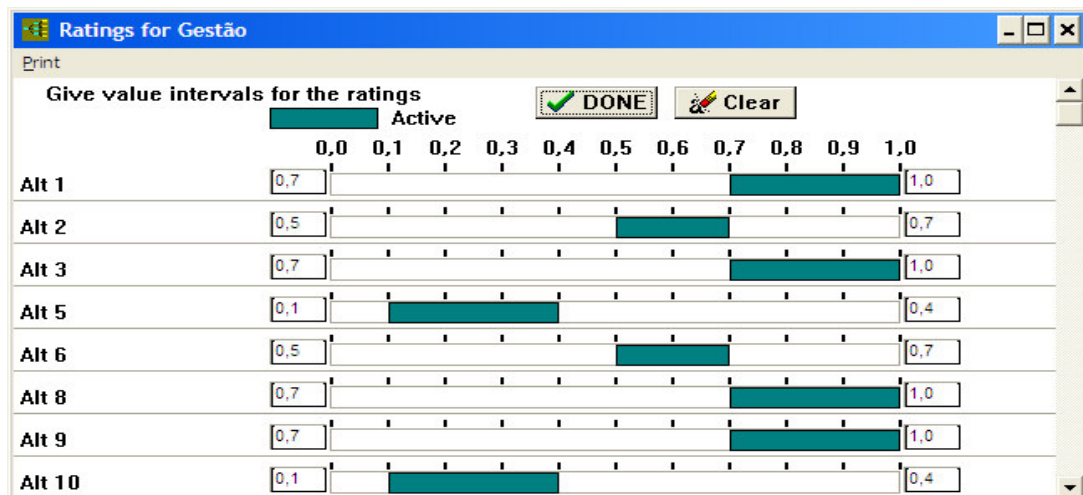


Figura 17: Pontuação das alternativas em relação ao atributo “Gestão”

⇒ Cálculo dos intervalos dos pesos em relação ao atributo de referência:

A tabela 20 apresenta os valores máximos e mínimos atribuídos a cada um dos critérios, em relação ao atributo de referência “Custo”, e a classificação em termos de importância.

	Classificação	Mín	Máx
Custo	Referência	1,0	1,0
Capilaridade Atendimento	6º	0,2	0,6
Alinhamento Estratégico	2º	0,6	1,0
Nível de Serviço	1º	0,8	1,2
Qualidade Atendimento	4º	0,4	0,6
Recursos Técnicos	5º	0,4	0,6
Gestão	3º	0,4	0,8

Tabela 20: Valores máximos e mínimos dos pesos dos atributos

⇒ Análise da Dominância no WINPRE

Os pesos são informados dentro do sistema, bem como o critério “Custo” é escolhido como o atributo referência conforme apresentado na figura 18.

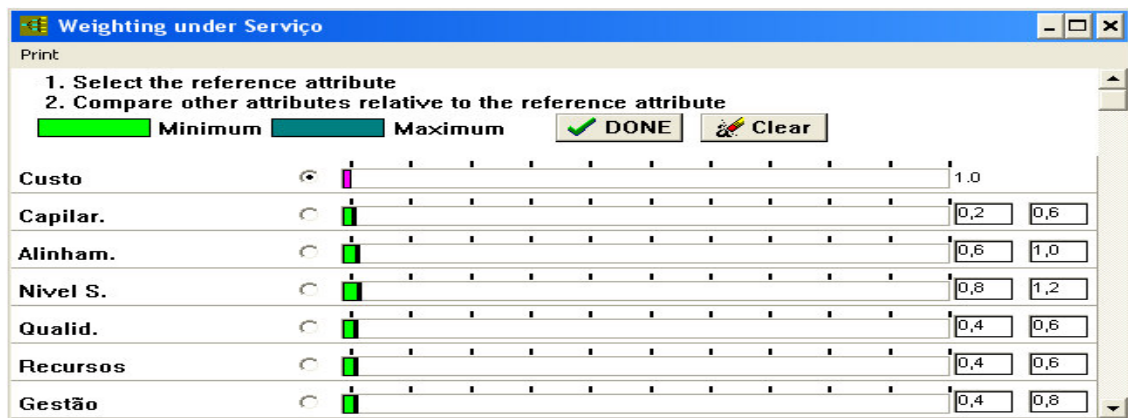


Figura 18: Pesos capturados do software WINPRE

A figura 19 apresenta as dominâncias existentes entre as alternativas conforme dados informados na figura 18. A alternativa dominante aparece do lado esquerdo, e a dominada do lado direito.

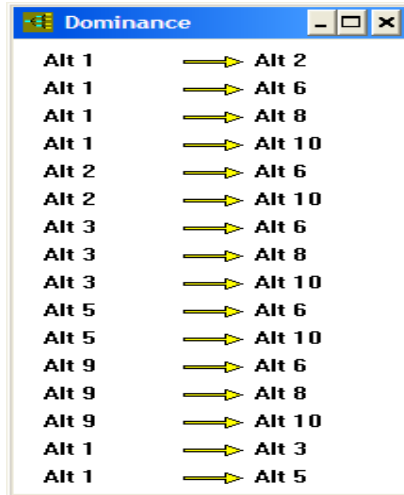


Figura 19: Dominância capturada do software WINPRE

O resultado mostra que não houve uma alternativa que dominasse todas as outras. Para melhor visualizar quais as alternativas dominadas e não dominadas, foi montada a tabela 21.

		Dominantes							
		1	2	3	5	6	8	9	10
Dominadas	1	-							
	2	X	-						
	3	X		-					
	5	X			-				
	6	X	X	X	X	-		X	
	8	X		X			-	X	
	9							-	
	10	X	X	X	X			X	-

Tabela 21: Alternativas Dominantes x Alternativas não Dominantes

Fica claro que as alternativas 1 e 9 são as únicas não dominadas. Isso demonstra que o atributo referência foi bem escolhido, proporcionando um alto percentual de alternativas dominadas. Porém, ainda é necessário definir se devemos recomendar a alternativa 1, ou a alternativa 9.

Retornando à tabela 13, e avaliando as diferenças entre essas alternativas, percebemos que a alternativa 1 é melhor no atributo “Custo” (400 000 x 430 000), e que a alternativa 9 é melhor no atributo “Alinhamento Estratégico” (América Latina menos Colômbia e Venezuela x

Brasil). Esses atributos, junto com o atributo “Nível de Serviço” são os que apresentam o maior peso entre todos os atributos avaliados.

A pergunta que deve ser respondida é: vale a pena pagar mais 30.000 reais por ano para se ter um alinhamento estratégico incluindo os principais países (Brasil, México, Argentina e Chile)? De outra forma, também pode-se perguntar: vale a pena pagar menos 30.000 reais por ano para se ter uma solução que atenda somente ao Brasil?

Avaliando a descrição do problema, e os objetivos que devem ser alcançados com este projeto, e considerando que ainda será feita uma análise de sensibilidade, recomendamos neste momento a alternativa 9 com base nos seguintes argumentos:

- ⇒ A alternativa 9, apesar de ter um custo superior a alternativa 1, ainda assim reduz o custo atual em 70.000 reais, o que corresponde a aproximadamente 14%.
- ⇒ A diferença de custo para a alternativa 1 pode ser alcançada mais tarde, a partir de uma renegociação incluindo os demais países da América Latina, contemplados na solução da alternativa 9.

4.3.3 Análise de Sensibilidade

Foi definido pelos participantes do processo de decisão, que a análise de sensibilidade deverá considerar um novo atributo de referência, e uma comparação com os valores máximo, mínimo e central. Os intervalos serão mantidos uma vez que os participantes entendem que a incerteza com respeito aos valores dos atributos, e com respeito aos valores das alternativas em relação aos atributos, continua a mesma. Um outro fator para se manter os intervalos é que a primeira análise de dominância teve como resultado apenas duas alternativas não dominadas, o que facilita a análise para se chegar à alternativa mais indicada.

⇒ Análise alterando-se o atributo de referência para “Capilaridade de Atendimento”

Nesta análise, o resultado encontrado na etapa análise de dominância demonstrado pela figura 19, será comparado ao resultado de uma nova análise de dominância escolhendo-se o atributo de menor importância como sendo o novo atributo de referência, e mantendo-se os intervalos máximo e mínimo anteriormente definidos. Dessa forma poderemos analisar se existem variações significantes no comportamento da dominância entre as alternativas, quando se altera o atributo de referência.

A figura 20 mostra o novo atributo de referência e os pesos dos demais atributos inseridos no *software* WINPRE.

The screenshot shows the 'Weighting under Serviço' window. It has a blue title bar and a 'Print' button. The main area contains two instructions: '1. Select the reference attribute' and '2. Compare other attributes relative to the reference attribute'. Below these are two buttons: 'Minimum' (highlighted in green) and 'Maximum' (highlighted in blue). To the right are 'DONE' and 'Clear' buttons. The main content is a list of attributes with sliders and input boxes for minimum and maximum values:

Atributo	Radio	Slider	Input 1	Input 2
Custo	<input type="radio"/>	[Slider]	1,4	1,8
Capilar.	<input checked="" type="radio"/>	[Slider]	1,0	
Alinham.	<input type="radio"/>	[Slider]	1,0	1,4
Nível S.	<input type="radio"/>	[Slider]	1,2	1,6
Qualid.	<input type="radio"/>	[Slider]	0,8	1,0
Recursos	<input type="radio"/>	[Slider]	0,8	1,0
Gestão	<input type="radio"/>	[Slider]	0,8	1,2

Figura 20: Pesos capturados do *software* WINPRE

A figura 21 apresenta o resultado da análise de dominância considerando o novo cenário conforme dados informados na figura 20. A alternativa dominante aparece do lado esquerdo, e a dominada do lado direito.

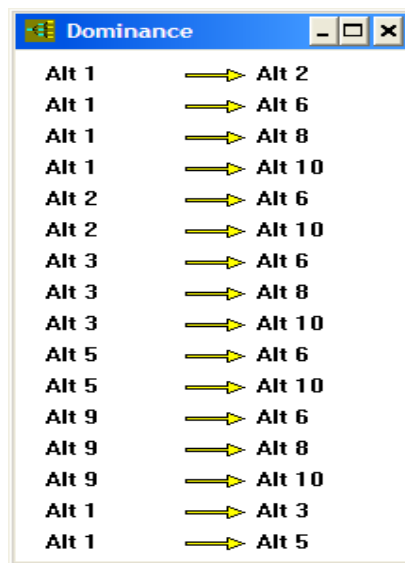


Figura 21: Dominância capturada do *software* WINPRE

O resultado mostra que não houve mudança nas alternativas dominantes e dominadas. As alternativas 1 e 9 continuam sendo as alternativas que não são dominadas por nenhuma outra. Se verificarmos os valores atribuídos aos demais atributos, poderemos encontrar uma explicação para o mesmo resultado. Os pesos dos demais atributos foram alterados observando-se a variação dos intervalos definidas quando o atributo de referência era “Custo”. Dessa forma, manteve-se uma diferença aproximada e conseqüentemente o resultado foi o mesmo.

⇒ Análise pelos valores agregados mínimo, máximo e central:

Nesta análise, o resultado encontrado na etapa análise de dominância demonstrado pela figura 19, será comparado ao resultado de uma nova análise que irá ordenar as alternativas pelo valor agregado calculado utilizando-se os valores mínimo, máximo e central respectivamente, com base na fórmula número “1”.

- O valor agregado mínimo será calculado utilizando-se os valores mínimos definidos nos intervalos de valores dos pesos e dos valores das alternativas em relação aos pesos.

- O valor agregado máximo será calculado utilizando-se os valores máximos definidos nos intervalos de valores dos pesos e dos valores das alternativas em relação aos pesos.
- O valor agregado central será calculado utilizando-se a média aritmética dos valores máximos e mínimos definidos nos intervalos de valores dos pesos e dos valores das alternativas em relação aos pesos respectivamente.

A tabela 22 mostra os valores agregados calculados segundo a pontuação das alternativas em relação aos atributos informados na tabela 19, e os pesos informados utilizando o atributo de referência “Custo”, conforme apresentado na figura 11.

	Mínimo		Máximo		Central	
	Valor Agregado	Classificação	Valor Agregado	Classificação	Valor Agregado	Classificação
Alternativa 1	3,14	1 ^o	14,88	1 ^o	9,01	1 ^o
Alternativa 2	2,58	5 ^o	13,53	3 ^o	8,06	4 ^o
Alternativa 3	2,66	4 ^o	13,48	4 ^o	8,07	3 ^o
Alternativa 5	2,76	2 ^o	11,12	8 ^o	6,94	7 ^o
Alternativa 6	2,22	6 ^o	12,26	6 ^o	7,24	6 ^o
Alternativa 8	2,10	8 ^o	11,67	7 ^o	6,89	8 ^o
Alternativa 9	2,76	2 ^o	14,22	2 ^o	8,49	2 ^o
Alternativa 10	2,13	7 ^o	13,18	5 ^o	7,65	5 ^o

Tabela 22: Classificação considerando os valores mínimo, máximo e central.

O resultado apresentado na tabela 22, mostra que as alternativas 1 e 9 estão sempre classificadas como primeira e segunda respectivamente.

Comparando o resultado dos valores agregados com o resultado da dominância obtido através do *software* WINPRE, observa-se que há coerência entre eles, uma vez que o resultado de dominância também mostra que as alternativas 1 e 9 são as mais indicadas, pois são as únicas não dominadas por nenhuma outra.

⇒ Conclusão da Análise de Sensibilidade

A análise de sensibilidade pôde confirmar que o resultado da análise de dominância, seguindo a recomendação de escolha do atributo de referência como sendo o mais preciso (MUTAJOKI, SALO e HAMALAINEN, 2005), não foi sensível aos novos cenários propostos, uma vez que não houve mudanças significativas na definição das melhores alternativas.

Como conseqüência, a escolha da alternativa 9 será mantida como a alternativa recomendada para prestar serviço de impressão segundo os critérios definidos.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

A utilização de um método de apoio multicritério à decisão revela-se de grande importância, uma vez que gera recomendações fundamentadas, transparentes, e de forma organizada, capazes de manter as discussões em cima de critérios técnicos, não permitindo que o processo se perca em cima de discussões irrelevantes e pouco práticas ao processo decisório em questão.

O método MAUT mostra-se como um método de fácil entendimento e utilização, ao mesmo tempo em que provê resultados de fácil defesa, principalmente quando envolve vários decisores da empresa.

A utilização do método *INTERVAL SMART/SWING* contribui para que as imprecisões de julgamento possam ser cobertas, deixando os decisores numa posição mais confortável. Permite também, que ao longo do estudo, os intervalos possam ser revistos de forma a representar uma realidade que não havia sido percebida antes. Porém, o fato dos decisores se sentirem mais confortáveis, pode gerar uma falha na busca de informações mais completas, ou seja, se o decisor pode julgar através de um intervalo, esse julgamento não requer tanta precisão nas informações. Esse problema pode ser contornado na fase de análise de sensibilidade, estreitando os intervalos através da busca de informações mais completas.

É fundamental que se utilize o apoio de um *software*, pois os cálculos são complexos, e a análise de dominância pode ser em muito facilitada. O WINPRE permite que se faça a

avaliação dos intervalos de forma fácil proporcionando resultados imediatos. Além disso, permite que se trabalhe com variações no atributo de referência e nas pontuações dos pesos e alternativas, tornando as simulações rápidas e de fácil visualização. Porém, por ser um *software* acadêmico, tem pouca documentação disponível e alguns “*bugs*” que algumas vezes tornam a análise mais demorada.

A escolha do atributo de referência também se mostra fundamental, confirmando que a escolha pelo atributo mais preciso é a mais recomendada (MUTAJOKI, SALO e HAMALAINEN, 2005). A escolha do atributo “Custo” gerou uma análise de dominância onde só restaram duas alternativas dominantes.

A pré-análise através de critérios mínimos é importante para que não se perca tempo no processo avaliando alternativas onde facilmente se identifica que não atendem aos requisitos necessários.

Em função dos argumentos aqui apresentados, conclui-se que a utilização dos métodos MAUT e *INTERVAL SMART/SWING WEIGHTING* é bastante eficiente no tratamento da incerteza em situações de médio e alto risco, desde que tomados todos os cuidados necessários nas avaliações das alternativas, pesos e escolha do atributo de referência.

A aplicação prática desses métodos em processos decisórios nas empresas é altamente recomendável, principalmente pelas seguintes razões:

- O mercado atual exige que as decisões sejam tomadas de forma rápida e precisa, e conseqüentemente, com informações incompletas. Esse cenário contribui para gerar incerteza na análise dos critérios e alternativas, que são cobertas pela utilização desses métodos em conjunto.
- Permite a interatividade durante todo o processo decisório, mantendo as discussões com foco no problema em questão, e apresentando a solução de forma transparente, e com fácil entendimento entre os participantes.

- Minimiza fortemente a possibilidade de perda de dinheiro com a escolha de uma alternativa não apropriada.
- Permite que sejam mantidos os documentos gerados pelos processos decisórios como forma de consulta, evitando trabalho desnecessário em situações semelhantes.

Este trabalho limita-se a aplicação prática em apenas um segmento de negócio que é a escolha de fornecedor de serviços de TI, bem como, limita-se também a um problema de complexidade e risco médios.

Como pesquisas futuras que possam complementar e reforçar os resultados encontrados neste trabalho recomenda-se:

- A aplicação em outros segmentos, como por exemplo, na área humana, onde a incerteza se apresenta com grande frequência, e onde os decisores dificilmente lidam com soluções lógicas. Dessa forma seria possível testar o quanto o método é transparente, e se há limites em relação a outros segmentos.
- A aplicação em cenários de alto risco, que possam envolver um número maior de decisores, e conseqüentemente, um número maior de pontos de vista diferentes. Cenários de alto risco podem fazer com que os intervalos sejam maiores e conseqüentemente, que haja um numero maior de alternativas não dominadas. Isto obrigaria que ao longo do processo, a imprecisão fosse reduzida, reduzindo-se o intervalo entre os valores máximos e mínimos. Dessa forma, poder-se-ia avaliar o comportamento do método e a utilização do WINPRE nas simulações dos novos cenários.

6 REFERÊNCIAS

BANA E COSTA, C. A. **Readings in Multiple Criteria Decision Aid**. Berlin: Springer Verlag, 1990.

BARRON, F. H.; BARRET, B. E. **The efficacy of SMARTER – Simple Multi-Attribute Rating Technique Extended to Ranking**. Acta Psychologica, v. 93, p. 23-36, set 1996.

BELTON, V.; STEWART, T. J. **Multiple criteria decision analysis: an integrated approach**. Boston: Kluwer Academic Press, 2002.

BOGETOFT, P.; PRUZAN, P. **Planning with Multiple Criteria: Investigation, Communication, Choice**. Amsterdam: Copenhagen Business School Press, 1991.

BRANS, J. P.; VINCKE, P. H. **A preference ranking organization method, the PROMETHEE method for MCDM**. Management Science, v. 31, p. 647-656, 1985.

CHUNG, A.; JACKSON, T.; LASETER, T. **Why outsourcing is in, Strategy + Business**. Disponível em: <www.strategy-business.com>. Data de acesso: 13 de outubro de 2007.

CLEMEN, R. T.; REILLY, T. **Making Hard Decisions With Decisions Tools**. 2. ed. Pacific Grove: Duxbury, 2001.

EDWARDS, W. **Social utilities**. Engineering Economist: v. 6, p. 119-129, 1971.

EDWARDS, W.; BARRON, F. H. **SMARTS and SMARTER: improved simple methods for multiattribute utility measurement**. Organizational Behavior and Human Decision Processes. Elsevier, v. 60, p. 306-325, dez 1994.

FISHBURN, P. **Utility Theory for Decision Making**. New York: John Wiley e Sons, 1970.

GELDERMANN, J.; RENTZ, O. **Bridging the gap between American and European MADM-approaches?** Presented at the 51st Meeting of the European Working Group Multicriteria Aid for Decisions, 2000.

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

GOMES, L. F. M. A.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério.** São Paulo: Atlas, 2002.

GOODWIN, P.; WRIGHT, G. **Decision Analysis for Management Judgment.** New York: John Wiley e Sons, 2000.

KEENEY, R. L. **Decision Analysis: An Overview.** Operations Research, v. 30, p. 803-838, 1982.

KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. **Decisions with Multiple Objectives. Preferences and Value Tradeoffs.** New York: John Wiley e Sons, 1976.

LARICHEV, O. I.; OLSON, D. L. **Multiple Criteria Analysis in Strategic Siting Problem.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001.

LEITE, J. C. **Terceirização em informática. Informações ágeis e eficazes através de parcerias sólidas e confiáveis.** São Paulo: Makron Books, 1994.

MILLER, G. A. **The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information.** Psychological Review, v. 101, n. 2, p. 343-352, 1956.

MUSTAJOKI, J.; HAMALAINEN, R. P.; LINDSTEDT, M. R. K. **Using intervals for Global Sensitivity and Worst Case Analyses in Multiattribute Value Trees.** European Journal of Operational Research, p. 278-292, 2006.

MUSTAJOKI, J.; HAMALAINEN, R. P.; SALO, A. **Decision support by interval SMART/SWING – Incorporating imprecision in the SMART and SWING methods.** Decision Sciences, v. 36, n. 2, p. 317-339, 2005.

OZERNOY, V. M. **Choosing the “best” multiple criteria decision making method.** INFOR, v. 20, n. 2, p. 159-171, mai 1992.

POYHONEN, M.; HAMALAINEN, R. P. **On the convergence of multiattribute weighting methods.** European Journal Operational Research, v. 129, p. 569-585, 2001.

ROSENHEAD, J. **Rational Analysis for a Problematic World - Problem Structuring Methods for Complexity, Uncertainty and Conflict.** Chichester: John Wiley e Sons, 1989.

ROY, B. **Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE).** La Revue d'Informatique et de Recherche Opérationnelle, v. 8, p. 57-75, 1968.

_____. **Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision.** Paris: Economica, 1985.

ROY, B.; BOUYSSOU, D. **Aid Multicritère à la decision.** Paris: Economica, 1993.

SAATY, T. L. **A scaling method for priorities in hierararchical structures.** Journal of Mathematical Psychology, v. 15, p. 234-281, 1977.

_____. **Método de análise hierárquica.** São Paulo: Markron Books, 1991.

SALO, A.; HAMALAINEN, R. P. **Preference Ratios in Multiattribute Evaluation (PRIME) – Elicitation and Decision Procedures under Incomplete Information.** IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Journal, v. 31, p. 533-545, 2001.

VON WINTERFELDT, D.; EDWARDS, W. **Decision analysis and behavioral research.** Cambridge: Cambridge University Press, 1986.

WEBER, M. **Decision making with incomplete information.** European Journal of Operational Research, v. 28, p. 44-57, 1987.

WEBER, M.; BORCHERDING, K. **Behavioral Influences on Weight Judgements in Multiattribute Decision Making.** EJOR, v. 67, p. 1-12, 1993.

Livros Grátis

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

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

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

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

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