

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

**Modelo Multicritério para Seleção de Projetos numa Empresa
de Consultoria**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
POR

EURICO CAVALCANTI PINCOVSKY DE LIMA

Orientador: Prof. Adiel Teixeira de Almeida, PhD

RECIFE, MAIO / 2010

L732m Lima, Eurico Cavalcanti Pincovsky de

Modelo multicritério para seleção de projetos numa empresa de consultoria /
Eurico Cavalcanti Pincovsky de Lima. – Recife: O Autor, 2010.

x, 41 f.; il., figs., tabs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2010.

Inclui Referências Bibliográficas.

**1. Engenharia de Produção. 2. Seleção de Projetos. 3. Sistema de Apoio à
Decisão. 4. Decisão Multicritério. 5. Electre Tri. I. Título.**

UFPE

658.5

CDD (22.ed.)

BCTG/2010-152



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

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
MESTRADO PROFISSIONAL DE**

EURICO CAVALCANTI PINCOVSKY DE LIMA

**“MODELO MULTICRITÉRIO PARA SELEÇÃO DE PROJETOS NUMA EMPRESA
DE CONSULTORIA”**

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PESQUISA OPERACIONAL

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato EURICO CAVALCANTI PINCOVSKY DE LIMA **APROVADO**.

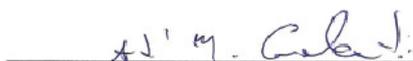
Recife, 06 de agosto de 2010.



Profª. DANIELLE COSTA MORAIS, Doutor (UFPE)



Profª. CAROLINE MARIA DE MIRANDA MOTA, Doutor (UFPE)



Prof. ANDRÉ MARQUES CAVALCANTI, Doutor (UFPE)

AGRADECIMENTOS

Ao professor Adiel Teixeira, pela orientação e disponibilidade em me ajudar nos momentos difíceis ao longo da elaboração da presente dissertação.

Aos professores do Mestrado, pela competência na transmissão do conhecimento.

Ao Jonatas Araújo de Almeida, aluno do Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, no auxílio à criação do Software.

Aos colegas da turma do Mestrado, pela agradável convivência e proveitosa troca de experiências.

Às amigas Natallya e Joana, pelas longas horas de estudo em grupo e por me ajudarem em alguns momentos difíceis durante essa trajetória.

À empresa de Consultoria, que autorizou e disponibilizou as informações necessárias para a realização do presente trabalho.

À minha família, que me apoiou durante esse período, especialmente a Thaís, pela paciência e compreensão da importância desse trabalho para mim

RESUMO

A seleção de projetos a serem desenvolvidos por uma empresa de consultoria se tornou uma atividade de alto nível de complexidade para os decisores. A esse fato podem ser atribuídas diversas razões, entre elas destacam-se a quantidade de critérios usados para a escolha, o número de decisores, a presença de objetivos conflitantes, a incerteza e a sazonalidade de demanda. Aliado a todos esses fatores, a ausência de ferramentas de suporte à decisão contribui potencializando o problema, tornando ainda mais complexo o ato de decidir. Os métodos multicritérios de apoio à decisão têm por objetivo auxiliar os decisores no processo de tomada de decisão disponibilizando informações, sem, no entanto, apresentar a solução do problema. Este trabalho propõe o uso de um software que incorpora o método ELECTRE TRI na análise deste tipo de problema. Os resultados obtidos, quanto ao desempenho do sistema, foram positivos, consistentes e satisfatórios, demonstrando ser possível a sua aplicação em outras empresas com problemas semelhantes.

Palavras-chaves: Seleção de projetos, sistema de apoio à decisão, decisão multicritério, Electre Tri.

ABSTRACT

The project selection that will be developed by a consulting company became a high complexity level activity for decision makers. It could be attributed several reasons to this fact, among them the large sum of criteria used to the selection, the decision makers amount, conflicting goals, uncertainty and demand seasonality. In connection to all these factors, the lack of the decision support system maximizes the problem, making even more complex the decision act. Multicriteria decision Aid Methods aim to assist decision makers in the decision making process by providing information, without, however, giving the problem solution. This paper proposes the use of a software that incorporates the Electre Tri method in this problem type analyzing. The results regarding of the system performance were positive, consistent and satisfactory, demonstrating its application possibility in other companies with similar problems.

Keywords: Project selection, decision support system, multicriteria decision, Electre Tri.

SUMÁRIO

RESUMO	V
ABSTRACT	VI
SUMÁRIO	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE TABELAS.....	X
SIMBOLOGIA	XI
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS DA DISSERTAÇÃO.....	3
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	3
2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E DE SEU CONTEXTO	5
2.1 DESCRIÇÃO DO CONTEXTO DO PROBLEMA	5
2.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	6
3 BASE CONCEITUAL	8
3.1 APOIO MULTICRITÉRIO A DECISÃO.....	8
3.2 MÉTODO ELECTRE TRI.....	11
4 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO	16
4.1 O ESPAÇO DE AÇÕES	16
4.2 CONJUNTO DE CRITÉRIOS	17
4.2.1 <i>Descrição Geral</i>	18
4.2.2 <i>Discussão sobre Restrição aos Critérios</i>	20
4.3 ADEQUAÇÃO DA ABORDAGEM DE CLASSIFICAÇÃO PARA AÇÕES SEQUENCIAIS	21
4.4 APLICAÇÃO DO MODELO	23
4.4.1 <i>Sistema de Apoio a Decisão</i>	23
4.4.2 <i>Estudo de Caso com Dados da Empresa</i>	27
4.4.3 <i>Aplicação Numérica</i>	31
4.4.4 <i>Interpretação dos Resultados</i>	33
4.5 DISCUSSÃO SOBRE A APLICAÇÃO DO MODELO	35
5 CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS	38
5.1 CONCLUSÕES.....	38
5.2 TRABALHOS FUTUROS	39

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 - Definição dos perfis no Electre Tri	12
FIGURA 4.1 - Modelo de decisão para ações sequenciais.....	17
FIGURA 4.2 – Fluxograma do processo de classificação das alternativas.....	22
FIGURA 4.3 – Dados de entrada da empresa.....	24
FIGURA 4.4 – Valores das fronteiras das classes.....	25
FIGURA 4.5 – Tela secundária do Sort Proj.....	26
FIGURA 4.6 – Resultados encontrados.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Tipo de problema em função da problemática.....	10
Tabela 4.1 – Descrição das formas de pagamento.....	18
Tabela 4.2 – Data da demanda das alternativas.....	29
Tabela 4.4 – Cenários de avaliação dos projetos na visão otimista e pessimista.....	31
Tabela 4.5 – Nomenclatura dos critérios.....	32

SIMBOLOGIA

1 INTRODUÇÃO

A prestação de serviços de consultoria já existe no Brasil há muito tempo, no entanto, em face do crescimento econômico vivenciado pelo país, tem sido largamente utilizada pelas empresas como auxílio às suas atividades, com vistas a se manter e ganhar competitividade no mercado.

Não se sabe precisar desde quando essa atividade vem sendo utilizada, no entanto de acordo com o significado da palavra, pode-se concluir que é requisitada desde o tempo mais remoto, pois o ato de prestar consultoria é o mesmo de aconselhar, conforme definição dada por Ferreira (2004).

Neste sentido, o papel do consultor é de fornecer subsídios ao decisor, nesse caso aos empresários, para auxiliar sua tomada de decisão e aumentar as chances de acerto. Para isso, o consultor deve ir até a empresa, analisar suas atividades, o cenário em que ela está envolvida, diagnosticar os problemas e, após um exame minucioso de toda conjuntura, fornecer um laudo com sugestões de mudanças e proposta de ações.

O processo de tomada de decisão, de maneira geral, tem se tornado mais complexo devido à grande quantidade de variáveis a serem analisadas, ao número de decisores e de pessoas, e ao ambiente envolvido.

Face à grande complexidade do processo decisório, surgiram os métodos de apoio à decisão multicritério, que utilizam as mais diversas ferramentas, como softwares.

É importante destacar que os métodos não eliminam a presença do decisor, não tiram deles o peso da decisão nem fornecem a solução ótima do problema de acordo com a abordagem *soft* da Pesquisa Operacional.

A crescente expansão do mercado de prestação de serviços, especialmente de consultoria especializada nos mais diversos setores, como: o financeiro, o contábil, o legal, o de engenharia e o ambiental, tem gerado um problema aos sócios dessas empresas, os consultores, na decisão de qual trabalho deverá levar a termo.

Os escritórios de consultoria têm se deparado frequentemente com a complexa atividade de escolher quais propostas deverão aceitar, e quais as que deverão recusar. Essa escolha pode ser entendida como uma rotina da empresa, assim como um divisor de águas, um marco fundamental para a sua existência.

O fato de aceitar uma proposta não deve ser analisado, simplesmente, apenas à luz da receita esperada que o trabalho pode gerar. Diversos outros critérios devem ser

minuciosamente examinados, como disponibilidade de recursos (financeiros, humanos, etc) para realização do serviço, expertise técnica, tempo, entre outros.

Ao aceitar realizar determinado serviço de consultoria, a empresa deve ter mensurado bem o risco envolvido no trabalho e sua viabilidade, possibilitando a entrega do produto ao cliente no prazo determinado e nas condições previamente estabelecidas.

No entanto, rejeitar uma proposta sem analisar bem a conjuntura e os critérios de seleção, pode trazer sérias consequências para a empresa, entre elas, comprometimento da sua imagem e perda de mercado.

Essa análise torna-se mais complexa pelas restrições que as empresas de consultoria têm como: recursos humanos (equipe técnica qualificada), tempo disponível, expertise e compromissos assumidos, especialmente em situações onde existem conflitos de interesse, quando a empresa já prestou serviço a determinada companhia, e uma outra, do mesmo segmento, solicita consultoria.

Além disso, há o problema de sazonalidade de demanda dos serviços, que implica baixo custo fixo da empresa, resultando numa estrutura enxuta, com poucos funcionários para evitar a “deseconomia de escala”.

Esse é um aspecto bastante delicado para a maioria das empresas, especialmente para a rejeição de determinado trabalho, potencializada pela incerteza de quando nova demanda irá surgir.

Por essas razões, a escolha dos trabalhos a serem realizados pela empresa demanda significativo tempo dos sócios nessa análise.

Foi observado, também, na empresa estudada, a ausência de ferramenta de apoio à decisão. Tal fato aumenta ainda mais a quantidade de horas dos sócios dedicada à análise das propostas.

A existência de uma metodologia formal para seleção dos projetos consiste não só em estabelecer e definir os critérios de análise a serem aplicados a todas as propostas, assim como estruturar o problema e identificar as restrições da empresa no que tange ao fornecimento de serviços de consultoria.

1.1 Objetivos Geral e Específicos da Dissertação

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é a utilização do modelo Multicritério de Apoio à Decisão ELECTRE TRI. Essa abordagem permite aos sócios uma visão mais clara do problema que abrange os atores envolvidos, as implicações e as repercussões a ele inerentes. Capaz de tornar mais eficaz ou facilitar a seleção de trabalhos a serem executados por empresa de consultoria.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para o alcance do objetivo geral, uma análise minuciosa se faz necessária. De acordo com isso foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Revisar a literatura existente;
- b) Analisar como ocorre a tomada de decisão na empresa;
- c) Levantar os critérios mais relevantes na tomada de decisão;
- d) Aplicar o modelo ELECTRE TRI;
- e) Analisar se os resultados obtidos são coerentes com os objetivos pretendidos no trabalho.

1.2 Estrutura do Trabalho

A dissertação foi desenvolvida em quatro capítulos, além dessa introdução, que apresenta as motivações, as justificativas para a realização do trabalho e os objetivos do estudo.

O Capítulo II, a Descrição do Problema e de seu contexto, apresenta uma breve descrição da problemática e da empresa estudada.

O Capítulo III, a Fundamentação Teórica, apresenta algumas discussões sobre os tipos de problemas e as problemáticas, uma breve visão da abordagem multicritério de apoio à decisão e à descrição do Método Electre TRI.

O Capítulo IV, o Modelo Proposto, contém a definição do espaço das ações do problema comentando como eles surgem, o conjunto de critérios e suas definições, a descrição software desenvolvido, sua aplicação, comentários e interpretações da análise de sensibilidade dos resultados obtidos.

O Capítulo V, a Conclusão, apresenta, como o título já sugere, as discussões finais, bem como as propostas de futuros trabalhos.

2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA E DE SEU CONTEXTO

2.1 Descrição do Contexto do Problema

A empresa, na qual o trabalho foi realizado, atua na área de prestação de serviços, especialmente no segmento de pesquisas, estudos socioeconômicos e assessoria empresarial. É formada por uma equipe multidisciplinar de profissionais com alto grau de capacitação e experiência acumulada em mais de 10 anos.

Dentro do seu portfólio de serviços, a principal atividade são as pesquisas qualitativas e quantitativas. Como público-alvo, abrangem o mais amplo possível, compreendendo o setor público e o privado, envolvendo diversos segmentos, entre eles: o hospitalar, o de confecção, o de turismo, o automobilístico, o de agricultura e o de educação.

Como o universo possível de ser atendido é maior que a capacidade de atendimento da empresa, configurando situações onde a demanda é maior que a oferta, a seleção dos projetos que serão realizados pela empresa ocorre não só em função da disponibilidade de mão-de-obra e de capital de giro, elementos restritos da empresa, bem como da análise dos critérios relacionados abaixo:

- Preço,
- Margem de lucro,
- Prazo,
- Idoneidade da empresa,
- Conflito ético
- Conflito de valores,
- Visibilidade,
- Atração de novos negócios,
- Obtenção de atestado de capacitação técnica

Atualmente não há uma rotina padronizada de etapas a se cumprir para a escolha dos projetos a serem executados. Essa tarefa é feita exclusivamente por duas sócias da empresa, gerando um forte elo de dependência entre elas e a empresa.

Neste sentido, foi despertado o interesse em analisar como ocorreu o processo de seleção dos trabalhos atendidos e estudar como um modelo multicritério poderia auxiliar na seleção de portfólio de projetos a serem contratados, verificando-se também se, com o auxílio dessa ferramenta, a seleção ocorre de forma mais eficiente e se possibilita a descentralização dessa atividade, passando a ser compartilhada com outros funcionários da empresa.

2.2 Descrição do Problema

A existência de vários critérios para a seleção de projetos, de trade-offs entre critérios, bem como de conflitos entre eles aliada à ausência de ferramentas de apoio à decisão, tornam a seleção desses projetos, na empresa estudada, uma atividade complexa, demorada e centralizadora.

Além disso, a existência de mais de um decisor é outro fator complicador para a tomada de decisão, devido às possíveis divergências de opiniões.

Pela ausência de ferramenta de estruturação do problema, os critérios são analisados de forma intuitiva pelas sócias da empresa, havendo possibilidade de falha, quando da análise de algum deles.

Outro aspecto relevante se dá pela presença de trade-offs, podendo haver situações onde terá que ser escolhido um critério como visibilidade ou atração de novos negócios ou obtenção de atestado de capacidade técnica em detrimento a uma determinada margem de lucro.

Nessas situações, é possível que um desses critérios seja mais relevante, podendo levar a empresa a optar por trabalhar com pequena ou até nenhuma margem de lucro. Essas são as mais delicadas, onde o conhecimento das sócias do setor, aliado a uma aguçada percepção do mercado de trabalho são condições *sine quibus non* para a escolha acertada dos trabalhos a serem realizados.

Situações dessa natureza ocorrem com maior frequência quando a empresa atinge um patamar de faturamento anual previsto em seu planejamento e, especialmente, quando é atingido um nível de satisfação financeiro onde as sócias passam a valorizar aspectos como maior disponibilidade de tempo livre para o lazer, visibilidade do trabalho, etc.

A existência de uma expectativa de faturamento estabelecida no planejamento anual da empresa não deve ser entendida como uma restrição, ou até um marco, onde a partir dele, os critérios e os valores para a seleção dos trabalhos a serem realizados mudam completamente.

Ocorre, de fato, uma revisão dos valores após a conquista de recursos que suprem as necessidades financeiras da empresa e de seus sócios, bem como atendem aos seus anseios, o que também não é simples de compatibilizar entre elas, pois estabelecer um equilíbrio desse nível de satisfação, requer intensos diálogos, negociação e, finalmente, uma relação de compromisso entre as partes.

A existência de conflitos entre os critérios pode envolver uma questão filosófica, especialmente quando analisados a idoneidade e o conflito de valores, levando a diversas

discussões entre os decisores, devido aos seus pontos de vista e à leitura da situação em tela, retardando a tomada da decisão.

Por esse aspecto, a seleção de projetos tem problema semelhante ao de seleção de portfólio. De acordo com Abdelaziz, Aouni e Fayedh (2007), o problema de seleção de portfólio é caracterizado pela existência de diversos objetivos conflitantes onde alguns parâmetros estão randomizados.

Em relação às alternativas de trabalho que serão escolhidas pelos sócios, é importante destacar que elas não surgem, ou melhor, não estão disponíveis simultaneamente. Essa é uma premissa adotada nos principais modelos de decisão multicritério, que para o presente trabalho, não é adequada.

Esse aspecto é outro fator complicador, pois a decisão tomada no presente poderá implicar uma restrição no futuro, ou seja, a aceitação de um determinado trabalho “T”, ocupando uma quantidade “R” de recursos, por um tempo “t”, poderá restringir a aceitação, no futuro, de outro trabalho com maior remuneração, pela indisponibilidade de recursos e de tempo.

Segundo Almeida (2010), esse é um típico problema de decisão com espaço de ações sequenciais. Nesse caso, as propostas de trabalho surgem, aleatoriamente, ao longo do ano, estando disponíveis por um curto período de tempo.

Em função disso, as sócias devem tomar a decisão de forma rápida, levando em consideração todos esses fatores, pois os clientes não estarão dispostos a aguardar, por muito tempo, uma definição por parte da empresa.

Segundo Henriksen e Traynor (1999), a escolha de um projeto é um desafio ao decisor, pois, no início, são desconhecidas as probabilidades de atingir os objetivos desejados.

Segundo Huang, Chu e Chiang (2008), a seleção de projetos envolve: análise da interrelação de vários critérios, pesquisa, incerteza e aspectos qualitativos que são difíceis de serem mensurados.

Segundo Archer e Ghasemzadeh (1999), os usuários, quando estão selecionando projetos, não devem ficar sobrecarregados de informações desnecessárias, mas deverão ter acesso a todas elas sempre que necessário.

Nesse contexto, o estudo de ferramentas de apoio à decisão multicritério pode ser de grande valia para a empresa, auxiliando os decisores ao longo do processo decisório, esquematizando suas diversas etapas desde a estruturação do problema, possibilitando redução do tempo gasto nessa atividade.

3 BASE CONCEITUAL

O presente capítulo apresenta os principais conceitos que irão nortear e embasar as discussões propostas. Nele será abordado o Apoio Multicritério à Decisão e, especificamente, será discutido o método ELECTRE TRI.

3.1 Apoio Multicritério a Decisão

O objetivo da Pesquisa Operacional (PO) clássica e das abordagens multicritério é auxiliar e facilitar a tomada de decisão, buscando, essencialmente, fornecer respaldo aos decisores, permitindo melhores decisões gerenciais. Kujawski (2009) entende que os modelos multicritério têm por objetivo escolher a melhor alternativa entre as existentes.

A tomada de decisão pode ser definida como um esforço para resolver o dilema de objetivos conflitantes cuja presença impede a existência da solução ótima e conduz à procura de uma solução de compromisso (ZELENY, 1982).

As Metodologias Multicritério de Apoio à Decisão se distinguem por não fazerem suposições sobre as preferências dos decisores (MATZENAUER, 2003). Adotam como grande paradigma, a Ciência e a Técnica do Apoio à Decisão e não a Ciência Decisória, tendo como finalidade uma relação de compromisso entre decisor e facilitador. O objetivo da metodologia não é o de apresentar uma solução para o problema a ser discutido, e sim disponibilizar um grande volume de informações e de conhecimentos aos decisores.

De modo geral, a tomada de decisão envolve um ambiente repleto de incertezas em um cenário de problemas complexos. De acordo com Gomes, Araya e Carignano (2004, p.1), os problemas complexos apresentam pelo menos uma das características a seguir:

- Os critérios para solução do problema são conflitantes entre si;
- Tanto os critérios como as alternativas não estão claramente definidas, e as conseqüências da escolha de uma alternativa em relação a pelo menos um critério, não são devidamente compreendidas;
- Os critérios e as alternativas podem estar interligados, de forma que um critério possa refletir nos demais;
- A solução dos problemas depende de um conjunto de pessoas, cada uma com pontos de vista próprios e, às vezes, conflitantes;
- As restrições não estão bem definidas, podendo haver dúvidas quanto ao que é critério e o que é restrição;

- Existem critérios quantificáveis e outros somente o são por meio de juízos de valor efetuados sobre uma escala;
- A escala para um critério pode ser cardinal, verbal ou ordinal, dependendo da disponibilidade de dados e da sua natureza.

Segundo Mavrotas, Diakoulaki e Caloghiron (2006), a metodologia de Apoio à Decisão Multicritério (MCDA – Multiple Criteria Decision Aid) tem larga aplicabilidade, entre eles, problemas que envolvem decisões financeiras como seleção de portfólio, empréstimo, escolha entre um projeto ou outra oportunidade de investimento, avaliação da credibilidade de empresas, etc.

Segundo Almeida (2010), a metodologia multicritério tem como princípio, no processo de decisão, a busca para o estabelecimento de uma relação de preferência entre as alternativas avaliadas sobre a influência de vários critérios. Neste sentido, a metodologia, não pretende a busca por uma solução ótima para o problema, e sim, o apoio ao processo de decisão ao recomendar ações ou cursos de ações ao decisor.

Existem várias formas de classificar os métodos multicritério. A existência de uma linha tênue que separa as diferentes categorias dos métodos dificulta uma clara divisão entre eles. Basicamente, esta classificação depende do paradigma científico que é adotado pelos pesquisadores. Neste trabalho, é considerada a visão de Roy (1996), em que os métodos multicritério podem ser divididos em três grandes abordagens, relativamente aos princípios de modelagem de preferências:

- **Abordagem do critério único de síntese** - consiste em agregar diferentes pontos de vista dentro de uma única função de síntese, que pode ser posteriormente otimizada. Nesse caso, devem-se analisar as condições de agregação da função e de construção do modelo. Como exemplo cita-se a Teoria da Utilidade Multiatributo - MAUT (KENEY & RAIFFA, 1976; ALMEIDA, 2005);
- **Abordagem da Sobreclassificação (outranking)** - essa família apoia, em primeiro lugar, a construção de uma relação de Sobreclassificação, que representa as preferências estabelecidas pelo decisor. O segundo passo consiste em explorar a relação de Sobreclassificação de tal forma que ajude o decisor a resolver o seu problema. Exemplos são os métodos da família ELECTRE (ROY, 1996; BELTON & STEWART, 2002).

• **Abordagem do Julgamento Interativo** – são métodos que utilizam a abordagem de tentativas e erros e estrutura de programação matemática multiobjetivo (CLÍMACO et al., 2003).

Segundo Al-Shemmeri, Al-Kloub e Pearman (1997), existem vantagens e desvantagens específicas em cada método multicritério, portanto a escolha do método apropriado deve ser feita após cuidadosa análise da aplicação.

A escolha do método vai depender de vários fatores destacando-se as características do problema a ser analisado, do contexto considerado, da estrutura de preferência do decisor e da problemática em si (ALMEIDA, 2010). A Tabela 3.2 apresenta as principais problemáticas.

Tabela 3.2 - Tipo de problema em função da problemática

Tipo do Problema	Problemática Abordada
Tipo α ($P\alpha$)	Selecionar a melhor alternativa ou as melhores alternativas
Tipo β ($P\beta$)	Efetuar uma classificação das alternativas em categorias previamente estabelecidas
Tipo γ ($P\gamma$)	Gerar uma ordenação das alternativas
Tipo σ ($P\sigma$)	Realizar uma descrição das alternativas

Fonte: Roy, 1996

Aspectos ligados às preferências dos decisores devem ser considerados na escolha do método a ser utilizado. Em determinadas circunstâncias, a falta de intimidade com outras metodologias implica ao decisor e ao facilitador a escolha de um determinado método, que nem sempre é o mais apropriado para a determinada situação; situação que deve sempre ser evitada.

Para os objetivos a que se destina esse trabalho, serão utilizados os conceitos estabelecidos através dos métodos de sobreclassificação, numa problemática de classificação, devido ao seu enquadramento no problema a ser estudado, conforme explicado no capítulo 4. A seguir são apresentados os conceitos básicos do método ELECTRE TRI.

Segundo Miranda e Almeida (2003), os métodos de sobreclassificação estão baseados na construção de relação de sobreclassificação que incorpora as preferências estabelecidas pelo decisor diante dos problemas e das alternativas disponíveis.

3.2 Método ELECTRE TRI

Dentre os métodos de sobreclassificação, podem-se destacar os da família ELECTRE, da sigla em inglês *Elimination and Choice Translation Algorithm*. Essa família compreende, além do ELECTRE TRI, os seguintes métodos: ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV e ELECTRE IS.

Segundo Mousseau, Slowinski e Zielniewicz (2000), o ELECTRE TRI é um método multicritério de classificação que aloca alternativas em categorias pré-definidas.

Segundo Doumpos *et al* (2009), o ELECTRE TRI é um dos métodos de classificação mais utilizados e reconhecidos. Uma das razões para isto, pode ser atribuída ao fato de não sofrer influência quando da adição ou da exclusão de alternativas.

Ainda nessa linha, Bouyssou e Marchant (2007) acreditam que o ELECTRE TRI é o método que tem generalizado todos os estudos e aplicações.

Esse método tem por objetivo a definição das classes onde cada alternativa deverá estar localizada, baseada nos níveis de aspiração do decisor. Para tanto, é necessário estabelecer, em primeiro lugar, a quantidade de níveis, isto é, as classes desejadas pelo decisor.

Assim, o método aloca as alternativas em categorias pré-definidas, trabalhando, portanto com a problemática de classificação Tipo β ($P\beta$).

A definição dessas categorias, implica o estabelecimento de suas fronteiras, ou seja, cada nível, desejado pelo decisor, deverá ter um limite inferior e outro superior, exceto nas piores classes, onde não haverá limite inferior, assim como na melhor classe, onde não haverá limite superior.

Para tanto, é necessário identificar o nível de aspiração do decisor para cada critério a fim de obter os perfis $g_j(b_h)$ das categorias ou classes.

A figura 3.1, a seguir, ilustra o caso em que o decisor define três categorias: A, B e C, onde A é a melhor, B, a intermediária e C, a pior categoria, a menos desejada; também os quatro critérios C_1 , C_2 , C_3 e C_4 e os perfis p_1 e p_2 dessas categorias.

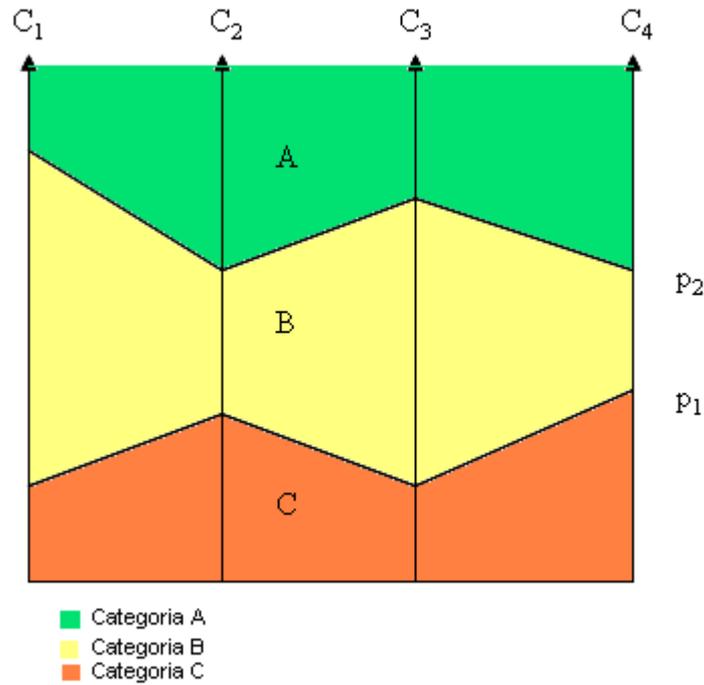


Figura 3.1- Definição dos perfis no Electre Tri

Segundo Szajubok (2006), o ELECTRE TRI classifica as alternativas do problema através da comparação dessas alternativas com uma referência estável, isto é, um padrão ou alternativa de referência, denominada b_h .

Segundo Xinodas, Mavrotas e Psarras (2009), o Electre Tri constrói uma relação de sobreclassificação S , que confirma ou rejeita a afirmação $a \succ b_h$, onde “ a ” é pelo menos tão boa quanto a alternativa referência “ b_h ”. Além disso, as relações de preferências são definidas por pseudo-critérios, como no Electre III e IV.

Para haver essa comparação, são determinados os coeficientes dos pesos ($k_1, k_2, k_3, k_4, k_5, \dots, k_j$), onde k_j é o peso do critério j . É importante destacar que o somatório dos coeficientes dos critérios deve ser igual a 1. Para evitar o uso de uma escala de conversão, devem ser atribuídos valores entre 0 e 1 para os coeficientes dos critérios, como demonstrado na fórmula abaixo.

$$\sum_{n=1}^j k_n = 1$$

Caso os coeficientes não estejam definidos numa faixa entre $[0,1]$, usar a seguinte escala de conversão:

$$k_j^1 = \frac{k_j}{\sum_{n=1}^j k_n}$$

A determinação do conjunto de coeficiente dos pesos dos critérios é obtida através de processo de elicitação junto ao decisor. Com isso é obtida a informação intercritério, ou seja, a importância relativa entre os critérios.

Em seguida, devem ser calculados os **Índices de Concordância por critério** $c_j(a, b_h)$ e $c_j(b_h, a)$, **Índice de Concordância Global** $C(a, b_h)$ e $C(b_h, a)$, através das seguintes fórmulas:

Índice de Concordância por critério

$$c_j(a, b_h) = \begin{cases} 0 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq p_j(b_h) \\ 1 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq q_j(b_h) \\ \frac{p_j(b_h) + g_j(a) - g_j(b_h)}{p_j(b_h) - q_j(b_h)} & \text{n.c.} \end{cases}$$

Onde p_j é o limiar de preferência e q_j , o limiar de indiferença

Para se obter o $c_j(b_h, a)$, realizar o mesmo procedimento acima.

Índice de Concordância Global

$$C(a, b_h) = \frac{\sum_{j=1}^n k_j c_j(a, b_h)}{\sum_{j=1}^n k_j}$$

Em seguida, a partir da fórmula abaixo, prossegue-se ao cálculo do **Índice de Discordância** $d_j(a, b_h)$ e $d_j(b_h, a)$:

$$d_j(a, b_h) = \begin{cases} 0 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \leq p_j(b_h) \\ 1 & \text{se } g_j(b_h) - g_j(a) \geq v_j(b_h) \\ \frac{g_j(b_h) - g_j(a) - p_j(b_h)}{v_j(b_h) - p_j(b_h)} & \text{n.c.} \end{cases}$$

Ainda para o cálculo do índice de discordância é necessário definir o **limiar de veto** $v_j(b_h)$ para todos os critérios do problema. Segundo Miranda e Almeida (2003), o limiar de

veto tem efeito sobre o índice de discordância, anulando a credibilidade de sobreclassificação de “ b_h ” por “ a ”.

Segundo Szajubok (2006), no ELECTRE TRI as relações de sobreclassificação S servem para validar ou invalidar a afirmação de que “ a ” S “ b_h ”, assim como “ b_h ” S “ a ”, isto é, “ a é pelo menos tão boa quanto b_h ”. E para o método estabelecer essa relação de sobreclassificação entre uma alternativa “ a ” e uma alternativa referência “ b_h ”, faz-se necessário o cálculo dos Índices de Concordância por Critério, Global e de Discordância, bem como do **Índice de Credibilidade** $\sigma(a, b_h)$ e $\sigma(b_h, a)$, calculado da seguinte forma:

$$\sigma(a, b_h) = C(a, b_h) \prod_{j \in F} \frac{1 - d_j(a, b_h)}{1 - C(a, b_h)}$$

$$\text{onde } F = \{ j \in F : d_j(a, b_h) > C(a, b_h) \}$$

Segundo Miranda e Almeida (2003), para validar a afirmação “ a ” S “ b_h ” é necessário verificar as seguintes condições:

- Concordância: para uma sobreclassificação “ a ” S “ b_h ” ser aceita, a maioria dos critérios deve estar a favor da afirmação “ a ” S “ b_h ”
- Não-discordância: quando a condição de concordância não for atendida, nenhum dos critérios deve opor-se a afirmação “ a ” S “ b_h ”

Após o cálculo do índice de credibilidade, deve ser definido o **nível de corte** λ , num intervalo situado entre [0,5 e 1].

As relações binárias de Preferência, Indiferença e Incomparabilidade entre “ a ” e “ b_h ” são determinadas a partir dos valores dos índices de credibilidade e do nível de corte, conforme demonstrado abaixo:

- $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ e $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$: $a S b_h$ e $b_h S a$, portanto a é indiferente a b_h
- $\sigma(a, b_h) \geq \lambda$ e $\sigma(b_h, a) < \lambda$: $a S b_h$ e não $b_h S a$, portanto a é preferível a b_h
- $\sigma(a, b_h) < \lambda$ e $\sigma(b_h, a) \geq \lambda$: não $a S b_h$ e $b_h S a$, portanto b_h é preferível a a
- $\sigma(a, b_h) < \lambda$ e $\sigma(b_h, a) < \lambda$: não $a S b_h$ e não $b_h S a$, assim como $a R b_h$ e $b_h R a$, portanto “ a ” é incomparável a “ b_h ”

A partir do procedimento de cálculo do índice de credibilidade, o método ELECTRE TRI faz a alocação das alternativas do problema nas categorias predefinidas, por duas versões: a otimista e a pessimista.

Na versão otimista, a alternativa é comparada a partir da fronteira superior da pior classe ou categoria. Se a fronteira da pior categoria não for preferível à alternativa, ela sobe, sendo elevada para uma categoria superior. A categoria em que a alternativa será designada é aquela em que a sua fronteira superior seja capaz de ser preferível a ela. Caso isto não seja obtido em nenhuma categoria, a alternativa será designada na mais alta.

Na versão pessimista, a alternativa será comparada com a fronteira superior da segunda melhor categoria. Nesse caso, se a alternativa for preferível à fronteira superior dessa categoria, ela vai ser designada para a melhor categoria, isto é, será elevada à melhor classe. Caso contrário, a alternativa passa a ser comparada com a fronteira da terceira classe, onde será analisada essa nova relação de preferência. Caso seja verificado que a alternativa é preferível à fronteira superior da 3ª categoria, ela será designada na 2ª categoria, caso contrário, será novamente analisada a relação de preferência entre a alternativa e a fronteira superior da 4ª categoria, e assim sucessivamente.

Pode-se concluir, portanto, que os resultados gerados pelo método ELECTRE TRI, nas versões otimista e pessimista, poderão ser distintos, pois em situações de incomparabilidade e indiferença, a versão otimista aloca a alternativa numa categoria superior, enquanto que na versão pessimista, o modelo designa a alternativa de forma contrária, isto é, rebaixa para uma categoria inferior.

4 DESCRIÇÃO E APLICAÇÃO DO MODELO

A seguir são apresentados os elementos básicos para a formulação do problema descrito no capítulo 2. Os seguintes pontos serão destacados devido à sua relevância neste problema:

- O espaço de ações
- O conjunto de Critérios

4.1 O Espaço de Ações

Segundo Almeida (2010), na maioria dos casos em que são utilizados os modelos multicritério de apoio à decisão as alternativas estão apresentadas de forma simultânea, ou seja, estão disponíveis, podendo ser analisadas e comparadas, uma a uma, ao mesmo tempo.

Nesses casos, o decisor dispõe de todas as opções para escolher, classificar ou ordenar as alternativas, de modo que a incerteza não é considerada, tornando um pouco mais confortável sua posição, especialmente pela garantia de que novas alternativas não irão surgir no futuro, o que poderia implicar em reanálise da decisão tomada.

Essas situações partem do pressuposto que o decisor terá que assumir uma posição, analisando a conjuntura do problema, a luz dos critérios considerados por ele relevantes, na maioria dos casos com base nas experiências passadas, abstraindo, algumas vezes, a possibilidade de uma nova alternativa surgir, alterando o panorama ou o cenário em que o problema se encontra.

O problema aqui estudado tem uma característica peculiar. O espaço de ações e alternativas é sequenciais. Isto é, as alternativas não estão disponíveis simultaneamente. São situações bastante comuns no cotidiano, entre elas, a escolha da compra de um carro usado, a compra de um apartamento e de ações no mercado financeiro.

A compra de um apartamento é um exemplo típico, pois os imóveis são disponibilizados ao longo do tempo, isto é, não estão todos a venda simultaneamente. Nesse caso, o decisor pode optar por esperar mais, visando à possibilidade de surgimento de novas ofertas, ampliando seu leque de opções.

Para esses casos é importante admitir a premissa da limitação dos recursos onde o decisor dispõe de uma quantia “X”, a ser aplicada na aquisição seja do carro, seja do imóvel seja das ações.

Assim, assumindo a posição de rejeição de compra, o decisor permanecerá com o montante de recursos que poderão ser aplicados na aquisição futura quando espera obter melhor oferta.

Outro aspecto a ser considerado é o tempo disponível para o decisor fazer a escolha; nesses casos o apartamento, o carro e as ações estarão ofertados por um período de tempo também limitado. O decisor, portanto, deverá agir de forma rápida, caso contrário poderá ficar impossibilitado de exercer posição de compra, se sua decisão for tomada fora desse tempo onde as alternativas estão disponíveis.

Para ilustrar o problema, a figura 4.1 abaixo apresenta as alternativas de um conjunto A, ao longo de um tempo t , que permanecem válidas por um período limitado de tempo d , assim temos cada alternativa a_{ii}^d .



Fonte: Almeida (2010)

Figura 4.1- Modelo de decisão para ações sequenciais

Segundo Almeida (2010), o decisor vai em busca da alternativa que atenda aos seus níveis de aspiração em todos os critérios. Quando essa alternativa é encontrada, a busca é encerrada.

4.2 Conjunto de Critérios

Nessa seção, serão abordados, na empresa, os critérios utilizados que norteiam os decisores balizando a tomada de decisão, para a escolha dos projetos que serão atendidos pela empresa.

Esses critérios foram identificados através de entrevistas com as sócias da empresa, bem como suas definições. Os esclarecimentos, as escalas e as restrições estão abordados nas seções 4.2.1 e 4.2.2, respectivamente.

4.2.1 Descrição Geral

- Preço

O Valor Esperado do Contrato consiste num montante que a empresa considera “justo” ou suficiente para realizar o trabalho; é um fator de grande relevância para avaliar se o projeto vai ser levado a termo. Os valores apresentados na matriz foram retirados das propostas (nos casos em que os projetos não foram levados a termo) e dos contratos (para aqueles realizados). Além de expressar os preços reais, a matriz contém avaliação da relevância desse critério em cada projeto.

- Margem de lucro

É um percentual do Preço que fica para a empresa, retirando todos os custos de elaboração do projeto, bem como os impostos. Os percentuais reais encontram-se na matriz a seguir.

- Forma de Pagamento

Além do “Valor Esperado do Contrato”, a forma de pagamento também é levada em consideração, onde é verificado se a empresa possui Capital de Giro necessário para a execução do projeto. Assim, a empresa utiliza 3 formas descritas na tabela 4.1.

Tabela 4.1- Descrição das formas de pagamento

Código	Descrição da forma de pagamento
A	50% do pagamento no ato da contratação e o restante na entrega do produto
B	Parcelado. São diversos eventos de pagamento, onde as parcelas são definidas caso a caso
C	No risco, o pagamento é feito apenas na entrega do produto ao cliente

- Prazo

No prazo é avaliado se o tempo requisitado pelo cliente é factível, se a empresa dedicará muita energia para atender, ou se terá que abdicar de outros trabalhos em andamento para execução de um projeto específico.

A empresa trabalha com prazos em dias. Foram coletadas das memórias de cada projeto todas as datas de início e de término, portanto, foram os prazos efetivamente ocorridos. Como a apresentação desse tempo não é relevante para o trabalho, ela ficou omitida. Ao enviar uma proposta, a empresa já tem ciência do tempo necessário para execução da atividade, baseada na experiência em projetos anteriores.

É importante ressaltar que a empresa, no período analisado, não entregou nenhum trabalho com registro de atraso.

Outro aspecto a ser considerado consiste na relação inversa entre prazo e margem de atraso, ou seja, quanto maior o prazo, menor a margem de atraso.

- Idoneidade da empresa

A empresa não atende clientes de idoneidade duvidosa, vai de encontro a sua política.

- Conflito ético

A empresa não atende clientes de um mesmo ramo (concorrentes).

- Conflito de valores

A empresa não aceita trocar a metodologia de trabalho para se adequar ao cliente, quando ela não for aceita por toda a equipe técnica envolvida no projeto.

- Mão-de-obra disponível / Equipe técnica

Para todos os trabalhos requisitados verifica-se se existem pessoas qualificadas e disponíveis. A política da empresa não permite contratar pessoas sem prévio período de experiência, sem estabelecer parcerias com técnicos/empresas sem a existência de relacionamento sólido.

A estrutura da empresa é bastante enxuta, conta com a presença de 5 colaboradores fixos e possui cerca de 60 funcionários cadastrados, que são contratados como terceirizados, durante a execução de cada projeto quando necessário.

- Visibilidade

Dependendo do destaque que o projeto dê à empresa bem como suas repercussões, critérios como preço e forma de pagamento são irrelevantes. Isso ocorre em situações em que se prevê forte mídia espontânea.

- Atração de novos negócios

O poder de atração de novos negócios também pode configurar um trade-off entre aceitar fazer um projeto em detrimento a uma boa receita. Quando o cliente puder trazer/apresentar outros novos prováveis clientes, o critério “preço” poderá ser levado a segundo plano.

- Obtenção de atestado de capacitação técnica

Quando for solicitado um trabalho específico em determinada área em que a empresa não possui atestado, é possível que outros critérios sejam levados a segundo plano, isto é, não sejam prioritários. Ter o atestado em situações futuras podem viabilizar a execução de novos projetos.

Para facilitar como uniformizar a avaliação das alternativas, foi concebida uma escala numérica de 1 a 5. Cada projeto terá uma pontuação para cada critério, com vistas a facilitar a sua interpretação. Esses valores correspondem a:

- 1 – sem importância alguma
- 2 – pouco importante
- 3 – importante
- 4 – muito importante
- 5 – extremamente importante

Na seção 4.4.2 é possível verificar a avaliação de cada alternativa, segundo os critérios acima.

4.2.2 Discussão sobre Restrição aos Critérios

Antes da aplicação do modelo proposto, será feita uma avaliação geral do desempenho das alternativas para alguns critérios que devem atender a uma condição chamada de Restrição ao Critério.

Para fins de ilustração desta situação, considere-se o caso em que para um determinado critério, a alternativa tenha valor 0 (zero), esta deverá ser rejeitada de imediato. Neste problema, isto deve ser considerado para: Idoneidade da empresa, Conflito ético e Conflito de valores.

No critério “Idoneidade da empresa”, qualquer cliente que apresente idoneidade duvidosa, algum histórico de fraude, qualquer suspeita ou indício de comportamento

desonesto, a priori, já é descartado. De acordo com a política da empresa estudada, esses clientes não podem ser atendidos.

Em relação a “Conflito Ético”, também faz parte da política da empresa não atender clientes de um mesmo segmento de modo a resguardar o sigilo da atividade. Além disso, esse aspecto é sempre colocado como cláusula contratual da empresa com seus clientes, visando a prevenir qualquer questão que possa vir a ser tratada no futuro.

Para a realização dos trabalhos, a empresa não aceita, sob hipótese alguma, que sua metodologia seja alterada pelo cliente. Para cada projeto desenvolvido, a equipe técnica discute a estratégia a ser aplicada, faz uma análise detalhada do cenário e revisa a literatura específica de modo a garantir ao cliente a entrega de um produto de boa qualidade. Por essa razão, a empresa não aceita interferências do contratante na forma de execução do projeto. Por isto, quando o cliente não aceita a metodologia proposta, e a empresa não enxerga possibilidade de alterá-la, o projeto é, também, descartado a priori.

Além dessas três restrições, que são examinadas logo no início, outros dois critérios (Prazo e Mão-de-obra disponível) são analisados conjuntamente, podendo levar à limitação do projeto quando encontrada incompatibilidade, nesses itens.

A incompatibilidade é caracterizada quando a empresa se depara com as seguintes situações:

- Há disponibilidade de equipe técnica, mas o prazo solicitado é muito curto, insuficiente para a execução do trabalho
- Não há disponibilidade de equipe técnica, no entanto o prazo solicitado é factível.

É importante destacar que a equipe técnica é formada por funcionários já treinados e devidamente capacitados para execução das atividades, não sendo possível agregar a esse grupo novas pessoas. Também pela política da empresa, visando a atender determinada proposta quando a equipe já estiver comprometida com outros trabalhos, não será possível assumir mais novos compromissos.

4.3 Adequação da Abordagem de Classificação para Ações Sequenciais

O modelo contempla a análise das alternativas, a serem classificadas em 3 classes, a seguir descritas e ilustradas na figura abaixo:

- aquela em que o decisor aceita o projeto: a melhor;
- aquela em que o decisor fica inseguro, ou seja, se aceita ou não o projeto: a intermediária e
- aquela em que o decisor rejeita o projeto: a pior.

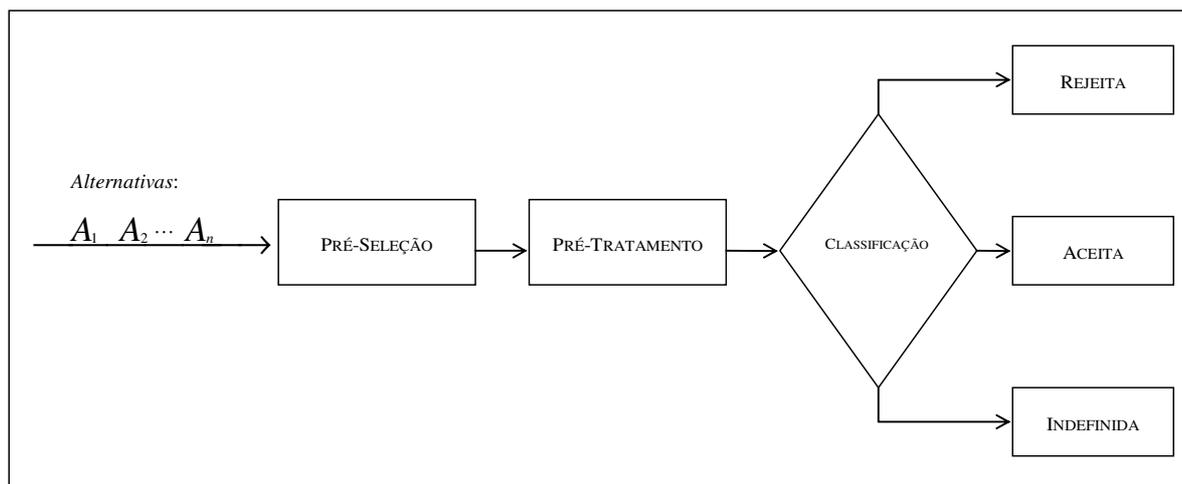


Figura 4.2-Fluxograma do processo de classificação das alternativas

Como pode ser visualizado na figura 4.2, assim que uma ou mais alternativas surgem, elas são pré-selecionadas, nesse momento são eliminadas aquelas que não atendem aos requisitos da empresa, com vistas a identificar a existência de uma possível restrição em relação aos critérios já definidos.

As alternativas que passam da “Pré-seleção” são brevemente analisadas antes de serem classificadas. Nessa fase, verifica-se, por exemplo, se a empresa já possui algum Certificado de Capacitação Técnica na área solicitada, como estão a conjuntura do momento, o nível de ociosidade da equipe técnica, entre outros.

Esse exame serve para auxiliar os decisores na fase seguinte, da classificação das alternativas. Para os casos onde existem evidências claras de que o projeto é interessante para a empresa, a alternativa é automaticamente alocada na melhor classe; caso contrário, é rejeitada.

Nas situações onde o decisor fica em dúvida, configura-se a região de maior incerteza, onde há a ocorrência da relação de Indiferença, onde não existem elementos suficientes nem para a rejeição de determinada alternativa nem para a sua aceitação.

Para as alternativas que estão alocadas nessa classe, a utilização da abordagem multicritério de apoio à decisão é uma ferramenta útil no auxílio ao decisor na tomada de uma posição.

A classe intermediária tem o papel de selecionar as alternativas que configuram uma situação indefinida ou imprecisa para o próprio decisor.

Por essa razão, frequentemente, são utilizadas relações de compromisso entre os critérios para análise da alocação das alternativas. Em determinadas situações, a empresa pode

ter preferência em obter maior visibilidade ao realizar determinado trabalho, a auferir uma boa margem de lucro.

Nesse caso, o critério visibilidade apresenta-se mais valioso para a empresa que a própria receita, por razões como propaganda espontânea, reconhecimento no mercado e status.

Outra situação, também parecida, ocorre quando a empresa ainda não realizou nenhum trabalho para um determinado segmento de mercado. Nesse caso, o critério “Obtenção de Atestado de Capacitação Técnica” deve ter um peso maior em relação aos demais. É possível até que o trabalho desenvolvido resulte em uma margem de lucro irrelevante, pois o objetivo é conquistar mais um Atestado.

Além dessas situações, outro aspecto importante é a questão da sazonalidade, que deixa o decisor altamente incerto quanto à aceitação ou à rejeição de determinada alternativa, nesse caso, do trabalho.

No segmento de atuação da empresa estudada, consultoria, é comum a irregularidade na demanda de serviços, havendo períodos de baixa, média e alta procura. Para todos os cenários, a empresa examina minuciosamente cada projeto, e surgem as seguintes dúvidas:

- no período de baixa procura: o projeto tende a ser aceito, mesmo que apresente baixo retorno, ocupe toda equipe técnica, entre outros, já que não se tem previsão de quando nova demanda poderá surgir;
- no período de média procura: a aceitação ou rejeição do projeto ainda é mais incerta, pois os decisores não têm segurança do futuro;
- no período de alta procura: o projeto tende a ser rejeitado, pois a equipe já está comprometida com a execução de outros trabalhos, embora os decisores ainda não tenham segurança quanto às novas demandas.

4.4 Aplicação do Modelo

4.4.1 Sistema de Apoio à Decisão

Para aplicação do Modelo foi utilizado um software de apoio à decisão que incorpora Método Electre Tri na análise deste tipo de problema, o qual foi desenvolvido no Centro de Desenvolvimento em Sistemas de Informação e Decisão - CDSID. O programa foi concebido em “MatLab”, plataforma para operações matemáticas, largamente conhecida e utilizada no meio acadêmico e disponível no mercado. Além desses fatores, contribuíram para a sua

escolha o fato dela ser uma plataforma relativamente ágil, precisa e de boa interação com o Microsoft Excel.

O software criado, denominado SortProj, tem por objetivo trabalhar a problemática de classificação, ou seja, deve ser utilizado em problemas onde o decisor esteja interessado em agrupar as alternativas em classes previamente estabelecidas.

Para tanto, o decisor insere os dados de entrada numa planilha em Excel, ilustrado na figura a seguir que funciona como base de dados do programa. Essa planilha contém os critérios juntamente com os seus respectivos pesos: o nível de corte “ λ ”, o limiar de concordância e de discordância e o perfil das classes por critérios ilustrados na figura 4.3.

critérios	PREÇO	FORMA D	PRAZO	IDONEIDA	MÃO DE C	VISIBILIDA	CONFLITC	OBTENÇ	ATRAÇ	CONFLITO DE V	
Discordância (α)		3	3	3	3	3	3	4	3	3	
Discordância (β)											
Limiar Indiferença (α)											
Limiar Indiferença (β)											
Limiar Preferencia (α)											
Limiar Preferencia (β)											
alternativas	pesos	0,2	0,05	0,1	0,1	0,1	0,05	0,1	0,1	0,15	0,05
1	1	3	3	2	2	3	1	1	1	3	3
10	2	2	5	2	4	5	5	1	5	5	3
11	3	4	4	2	1	5	1	1	1	3	1
12	4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	5	4	4	2	1	5	1	1	1	3	1
14	6	3	4	2	1	5	3	2	1	3	1
15	7	5	5	5	1	3	5	1	5	5	2
16	8	4	4	3	1	3	2	2	1	3	1
17	9	3	4	2	1	5	4	1	1	5	1
18	10	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1
19	11	3	5	4	3	2	5	1	5	3	1
20	12	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	13	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	14	3	5	3	5	3	5	1	5	5	3
23	15	2	2	1	4	2	5	1	5	5	1
24	16	2	2	1	4	2	5	1	5	5	1
25	17	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1
26	18	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
27	19	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Figura 4.3 – Dados de entrada da empresa

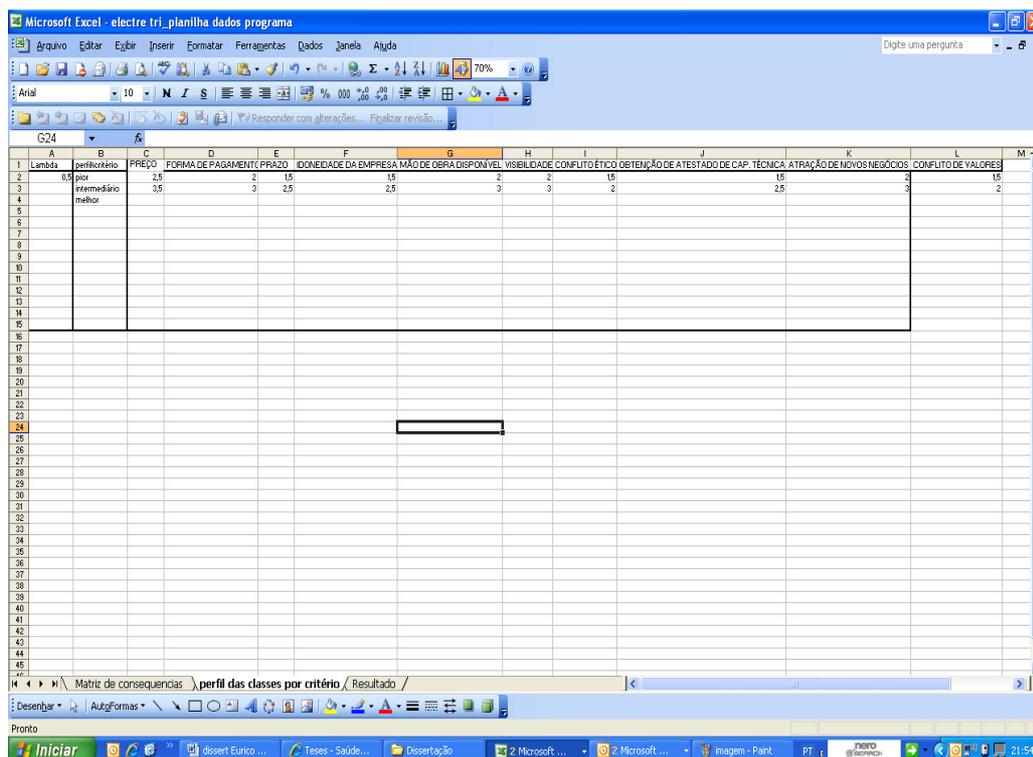


Figura 4.4 - Valores das fronteiras das classes

Quando os dados de entrada são inseridos nessa planilha, o programa pode ser operado, trabalhando um problema de classificação à luz do Método Electre Tri. Nesse momento, uma tela é apresentada, conforme figura a seguir, solicitando o preenchimento das seguintes informações:

- Número de alternativas;
- Número de critérios;
- Número de classes.

Vale destacar que o programa utiliza o lambda padrão de 0,5. No entanto, como pode ser visto na próxima tela, o sistema pergunta se o decisor deseja determinar o valor do lambda. Caso não tenha interesse, portanto não marcando a opção, automaticamente será utilizado 0,5.



Figura 4.5 – Tela secundária do SortProj

Ao clicar em “OK”, o software roda o problema e lança os resultados numa nova planilha em Excel, conforme figura abaixo.

	otimista			pessimista													
	alternativas/perfis	pior	intermediário	melhor	alternativas/perfis	pior	intermediário	melhor									
1	1				1												
2	2			1	2												
3	3			1	3			1									
4	4	1			4	1											
5	5			1	5			1									
6	6			1	6			1									
7	7			1	7			1									
8	8			1	8			1									
9	9			1	9			1									
10	10	1			10	1											
11	11			1	11			1									
12	12	1			12	1											
13	13	1			13	1											
14	14			1	14			1									
15	15			1	15			1									
16	16			1	16			1									
17	17			1	17	1											
18	18	1			18	1											
19	19	1			19	1											
20	20			1	20			1									
21	21			1	21			1									
22	22			1	22			1									
23	23			1	23			1									
24	24	1			24	1											
25	25			1	25			1									
26	26			1	26			1									
27	27			1	27			1									
28	28			1	28			1									
29	29			1	29			1									
30	30			1	30			1									
31	31			1	31			1									
32	32	1			32	1											

Figura 4.6- Resultados encontrados

Quando o software foi finalizado, aplicamos o problema da empresa ora em estudo, com o objetivo de testar a credibilidade dos resultados gerados.

4.4.2 Estudo de Caso com Dados da Empresa

Este estudo foi desenvolvido de forma realista a partir da utilização dos dados reais da Empresa, conforme ocorrido no ano anterior. Assim, a situação de conjunto de alternativas sequenciais pode ser avaliada segundo ilustrado na tabela 4.2 abaixo

Tabela 4.2-Data da demanda das alternativas

Alternativa	Data da Demanda
1	01/09/2008
2	02/09/2008
3	03/09/2008
4	04/09/2008
5	08/09/2008
6	10/09/2008
7	11/09/2008
8	12/09/2008
9	15/09/2008
10	16/09/2008
11	13/10/2008
12	21/10/2008
13	12/11/2008
14	07/01/2009
15	19/01/2009
16	04/02/2009
17	03/03/2009
18	23/03/2009
19	06/05/2009
20	19/05/2009
21	09/06/2009
22	10/06/2009
23	06/07/2009
24	23/07/2009
25	03/08/2009
26	04/08/2009
27	13/08/2009
28	17/08/2009
29	02/09/2009
30	09/09/2009
31	22/09/2009

Alternativa	Data da Demanda
32	22/09/2009
33	20/10/2009
34	27/10/2009
35	11/11/2009
36	18/11/2009

Como se pode constatar pela observação da tabela 4.2, não houve uniformidade na demanda para a prestação de serviços. Em setembro de 2008, por exemplo, surgiram 10 alternativas, enquanto que em dezembro de 2008 e em abril de 2009 não houve nenhuma demanda.

Cada alternativa indicada na tabela acima foi avaliada pelos decisores da empresa; seus resultados estão apresentados na tabela 4.3 a seguir.

Tabela 4.3 - Matriz de Avaliação das Alternativas

Alternativa	PREÇO	FORMA DE PAGAMENTO	PRAZO	IDONEIDADE DA EMPRESA	MÃO DE OBRA DISPONÍVEL	VISIBILIDADE	CONFLITO ÉTICO	OBTENÇÃO DE ATESTADO DE CAP. TÉCNICA	ATRAÇÃO DE NOVOS NEGÓCIOS	CONFLITO DE VALORES
1	3	3	2	2	3	1	1	1	3	3
2	2	5	2	4	5	5	1	5	5	3
3	4	4	2	1	5	1	1	1	3	1
4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	4	4	2	1	5	1	1	1	3	1
6	3	4	2	1	5	3	2	1	3	1
7	5	5	5	1	3	5	1	5	5	2
8	4	4	3	1	3	2	2	1	3	1
9	3	4	2	1	5	4	1	1	5	1
10	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1
11	3	5	4	3	2	5	1	5	3	1
12	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	3	5	3	5	3	5	1	5	5	3
15	2	2	1	4	2	5	1	5	5	1
16	2	2	1	4	2	5	1	5	5	1
17	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1
18	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	3	3	2	2	3	2	1	2	2	1
21	4	5	5	5	5	5	1	5	5	4
22	4	4	2	1	5	1	1	2	3	1
23	3	5	5	4	3	5	1	5	3	3
24	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
25	4	5	5	4	5	5	1	5	5	4
26	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1

Tabela 4.3 - Matriz de Avaliação das Alternativas (continuação)

Alternativa	PREÇO	FORMA DE PAGAMENTO	PRAZO	IDONEIDADE DA EMPRESA	MÃO DE OBRA DISPONÍVEL	VISIBILIDADE	CONFLITO ÉTICO	OBTENÇÃO DE ATESTADO DE CAP. TÉCNICA	ATRAÇÃO DE NOVOS NEGÓCIOS	CONFLITO DE VALORES
27	4	3	5	2	5	1	1	1	5	1
28	4	4	3	2	3	3	1	4	5	1
29	2	2	2	3	5	5	1	1	5	1
30	1	1	1	1	1	1	5	1	1	5
31	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	3	3	4	1	0	2	1	1	1	0
33	4	5	3	4	2	4	0	4	1	1
34	3	3	1	4	3	2	2	2	5	0
35	4	4	2	0	2	3	1	1	3	2
36	2	2	1	3	0	4	2	2	4	2

Analisando os resultados ilustrados na tabela 4.3 acima, conclui-se que as alternativas 32, 33, 34, 35 e 36 são rejeitadas “a priori” devido as seguintes restrições:

- Alternativa 32: foi constatado conflito de valores e indisponibilidade de mão-de-obra;
- Alternativa 33: foi constatado conflito ético;
- Alternativa 34: foi constatado conflito de valores;
- Alternativa 35: a empresa requerente não era idónea;
- Alternativa 36: não havia disponibilidade de mão-de-obra para execução do projeto

Após a pré-seleção, foram examinadas 31 alternativas, a luz de 10 critérios, a serem classificadas em 3 classes. São elas:

- aquela em que o decisor aceita o projeto: a melhor;
- aquela em que o decisor fica inseguro, ou seja, se aceita ou não o projeto: a intermediária;
- aquela em que o decisor rejeita o projeto: a pior.

Nas situações onde o decisor fica em dúvida, configura-se a região de maior incerteza, ou seja, onde há a ocorrência da relação de Indiferença, onde não existem elementos suficientes nem para a rejeição de determinada alternativa nem para a sua aceitação.

4.4.3 Aplicação Numérica

Após rodarmos o problema nesse programa, obtivemos a seguinte classificação das alternativas que representam os projetos nas versões otimista e pessimista como pode ser observado na Tabela 4.4:

Tabela 4.4 – Cenários de avaliação dos projetos na visão otimista e pessimista

Versão: otimista				Versão: pessimista			
Classe Alternativa	Classes			Classe Alternativa	Classes		
	Pior	Intermediária	Melhor		Pior	Intermediária	Melhor
1		1		1		1	
2			1	2			1
3		1		3		1	
4	1			4	1		
5		1		5		1	
6		1		6		1	
7			1	7			1
8			1	8		1	
9		1		9		1	
10	1			10	1		
11			1	11			1
12	1			12	1		
13	1			13	1		
14			1	14			1

15			1
16			1
17		1	
18	1		
19	1		
20		1	
21			1
22		1	
23			1
24	1		
25			1
26		1	
27			1
28			1
29			1
30	1		
31	1		

15		1	
16		1	
17	1		
18	1		
19	1		
20		1	
21			1
22		1	
23			1
24	1		
25			1
26	1		
27			1
28			1
29		1	
30	1		
31	1		

Como se pode observar, na tabela acima, a diferença encontrada nos resultados das versões otimista e pessimista estão nas alternativas 8, 15, 16, 17, 26 e 27. A mudança na recomendação da alocação dessas alternativas indica que algum critério encontra-se muito próximo da fronteira da classe.

Com o objetivo de realizar um exame mais detalhado dos resultados acima, procedeu-se a análise de sensibilidade onde foram feitas 65 simulações com as seguintes características:

- Elevando em 5%, 10% e 15% o peso de cada critério e mantendo os demais com o mesmo peso (30 simulações);
- Baixando em 5%, 10% e 15% o peso de cada critério e mantendo os demais com o mesmo peso (30 simulações) e;
- Elevando o nível de corte “ λ ” em 5%, 10%, 15%, 20% e 25% (5 simulações).

Para facilitar a leitura dos resultados da análise de sensibilidade, a tabela abaixo apresenta as siglas que serão utilizadas para designação dos critérios.

Tabela 4.5 – Nomenclatura dos critérios

Critério	Sigla
Preço	C1
Forma de Pagamento	C2
Prazo	C3
Idoneidade da empresa	C4
Mão-de-obra disponível / Equipe técnica	C5

Visibilidade	C6
Conflito ético	C7
Obtenção de atestado de capacidade técnica	C8
Atração de novos negócios	C9
Conflito de valores	C10

Para as simulações onde foram elevados os pesos dos critérios, verificou-se diferença nas alocações das alternativas nos seguintes casos:

- Aumentos a partir de 5% nos critérios C4, C6, C7, C8 e C10 rebaixaram a alternativa 27 da melhor classe para a classe intermediária na avaliação pessimista.
- Um aumento de 15% no critério C7 fez com que a alternativa 30 passasse da classe intermediária para a melhor na avaliação otimista.

4.4.4 Interpretação dos Resultados

Seguem abaixo os comentários dos resultados obtidos com a análise de sensibilidade realizada.

a) Alternativa 27

Antes da análise de sensibilidade a alternativa 27 sobreclassificava a fronteira; enquanto que a fronteira não sobreclassificava a alternativa 27.

A recomendação de alocar a alternativa numa classe inferior indica que houve uma redução na confiança e na credibilidade de que a alternativa 27 sobreclassifica a fronteira.

Como só foram constatadas mudanças de recomendação da alocação da alternativa 27 na versão pessimista, temos as seguintes hipóteses:

- 1^a) A fronteira passou a sobreclassificar a alternativa 27, gerando a **Indiferença**.
- 2^a) Não havendo Indiferença, houve a **Incomparabilidade**, pois nem a alternativa 27 sobreclassifica a fronteira nem a fronteira sobreclassifica a alternativa 27.

b) Alternativa 30

Apresenta situação contrária a da alternativa 27, ou seja, antes da análise de sensibilidade, a fronteira sobreclassificava a alternativa 30.

A recomendação de alocar a alternativa numa classe superior indica que houve um aumento na confiança e na credibilidade de que a alternativa 30 sobreclassifica a fronteira.

Como só houve mudança na recomendação da alocação dessa alternativa na versão otimista, temos, novamente, as seguintes hipóteses:

1ª) A alternativa 30 sobreclassifica a fronteira, assim como a fronteira sobreclassifica a alternativa 30, gerando a **Indiferença**.

2ª) Não havendo Indiferença, houve a **Incomparabilidade**, pois nem a alternativa 30 sobreclassifica a fronteira, nem a fronteira sobreclassifica a alternativa 30.

Para as simulações onde foram reduzidos os pesos dos critérios, verificou-se a mesma diferença na recomendação da alocação da alternativa 27. Nesse caso, quando foram reduzidos em 5%, 10% e 15% o pesos dos critérios: C1, C2, C3, C5 e C9, a alternativa 27, na versão pessimista, teve sua recomendação rebaixada da melhor classe para a intermediária. Com isso, puderam-se obter as mesmas interpretações já indicadas.

Sobre a análise de sensibilidade em relação ao nível de corte " λ ", como o menor nível que deve ser considerado é 0,5, utilizado no problema em questão, não faz sentido fazerem-se análises com variações para baixo. Desta forma, foram feitas apenas variações para cima, isto é aumentando o nível de corte.

Sabe-se que o nível de corte afeta diretamente a relação de sobreclassificação, tornando mais difícil de ser estabelecida quando este nível é elevado.

Assim sendo, em situações de indiferença, onde ocorrem sobreclassificações nos dois sentidos da comparação entre as duas alternativas analisadas, o aumento do nível favorece o fim da relação de indiferença e o estabelecimento de uma relação de preferência estrita onde há uma sobreclassificação em apenas um dos lados.

Em situações de preferência estrita, o aumento do nível de corte favorece o fim desta relação de preferência e o estabelecimento de uma relação de incomparabilidade onde não há relação de sobreclassificação em nenhum dos lados.

Para um aumento de 5%, a alternativa 27 passou da classe melhor para a classe intermediária na avaliação pessimista. Indicando mudança na relação de preferência, onde anteriormente havia preferência estrita da alternativa 27 sobre a fronteira, e passando a ser de incomparabilidade.

Para aumento de 10%, além da mudança da alternativa 27, a alternativa 29 passou da classe intermediária para a pior também na avaliação pessimista, o que indica a mesma mudança de relação.

Para aumentos de 15%, a versão pessimista passou as alternativas 11 e 27, da melhor classe para a intermediária; e as alternativas 15, 16 e 29, da intermediária para a pior.

Para aumentos de 20%, além das mesmas mudanças da análise anterior, a versão otimista passou a alternativa 9 da classe intermediária para a melhor e a 30, da pior para a intermediária. Isto indica que, antes, a fronteira era estritamente preferível a estas alternativas e agora a relação é de incomparabilidade.

Para aumentos de 25%, a versão pessimista passou as alternativas 2, 11 e 27, da melhor classe para a intermediária; e as alternativas 3, 5, 9, 15, 16 e 29, da classe intermediária para a pior. A versão otimista passou as alternativas 3, 5, 9 e 22 da classe intermediária para a melhor. Ainda a versão otimista passou 30 da pior classe para a intermediária.

4.5 Discussão sobre a Aplicação do Modelo

A finalidade do modelo proposto é auxiliar os sócios da empresa, os decisores, na tomada de decisão quanto à aceitação ou rejeição de alternativas. Inicialmente serão comparados os resultados da seleção feita pela empresa, denominados *Resultados Práticos*, com aqueles obtidos através do uso do modelo. Em seguida serão abordadas as vantagens de sua utilização.

Como o modelo foi desenvolvido à luz do método ELECTRE TRI, ele foi utilizado para classificação das alternativas, nesse caso dos projetos, em classes ou categorias previamente estabelecidas. Para esse trabalho foram definidas três classes, a melhor, onde os projetos são automaticamente aceitos; a intermediária e a pior, onde os projetos lá alocados deverão ser rejeitados.

Ao classificar as alternativas nas classes, tem-se uma relevante redução de trabalho, pois aquelas que estão na melhor classe, ou na pior, serão aceitas ou rejeitadas, respectivamente, sem a necessidade de minuciosa análise.

Ao alocar uma alternativa na classe intermediária, onde não se tem segurança quanto à sua aceitação ou rejeição, e após seguir os passos do método ELECTRE TRI, há uma redução do nível de complexidade da tarefa pela redução das incertezas, pois o problema já está razoavelmente mensurado, dentro dos critérios pré-estabelecidos.

Dessa forma, as sócias passam a dedicar maior concentração apenas na análise das alternativas alocadas na classe intermediária. Todavia, faz-se necessário examinar a classificação sugerida.

Fazendo um comparativo entre os projetos rejeitados, por sugestão do modelo, e aqueles que foram de fato rejeitados pelos decisores da empresa, pode-se verificar o seguinte:

- Alternativas rejeitadas pelos decisores (resultados práticos): 4, 10, 12, 13, 17, 18, 19, 24, 26, 30, 31
- Alternativas rejeitadas pelo modelo (versão otimista): 4, 10, 12, 13, 18, 19, 24, 30, 31
- Alternativas rejeitadas pelo modelo (versão pessimista): 4, 10, 12, 13, 17, 18, 19, 24, 26, 30, 31

Os resultados obtidos na versão otimista, comparados com os resultados práticos, não divergem apenas nas alternativas 17 e 26. No modelo elas foram aceitas, e na prática foram rejeitadas pelos decisores da empresa.

Ao comparar os resultados obtidos no sistema com a seleção feita pelos decisores da empresa, percebe-se que o modelo sugerido se mostrou robusto e confiável. Na versão pessimista, por exemplo, as alternativas rejeitadas foram as mesmas.

As principais vantagens da utilização desse modelo, a seguir discriminadas, são:

- Estruturação do problema;
- Identificação dos critérios de seleção;
- Identificação e discussão dos conflitos existentes entre os critérios;
- Rapidez no processo decisório

A empresa estudada não dispõe de uma metodologia estruturada para seleção dos projetos, levando as sócias a desperdiçar tempo na organização de parâmetros sempre que vão decidir se um projeto será executado.

A seleção se dá de forma casuística, onde cada projeto é analisado independentemente pelas sócias, baseado nas suas expertises e na intuição delas. Esse processo é frágil, bastante desgastante e passível de erro, por eventual esquecimento de avaliar algum critério, além de ser demorado.

É importante destacar, no entanto, que o modelo também não é infalível, fazendo-se necessária uma análise crítica e minuciosa dos resultados.

O benefício de usar o modelo proposto se corporifica no momento em que as sócias analisam os projetos, quando eles já estão estruturados, e de alguma forma parametrizados, em função dos critérios previamente estabelecidos com seus pesos também já definidos.

Essa fase organizacional, para uniformizar os critérios e todos os parâmetros que serão considerados na avaliação dos projetos, requer a participação intensa das sócias. No entanto, após definidos, poderão ser aplicados em praticamente todos os projetos que venham a ser solicitados à empresa, desde que sejam da mesma natureza e do mesmo campo específico de trabalho.

Outra vantagem da definição dos critérios se dá pela melhoria da comparabilidade dos projetos, possibilitando confrontá-los utilizando-se dos mesmos parâmetros.

Com a inexistência de uma relação formal de critérios, a identificação e análise de conflitos existentes entre eles era uma tarefa complexa para as sócias, pois elas precisavam buscar nos arquivos dos projetos já elaborados se existia alguma incompatibilidade ou impedimento para a aceitação de determinado trabalho. Outra vantagem é a facilidade de formação e manutenção do banco de dados da empresa.

Como resultado e relevante benefício da utilização do modelo proposto, pode ser apontado o ganho de eficiência no processo decisório obtido pela redução do tempo necessário para realizar a seleção dos projetos.

Esse ganho, no entanto, não foi aferido nem estimado no presente trabalho, mas pelo simples fato do modelo reduzir a quantidade de alternativas a serem minuciosamente analisadas pelas sócias, é razoável concluir que o tempo dedicado a essa atividade foi conseqüentemente reduzido.

5 CONCLUSÕES E FUTUROS TRABALHOS

Neste tópico serão apresentadas as principais conclusões sobre a aplicação do método ELECTRE TRI para a empresa de consultoria em projetos, bem com, sugestões para futuros trabalhos.

5.1 Conclusões

O crescimento econômico do país tem resultado em uma série de transformações (custo, estratégia, melhoria da capacidade produtiva, entre outros) das empresas. A utilização das práticas de serviços de consultoria surgiu como resposta para solução desses problemas ao fornecer informações e auxílio aos empresários

Porém, verifica-se que a complexidade inerente ao processo decisório no âmbito das próprias consultorias tem resultado em grandes dificuldades no processo de seleção e escolhas de projetos. Isso se deve ao grande volume de informações e solicitação de serviços e ao apoio pelas empresas, o que garante um bom nível de estabilidade. No entanto, a avaliação de quais projetos serão escolhidos pode garantir-lhes uma diferenciação e maturidade no mercado.

A utilização do método ELECTRE TRI visa a fornecer através de uma classificação das alternativas o respaldo à tomada de decisão, pois permitirá ao decisor escolher entre os grupos as alternativas que preenchem o grupo de critérios estabelecidos.

Na consultoria analisada foram identificadas 36 alternativas, estabelecidos 10 critérios e aquelas foram alocadas em 3 classes: a melhor, onde os projetos devem ser aceitos, a intermediária, onde os projetos nela classificados devem ser analisados minuciosamente por não haver segurança no seu aceite nem na sua rejeição; e a pior, onde os projetos são rejeitados.

Esses dados foram obtidos através de entrevistas individuais semi -estruturadas, realizadas com os sócios da empresa. O objetivo das reuniões individuais é levantar as reais preferências dos atores. O que possibilitará a incorporação de seus valores e um maior entendimento do problema.

No entanto, o processo de entrevistas com os sócios da empresa, para levantamento dos projetos, dos critérios e elicitación de preferências para estabelecer os pesos dos critérios foi a fase mais delicada desse trabalho, apresentou maior grau de complexidade e demandou muito tempo de entrevistas com os tomadores de decisão. Porém, pode-se afirmar que todo o esforço foi positivo e, de certa forma já esperado.

Esse processo requer a participação intensa dos tomadores de decisão, o que não é fácil, devido à escassez de tempo, comum entre esses atores. Durante as entrevistas, faz-se necessário um desligamento das atividades empresarias deles, sendo esse um árduo requisito a ser atendido.

O método ELECTRE TRI, de acordo com a opinião dos sócios da empresa, forneceu uma grande ferramenta para classificação dos projetos da consultoria, possibilitando aos sócios um maior respaldo em suas próximas decisões; e assim a empresa poderá definir melhor suas próximas estratégias de seleção do seu portfólio de projetos, visando ganhar maior agilidade e competitividade.

5.2 Trabalhos Futuros

Como sugestão de próximos trabalhos e com vistas a validar os resultados obtidos com o presente trabalho, propomos o seguinte:

- 1^a aplicar outro método multicritério aditivo para saber se os resultados são similares aos do modelo proposto;
- 2^a aplicar outro método de sobreclassificação para comparar os resultados
- 3^a utilizar um método de estruturação de problema para identificar as dificuldades no processo de elicitação dos pesos e dos critérios dos decisores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELAZIZ, F. B.; AOUNI, B.; FAYEDH, R. E. Mukti-objective stochastic programming for portfolio selection. *European Journal of Operational Research* 177 (2007), 1811-1823.
- ALMEIDA, A. T. O Conhecimento e o Uso de Métodos Multicritério de Apoio a Decisão. Editora Universitária da UFPE. 2010.
- ALMEIDA, A.T. Modelagem Multicritério para Seleção de Intervalos de Manutenção Preventiva Baseada na Teoria da Utilidade Multiatributo. *Pesquisa Operacional*, 25(1), 69-81. 2005.
- ALMEIDA, A. T.; COSTA, A. P. C. S. Aplicações com métodos multicritério de apoio a decisão. Editora Universitária, Recife. 2003.
- AL-SHEMMERI, Tarik; AL-KLOUB, Bashar; PEARMAN, Alan. Theory and Methodology: Model Choice in multicriteria decision aid. *European Journal of Operational Research* 97 (1997), 550-560.
- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An Integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*. Vol 17, No. 4 (1999), 207-216.
- BELTON, V.; STEWART, J. Multiple criteria decision analysis – an integrated approach. London: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BOUYSSON, Denis; MARCHANT, Thierry. An axiomatic approach to noncompensatory sorting methods in MCDM, I: The case of two categories. *European Journal of Operational Research* 178 (2007), 217-245.
- BOUYSSON, Denis; MARCHANT, Thierry. An axiomatic approach to noncompensatory sorting methods in MCDM, II: More than two categories. *European Journal of Operational Research* 178 (2007), 246-276.
- CLÍMACO, N.C.; ANTUNES, C.H. & ALVES, M.J.G. (2003). Programação Linear Multiobjetivo: Do Modelo de Programação Linear Clássico à Consideração Explícita de Várias Funções Objetivo. Universidade de Coimbra.
- DOUMPOS, M.; MARINAKIS, Y., MARINAKIS, M.; ZOPOUNIDIS, C. An evolutionary approach to construction of outranking models for multicriteria classification: The case of the Electre TRI method. *European Journal of Operational Research* 199 (2009), 496-505.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. Novo dicionário da Língua Portuguesa. Curitiba, Positivo, 2004, 3a Edição.
- GOMES, L. F. A.M; ARAYA, M. C. G. & CARIGNANO, C. Tomada de decisões em cenários complexos. São Paulo. Pioneira, 2004.

- GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2009, 3a Edição.
- HERINKSEN, DePiante Anne; TRAYNOR, Jesen Ann. A practical R&D Project-Selection Scoring Tool. *IEE Transactions on Engeneering Management*, Vol 46, No. 2, May, 1999, 158-170.
- HUANG, Chi-Cheng; CHU, Piu-Yu; CHIANG, Yu-Hsiu. A fuzzy AHP application in government-sponsored R&D project selection. *The International Journal of Management Science*. Omega 36 (2008). 1038-1052.
- KEENEY, R.L. & RAIFFA, H.. Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs. John Wiley & Sons, 1976.
- KUJAWSKI, Edouard. Multi-Criteria Decision Analysis: Limitations, Pitfalls, and Practical Difficulties. Engineering Division, Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, California, 2003. Disponível em www.escholarship.org/uc/item/0cp6j7sj. Acessado em 06/05/2010.
- MATZENAUER, H. B. Uma metodologia Multicritério construtivista de avaliação de alternativas para o planejamento de recursos hídricos de bacias hidrográficas. Porto Alegre, 2003. (Tese- Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento ambiental,UFRGS).
- MAVROTAS, G.; DIAKOULAKI, D.; CALOGHIROU, Y. Project prioritization under policy restrictions. A combination of MCDA with 0-1 programming. *European Journal of Operational Research* 171 (2006), 296-308.
- MIRANDA, C. M. G.; ALMEIDA, A.T. Avaliação de pós-graduação com método ELECTRE TRI : o caso de Engenharias III da CAPES. *Revista Produção*, v.13, n 3, p. 101-112,2003.
- MOUSSEAU, V.; SLOWINSKI, R.; ZIELNIEWICZ, P. A user-oriented implementation of the ELECTRE TRI method integrating preference elicitation support. *Computers & Operations Research* 27 (2000), 757-777.
- ROY, B. Multicriteria methodology for decision aiding. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996.
- SZAJUBOK, N. K.; ALENCAR, L. H.; ALMEIDA, A.T. Modelo de gerenciamento de materiais na construção civil utilizando avaliação multicritério. *Revista Produção*, v.16, n 2, p. 303-318,2006.
- XINODAS, Panagiotis; MAVROTAS, George; PSARRAS, John. A multicriteria methodology for equity selection using financial analysis. *Computers & Operation Research* 36 (2009), 3187-3203.
- ZELENY, M. Multiple criteria decision making. New York: MacGraw-Hill, 1982.