

**Cristiano Pereira Schueler**

**Classificação de projetos em  
Distribuidora de Energia Elétrica no  
Brasil utilizando o método TODIM de  
Análise de Decisão Multicritério**

**Dissertação de Mestrado**

**DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO**  
Programa de Pós-Graduação em Administração de  
Empresas

Rio de Janeiro  
Agosto de 2012



**Cristiano Pereira Schueler**

**Classificação de projetos em  
Distribuidora de Energia Elétrica no  
Brasil utilizando o método TODIM de  
Análise de Decisão Multicritério**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de  
Pós-Graduação em Administração de Empresas do  
Departamento de Administração da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Leonardo Lima Gomes

Rio de Janeiro  
Agosto de 2012



**Cristiano Pereira Schueler**

**Classificação de projetos em  
Distribuidora de Energia Elétrica no  
Brasil utilizando o método TODIM de  
Análise de Decisão Multicritério**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas do Departamento de Administração da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Leonardo Lima Gomes**

Orientador

Departamento de Administração – PUC-Rio

**Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão**

Departamento de Administração – PUC-Rio

**Prof. Marta Corrêa Dalbem**

Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO

**Prof. Mônica Herz**

Vice-Decana de Pós-Graduação do CCS

Rio de Janeiro, 14 de agosto de 2012

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem a autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Cristiano Pereira Schueler**

Graduou-se em Análise de Sistemas pela Universidade Estácio de Sá em 2000. Trabalhou na área de tecnologia da informação no período de 1996 a 2002, exercendo inicialmente a função de desenvolvedor de software e posteriormente de arquiteto de soluções, líder de equipes e gerente de projetos. Atualmente trabalha como Gerente de Consultoria especialista em Portfólio/Program/Project Management e PMO (Project Management Office). Especializado em Gerenciamento de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas em 2003, concluiu o MBA em Gestão Empresarial (IAG Management) pela PUC-Rio em 2010.

#### Ficha Catalográfica

Schueler, Cristiano Pereira

Classificação de projetos em Distribuidora de Energia Elétrica no Brasil utilizando método TODIM de análise de decisão multicritério / Cristiano Pereira Schueler ; orientador: Leonardo Lima. – 2012.

56 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, 2012.

Inclui bibliografia

1. Administração – Teses. 2. TODIM. 3. Projeto. 4. Gerenciamento de projeto. 5. Portfólio. 6. Gerenciamento de Portfólio. 7. AHP. 8. Multicritério. 9. Decisão. I. Lima, Leonardo. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Administração. III. Título.

CDD: 658

## Agradecimentos

Em memória do Professor José Roberto Gomes da Silva que muito me ensinou durante o curso *Management*.

Ao meu Orientador Leonardo Lima pela paciência e apoio.

À minha noiva, pela inspiração, apoio, compreensão e carinho durante todo o curso e principalmente no período da dissertação.

À minha família e principalmente a Deus por ter me dado oportunidade e saúde para a realização de mais este sonho de obtenção do título de Mestre.

Aos professores Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes e Luis Duncan pela disponibilidade e importante contribuição.

## Resumo

Schueler, Cristiano Pereira; Gomes, Leonardo Lima. **Classificação de projetos em Distribuidora de Energia Elétrica no Brasil utilizando o método TODIM de Análise de Decisão Multicritério**. Rio de Janeiro, 2012. 56p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho apresenta os conceitos e a aplicação do método TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério) no apoio à tomada de decisões multicritério para classificação de projetos em Distribuidoras de Energia Elétrica no Brasil. O método foi aplicado em um caso numérico hipotético de uma carteira de 4 projetos, que foram avaliados um comitê fictício composto por 5 membros especialistas, sob a perspectiva de 7 critérios para 3 tipologias de empresas diferentes que possuem como objetivo estratégico a rentabilidade, qualidade ou o equilíbrio entre ambos. Além de contribuir com o estudo e aplicação do método TODIM como um modelo de suporte à tomada de decisão num contexto de seleção de priorização de carteira de projetos, este trabalho busca também apresentar a aplicação detalhada do método em si e a comparação com os resultados da aplicação do método AHP (Analytic Hierarchy Process) para o mesmo caso hipotético.

## Palavras-chave

TODIM; Projeto; Gerenciamento de Projeto; Portfólio; Gerenciamento de Portfólio; AHP, Multicritério; Decisão.

## Abstract

Schueler, Cristiano Pereira; Gomes, Leonardo Lima (Advisor). **Classification of Projects in Electricity Distribution Companies in Brazil using the TODIM multicriteria decision method.** Rio de Janeiro, 2012. 56p. Msc Dissertation – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This paper introduces the concepts and application of the method TODIM (Interactive Multicriteria Decision Making) in supporting decision making for classification projects in Electricity Distributors in Brazil. The method was applied to a numerical hypothetical case of a portfolio of four projects, which were assessed by a committee composed of 5 experts, from the perspective of 7 criteria for 3 different types of companies that have strategic objective of profitability, quality or the balance between both. Besides contributing to the study and application of the TODIM method as a model to support decision making in the context of project portfolio selection and prioritization, this work also seeks to present the detailed application of the method itself and the comparison with the results of applying the AHP (Analytic Hierarchy Process) for the same hypothetical case.

## Keywords

TODIM; Project; Project Management; Portfolio; Portfolio Management; AHP; Multicriteria; Decision.

# Sumário

<b>1 Introdução</b>	<b>11</b>
1.1. <i>Problema da pesquisa</i>	11
1.2. <i>Objetivos</i>	12
1.3. <i>Questões da Pesquisa</i>	12
1.4. <i>Relevância do Estudo</i>	13
1.5. <i>Delimitações do Estudo</i>	13
1.6. <i>Estrutura da Dissertação</i>	14
<b>2 Referencial Teórico</b>	<b>15</b>
2.1. <i>Conceitos</i>	15
2.2. <i>Seleção e Priorização de Projetos</i>	16
2.3. <i>Análise Multicritério como suporte ao processo de priorização de projetos</i>	19
2.4. <i>O Método Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	20
2.5. <i>A Teoria das Perspectivas</i>	21
2.6. <i>O Método TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério)</i>	26
2.6.1. <i>Comparação com o método AHP</i>	32
<b>3 Aplicação do método TODIM</b>	<b>33</b>
3.1. <i>Distribuição de Energia Elétrica no Brasil: Aspectos Regulatórios</i>	33
3.2. <i>Metodologia e Aplicação</i>	34
3.3. <i>Apresentação e Discussão dos resultados</i>	44
3.3.1. <i>Comparação paritária entre critérios</i>	44
3.3.2. <i>Avaliação final das escolhas dos projetos</i>	46
<b>4 Comparação dos resultados da aplicação do TODIM x AHP</b>	<b>50</b>
4.1. <i>Avaliação e Comparação dos Resultados</i>	50

<b>5 Conclusões e Considerações Finais</b>	<b>52</b>
<b>6 Referências Bibliográficas</b>	<b>55</b>

## Lista de figuras

Figura 1 - Utilização dos métodos em gestão de portfólio (Cooper et al. 2006)	18
Figura 2 - Função de valor típica da Teoria das Perspectivas.	23
Figura 3 – Curva de função “Peso de Decisão” da Teoria das Perspectivas.	25
Figura 4 – Pesos atribuídos aos critérios pela empresa/estratégia do Tipo I (Rentabilidade)	45
Figura 5 – Pesos atribuídos aos critérios pela empresa/estratégia do Tipo II (Qualidade)	45
Figura 6 – Pesos atribuídos aos critérios pela empresa/estratégia do Tipo III (Equilíbrio)	45
Figura 7 – Pesos atribuídos aos critérios pelo CI comparando-se os tipos de empresas	45
Figura 8 – Situação final das escolhas dos membros do comitê (visão gráfica)	48

## Lista de tabelas

Tabela 1– Tabela de Problemas de Decisão de Referência	20
Tabela 2 – Índices de Inconsistência Aleatória	28
Tabela 3 – Matriz de Desejabilidades Parciais	29
Tabela 4 – Tipologia de empresas com relação às características de priorização	36
Tabela 5 – Critérios de preferência de escolha de projetos	36
Tabela 6 - Perfil dos membros do comitê de investimento	36
Tabela 7 – Escala Saaty. Fonte: Saaty (1991)	37
Tabela 8 – Descrição dos Projetos ou Alternativas	38
Tabela 9 – Matriz de comparação paritária entre critérios para a Tipologia 1	40
Tabela 10 – Matriz de desejabilidades para a Tipologia 1	41
Tabela 11 – Matriz de Pesos Relativos dos Critérios segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1	42
Tabela 12 – Vetor de pesos referente à Matriz de Pesos Relativos dos Critérios segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1	42
Tabela 13 – Matriz de desejabilidades parciais segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1	43
Tabela 14 – Matriz de desejabilidades parciais segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1	43
Tabela 15 – Matriz de dominância final segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1	44
Tabela 16 – Razões de Consistência	46
Tabela 17 – Matriz final ordenada TODIM	47
Tabela 18 – Situação final das escolhas dos membros do comitê (visão tabular)	48
Tabela 19 – Matriz final ordenada TODIM x AHP	50

# 1 Introdução

## 1.1. Problema da pesquisa

Dentre os grandes desafios enfrentados pelas grandes organizações desde a Revolução Industrial, destaca-se a sua capacidade em tomar decisões consistentes, alinhadas aos seus objetivos estratégicos, no que se refere à aplicação de seus investimentos em projetos. Possivelmente, um dos principais desafios da gestão está em como tomar decisões certas, dada uma situação específica (TRIANANTAPHYLLOU, 2002) e isso se reflete diretamente na capacidade das empresas em aprimorar seus processos de tomada de decisão.

Com a aceleração dos processos de mudança de uma forma geral, reflexo da globalização, dos avanços tecnológicos e aumento da competitividade, fazer as escolhas certas, com base em critérios bem definidos e alinhados, passou a se tornar um fator crítico de sucesso, uma vantagem competitiva ou até mesmo um mecanismo de sobrevivência das organizações.

Analizando sob uma perspectiva simplista, a decisão sobre quais projetos selecionar/priorizar em uma carteira não passa de uma ordenação baseada na relação custo x benefício que cada projeto traz para a organização. Nessa linha, terão maior prioridade os projetos em que os benefícios são maiores que os custos relacionados.

Tradicionalmente, a viabilidade de um projeto é determinada pela análise de informações da perspectiva financeira como fluxo de caixa descontado, a partir da qual se obtém o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) entre outras. No entanto, a ótica exclusivamente financeira na maioria das situações não retrata as preferências e expectativas de todas as partes envolvidas no projeto ou à organização, além de não permitir a seleção entre projetos cuja análise deva incluir aspectos qualitativos.

Para cobrir essa lacuna e permitir que fatores qualitativos sejam também considerados nos processos de seleção e priorização de projetos, faz-se necessário realizar uma avaliação mais ampla, que vá além da perspectiva unicamente financeira, a qual poderá ter diferentes enfoques e critérios, tal como a Análise Multicritério (AMC).

A Análise Multicritério pode, ao permitir a inclusão de fatores qualitativos nas tomadas de decisão sobre a seleção e priorização de projetos, minimizar os riscos das tomadas de decisão uma vez que a inclusão das variáveis qualitativas permite contemplar as necessidades e expectativas dos stakeholders e shareholders de uma organização.

Nesse contexto, e com o objetivo de desenvolver modelos que permitissem a aplicação dos conceitos da análise Multicritério em casos reais de solução de problemas e tomada de decisões, muitos métodos foram criados com objetivos similares, mas formulações diferenciadas.

O método de AMC empregado neste trabalho é o TODIM – Tomada de Decisão Interativa Multicritério.

Assim, a questão chave de pesquisa deste trabalho é: **como se configuraria o resultado de um processo de classificação de projetos em Distribuidoras de Energia Elétrica no Brasil através da aplicação de método multicritério TODIM e a comparação com o resultado da aplicação do método multicritério AHP?**

## 1.2. Objetivos

O presente estudo tem como objetivo aplicar um modelo de avaliação multicritério TODIM para classificação de projetos em Distribuidoras de Energia Elétrica no Brasil e comparar com o resultado obtido com a aplicação do método multicritério AHP.

## 1.3. Questões da Pesquisa

A questão central desta pesquisa é:

Como se configuraria o resultado de um processo de classificação de projetos em Distribuidoras de Energia Elétrica no Brasil através da aplicação de método multicritério TODIM e a comparação com o resultado da aplicação do método multicritério AHP?

Como subquestões, derivadas da central, podemos destacar:

Quais as diferenças entre a aplicação do método TODIM e o método AHP?

Quais seriam as diferenças do resultado da aplicação de ambos os métodos?

Como se explica tais diferenças?

#### **1.4.Relevância do Estudo**

Este estudo é de suma importância para todos que trabalham com gerenciamento de portfólio em uma dada organização ou para as pessoas que queiram saber mais sobre o funcionamento da avaliação multicritério, mais especificamente o método TODIM, para seleção e priorização de projetos.

Num mundo cada vez mais globalizado ocasionando uma aceleração dos processos de mudança de uma forma geral, dos avanços tecnológicos e aumento da competitividade, fazer as escolhas certas, com base em critérios bem definidos e alinhados, passou a se tornar um fator crítico de sucesso, uma vantagem competitiva ou até mesmo um mecanismo de sobrevivência das organizações.

Portanto, este estudo está diretamente alinhado com os movimentos do mercado, que impõem às organizações obter cada vez mais assertividade na aplicação de seus recursos para maximizar os seus resultados, o retorno para seus shareholders e consequentemente sua competitividade no mercado global.

#### **1.5.Delimitações do Estudo**

A aplicação de modelos para seleção e priorização de projetos está diretamente ligada à maturidade da organização que o emprega. A depender do grau de conhecimento e estruturação da organização, o modelo aplicado pode estar limitado a avaliação de variáveis unicamente financeiras ou englobar também outros critérios quantitativos e qualitativos.

Os modelos de análise multicritério, como o método TODIM, considera em seu escopo critérios quantitativos e qualitativos e se baseia nessa abordagem para defender as vantagens de sua utilização.

Desta forma, não é objetivo deste trabalho estudar o contexto ou ambiente organizacional onde o modelo é aplicado bem como a maturidade necessária para que uma organização possa aplicá-lo.

Portanto, este estudo embora possa ser útil para diversas organizações, ficará centrado na aplicação da análise multicritério a partir do método TODIM para seleção e priorização de projetos, sem abordar os aspectos culturais e estruturais necessários para sua adequada utilização.

## **1.6.Estrutura da Dissertação**

O trabalho está organizado da seguinte forma. A seção 2 apresenta uma revisão da literatura incluindo conceitos sobre Projetos, Gerenciamento de Projetos, Gerenciamento de Carteira de Projetos e Análise Multicritério, os métodos TODIM e AHP e Teoria das Prospecções. A seção 3 descreve a aplicação do método TODIM e os resultados. A seção 4 discute a comparação entre os resultados da aplicação do TODIM e do AHP. A seção 5 apresenta a conclusão e considerações finais. A seção 6 apresenta a referência bibliográfica.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1. Conceitos

Um projeto pode ser definido como uma atividade empresarial com objetivo definido, dentro de uma perspectiva de prazos, custos e qualidade (Kerzner, 2006). Archer e Ghasemzadeh (1999) definem projeto como “um esforço complexo composto por tarefas inter-relacionadas, executadas por várias organizações, com objetivo, planejamento e orçamento bem definidos”. Carvalho e Rabechini Jr. (2006) citam um conceito do Project Management Institute (2008) de que projeto é “um empreendimento temporário feito para criar um produto, serviço ou resultado único”; e citam também um conceito dado por Tuman (1983): “um projeto é uma organização de pessoas dedicadas, que visa atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações únicas ou empreendimentos de altos riscos que têm que ser completados numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de alguma expectativa de desempenho. No mínimo, todos os projetos necessitam ter seus objetivos bem definidos e recursos suficientes para poderem desenvolver as tarefas requeridas”.

Dessa forma, a gestão (ou gerenciamento) de projetos, segundo Kerzner (2006), “pode ser definida como o planejamento, a programação e o controle de uma série de tarefas integradas de forma a atingirem seus objetivos com êxito, para benefício dos participantes do projeto”. Tal definição é bem similar à aquela dada pelo Project Management Institute (2008) e escrita por Carvalho e Rabechini Jr. (2006). Estes autores também consideram o conceito da ISO 10006, de que a gestão de projetos incluiria “planejamento, organização, supervisão e controle de todos os aspectos do projeto, em um processo contínuo, para alcançar seus objetivos”.

Por conseguinte, como as organizações normalmente possuem uma carteira de projetos a serem desenvolvidos, Cooper et al. (1997) apud Correia (2005) trazem o conceito de carteira ou portfólio de projetos, definindo-o como “uma coleção de projetos que são conduzidos sob o gerenciamento de uma unidade de uma organização particular. Cada projeto pode estar relacionado ou

ser independente dos demais, compartilham dos mesmos objetivos estratégicos e competem pela utilização dos recursos”.

Neste contexto, para que esta carteira ou portfólio de projetos seja adequadamente gerenciado, surge o conceito de gestão de portfólio de projetos, que segundo Archer e Ghasemzadeh (1999) pode ser definido como uma atividade que deve estar alinhada com os objetivos e as estratégias da organização, sem exceder os recursos disponíveis ou violar quaisquer outras restrições, de modo a selecionar ou priorizar a carteira de projetos (ou o projeto) ideal para a empresa. Para Cooper et al. (2000), gestão de portfólio “é um processo dinâmico de decisão no qual a lista de projetos ativos é constantemente atualizada e revisada. Os projetos são avaliados, selecionados e priorizados; existindo projetos que podem ser acelerados, finalizados ou ter sua prioridade reduzida e ter recursos alocados e realocados para os projetos ativos”.

O gerenciamento de portfólio de projetos tem sido uma opção para organizações que necessitam saber quais projetos executar dada uma demanda por projetos maior do que sua capacidade de realização, limitada pelos seus recursos financeiros, humanos e materiais.

Saber com assertividade quais são os projetos a serem executados é um fator impulsionador para o crescimento das empresas; por outro lado, implementar esforços em projetos equivocados pode levá-las a perder receitas, perder mercado, e, num caso extremo, inviabilizar as suas próprias operações.

Com essa necessidade, de proporcionar às organizações mais assertividade na seleção e priorização de seus projetos, parte contemplada em seu processo de gestão de portfólio, muitos modelos vem sendo estudados, dentre eles aqueles baseados em análise multicritério, como o método TODIM, na busca por resultados melhores.

## **2.2. Seleção e Priorização de Projetos**

Toda a organização que possui uma carteira de projetos a serem desenvolvidos necessita definir quais destes projetos devem ser efetivamente realizados e em que ordem de prioridade, de forma a garantir que terá todos os recursos financeiros, materiais e humanos necessários para executá-los de forma adequada.

Nesse contexto, gerenciar uma carteira de projetos com o objetivo de garantir que os projetos selecionados e priorizados estão aderentes à capacidade da empresa em realizá-los implica na utilização de métodos que garantam ao administrador superar os desafios inerentes à gestão de portfólio, tais como recursos insuficientes, priorização equivocada de projetos, tomada de decisões com base em informações incertas e excesso de projetos secundários (COOPER et al., 2000); e, conseqüentemente, permitir a gestão de uma forma estruturada.

Kerzner (2006) propõe um processo global de gestão de portfólio de projetos, composto por quatro passos:

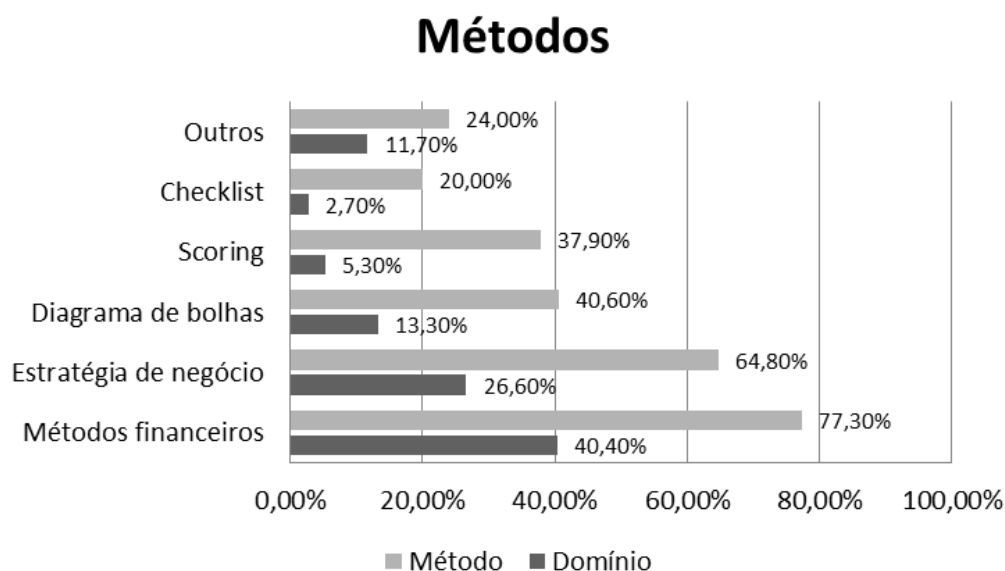
- a) Identificação de Projetos: identificação das idéias para projetos e das necessidades de sustentação do negócio;
- b) Avaliação Preliminar: avaliação da possível execução do projeto e análise de custo x benefício;
- c) e d) Seleção estratégica de projetos e programação estratégica: utilização de modelos para seleção e priorização.

Archer e Ghasemzadeh (1999) relatam que, na fase de seleção de portfólio um ótimo, são muito usadas as técnicas Modelos de escore, Matrizes de portfólio e AHP, por considerarem “características qualitativas e quantitativas, bem como múltiplos critérios”. Os métodos AHP e QSort não seriam bons na presença de um grande número de projetos. Os autores sugerem um processo de seleção de portfólio em dois passos: 1) Utilizar os métodos QSort e o AHP, para carteiras com pequeno número de projetos; e os Modelos de escore, quando houver um grande número de projetos, e 2) Utilizar Programação linear inteira como método de otimização.

Muitos são os métodos existentes na literatura para suportar o processo de seleção e priorização de projetos nas organizações. Dentre eles, estão:

- Métodos financeiros (VPL, TIR etc.);
- Modelos de escore;
- Métodos de estratégia do negócio;
- Diagramas de bolhas ou Mapas de portfólio;
- Checklists;
- Métodos de otimização (Programação linear inteira);
- QSort;

- Métodos de Apoio Multicritério à Decisão (Teoria da Utilidade, Métodos TODIM, Electre, Prométhée, Método de Análise Hierárquica AHP entre outros);
- Métodos híbridos: financeiros e de estratégia de negócio; e Programação Linear Inteira e AHP.



**Figura 1 - Utilização dos métodos em gestão de portfólio (Cooper et al. 2006)**

Na Figura 1, Cooper et al. (2000) demonstram quais são os métodos mais utilizados e quais os que são dominantes no processo decisório para a seleção e priorização de projetos. Dentre eles, e conforme já dito anteriormente neste trabalho, os financeiros ainda são os mais utilizados, embora não sejam os mais indicados quando aplicados de forma isolada (Padovani, 2007).

Para Cooper et al. (2000) “o processo de decisão na gestão de portfólio é caracterizado pela incerteza, mudança de informações, oportunidades dinâmicas, múltiplos objetivos e considerações estratégicas, interdependência entre projetos e vários tomadores de decisão” .

Portanto, a seleção e priorização de projetos de uma carteira ou portfólio são etapas de um processo de tomada de decisão caracterizado por ser multidimensional e possuir múltiplos critérios, permitindo então que a decisão seja amparada pelos métodos de apoio à decisão multicritério, como por exemplo, o método TODIM e AHP, que serão abordados a seguir.

### **2.3. Análise Multicritério como suporte ao processo de priorização de projetos**

A Análise Multicritério (AMC) é empregada quando se deseja fazer seleção, classificação, ordenação, ou descrição de alternativas passíveis de solucionarem um problema de decisão, na existência de critérios quantitativos e qualitativos (KEENEY e RAIFFA, 1993; ROY e BOUYSSOU, 1993; BELTON e STEWART, 2002; Gomes, et al., 2006). Esta análise permite abordar diversas considerações, quando o decisor defronta-se com uma ampla gama de problemas e perspectivas na sua tomada de decisão.

No caso de seleção e priorização de projetos, alcançar uma proposta de otimização da aplicação de recursos em uma dada carteira de projetos significa considerar simultaneamente critérios quantitativos e qualitativos com o objetivo de classificar os projetos por ordem de importância representando assim, não somente a perspectiva financeira, mas aquelas inerentes à sensibilidade dos decisores da organização.

Os métodos existentes ou tradicionais não suportam a complexidade inerente a um problema com múltiplos objetivos para tomada de decisão, já que a característica multidimensional de problemas complexos considera em seu contexto, além de variáveis quantitativas e qualitativas, a subjetividade e intuição inerentes ao pensamento humano. Em função disso, os métodos ou modelos tradicionais tendem a falhar, não permitindo que o resultado possa ser justificado consistentemente.

Um problema de decisão multicritério é, por sua natureza, um problema que contempla avaliação de várias alternativas para mais de um critério de análise, não havendo uma alternativa que seja melhor em todos os critérios. Esses critérios necessitam ser avaliados em conjunto e dentro de um contexto, dado que possuem, geralmente, inter-relações, tangíveis ou intangíveis (Weber, 1987).

Segundo Roy (1985), problemas multicritério podem ser classificados segundo o tipo de problemas, conforme tabela 1:

Tabela 1– Tabela de Problemas de Decisão de Referência

Tipos de Problema	Objetivo	Resultado	Procedimento
Problemas do tipo (P $\alpha$ )	Consiste na seleção da melhor alternativa (ou melhores), dentre diversas	Escolha	Seleção
Problemas do tipo (P $\beta$ )	Consiste em aceitar alternativas que parecem boas e descartar as que parecem ruins, ou seja, separando-as por classes	Triagem	Alocação
Problemas do tipo (P $\gamma$ )	Consiste em gerar uma ordenação (ranking) entre as alternativas disponíveis	Seqüência	Classificação
Problemas do tipo (P $\delta$ )	Consiste na realização da descrição das alternativas	Conhecimento	Descrição

Dessa forma, pode-se entender que independente do tipo da problemática apresentada, os métodos podem ser aplicados e suportar a decisão para mais de um tipo de problema, de forma complementar. Além disso, é importante destacar que a aplicação dos métodos para a resolução de tais problemáticas não visa gerar um resultado que represente a verdade única, mas sim que explique de forma consistente o resultado aplicado à problemática e suporte de forma estruturada à tomada de decisão.

Cabe ressaltar também que os métodos de apoio multicritério não eliminam o uso dos métodos tradicionais. Cabe ao analista de decisão avaliar o melhor método a ser utilizado dado o tipo e complexidade do mesmo.

## 2.4. O Método Analytic Hierarchy Process (AHP)

O AHP (Analytic Hierarchy Process) pode ser definido como um método de análise multicritério que se baseia em um processo de ponderação, no qual os diversos atributos relevantes são representados através de sua importância relativa. Este método tem sido extensivamente aplicado por acadêmicos e profissionais, principalmente em aplicações que envolvem decisões financeiras associadas a atributos não-financeiros (Saaty, 1996).

Criado na década de 70, nos EUA, por Thomas L. Saaty e colaboradores com o objetivo de viabilizar a tomada de decisão consciente através da decomposição de um problema em uma hierarquia de fatores e da identificação da relação entre eles, o método AHP se sustenta no princípio de que a experiência e o conhecimento das pessoas são, pelo menos, tão valiosos quanto os dados disponíveis, em um processo de tomada de decisão.

De acordo com Saaty (1996), para ser realista, os modelos precisam incluir e mensurar todos os fatores importantes, qualitativa e quantitativamente mensuráveis, sejam eles tangíveis ou intangíveis.

Além disso, o AHP é um método versátil, que pode ser aplicado em diversas áreas das ciências sociais, principalmente pelo fato de possibilitar a quantificação de informações qualitativas e subjetivas.

No caso específico de seleção e priorização de projetos, o AHP permite a hierarquização das opiniões subjetivas sobre variáveis baseadas em informações qualitativas, permitindo um tratamento quantitativo que conduza a uma estimativa numérica da importância relativa de cada uma das variáveis.

Para aplicação do método AHP, as seguintes etapas podem ser consideradas como essenciais:

- Definição do problema e indicação clara dos objetivos e resultados que se quer alcançar;
- Decomposição da complexidade do problema dentro de uma estrutura hierárquica com elementos de decisão (critérios, subcritérios e alternativas);
- Emprego de comparações ou julgamentos pareados entre os elementos de decisão e construção de matrizes de decisão;
- Cálculo do auto vetor das matrizes de decisão para estimar os pesos relativos ou prioridades relativas dos elementos de decisão;
- Verificação da propriedade de consistência das matrizes de decisão para assegurar que as opiniões dos decisores são consistentes e permitir a agregação dos pesos relativos dos elementos de decisão para classificação global das alternativas ou indicadores (prioridades relativas).

O AHP tem sido utilizado por muitos pesquisadores, devido principalmente às suas propriedades matemáticas e simplicidade (TRIANANTAPHYLLOU; MANN, 1995).

## **2.5. A Teoria das Perspectivas**

Desenvolvida por dois psicólogos israelenses, Daniel Kahneman e Amos Tversky (1979), a Teoria das Perspectivas explica o comportamento do ser humano face ao risco, no que se refere à tomada de decisões e consiste em uma alternativa às teorias clássicas que se apoiam na tomada racional de decisões. Ela altera a visão passada pela teoria financeira padrão referente ao

comportamento de um investidor com relação a possibilidade de perdas e ganhos em circunstâncias de incerteza.

De acordo com Kahneman e Tversky (1979), mudanças de perspectiva podem reverter o tamanho visível dos objetos e o nível desejado de cada alternativa, em função da percepção humana. Os autores demonstram que a resposta aos problemas envolvendo ganhos é diferente da resposta aos problemas envolvendo perdas e explicam que uma das razões para respostas diferenciadas poderia ser o fato de que as pessoas são mais sensíveis a estímulos negativos, como diz Tversky por Bernstein (1997):

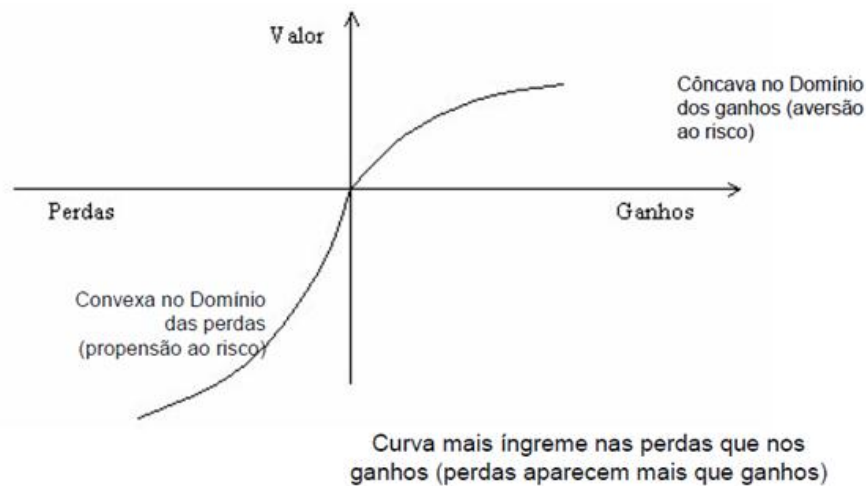
“Provavelmente, a característica mais significativa e dominante da máquina de prazer humana é o fato de que as pessoas são muito mais sensíveis a estímulos negativos do que positivos... Pense sobre quão bem você se sente hoje e, depois, tente imaginar quão melhor você poderia se sentir. Existem algumas coisas que o fariam sentir-se melhor, mas o número de coisas que o fariam sentir-se pior é ilimitado.”

Bernstein, Peter L., p. 274

Antes da existência da Teoria das Perspectivas, as tomadas de decisão racionais eram realizadas com base na Teoria da Utilidade Esperada. Nessa teoria, os pesos dados tanto para situações de decisão que envolvem ganhos ou perdas, são simétricos. A utilidade esperada se baseia na idéia de que as decisões sempre buscam o aumento da riqueza do indivíduo. Nesta linha, Tversky e Kahneman (1979) sugeriram formulações onde preferências são definidas sobre ganhos e perdas relativas a um referencial, idéia proposta inicialmente por Markowitz (1952).

Em função da percepção do impacto gerado pela perda ser maior que o impacto gerado pelo ganho, alcançou-se um novo modelo de função utilidade, tendo o valor zero como um resultado ou ponto de referência. Esse ponto de referência é o que se chamou de *status quo*.

A figura 2 apresenta a curva, chamada de “curva S”, côncava no domínio de ganhos e convexa no domínio de perdas, que representa o comportamento da função de utilidade trazida pela Teoria das Perspectivas.



**Figura 2 - Função de valor típica da Teoria das Perspectivas.**

Pela teoria, os resultados para determinado problema são expressos como desvios positivos ou negativos em relação a um ponto de referência ou *status quo*. O eixo horizontal representa os ganhos ou perdas e o eixo vertical representa o valor percebido para cada ganho ou perda. Como se pode observar no gráfico da figura 2, a curva é côncava no domínio de ganhos e convexa no domínio de perdas. Além disso, a curva para as perdas é mais acentuada do que para os ganhos, demonstrando que a percepção do impacto gerado pela perda é maior do que a percepção do impacto produzido pelo ganho.

Para o desenvolvimento e comprovação dessa teoria, Tversky e Kahneman (1979) realizaram dentre diversos experimentos, uma pesquisa apresentando um mesmo cenário de forma distinta para um grupo de pessoas e chegaram à conclusão de que o ser humano é mais avesso ao risco em situações de ganho do que de perda. Prefere-se um ganho menor, porém certo, a correr o risco de não ganhar nada ou obter um ganho maior. Ao passo que se prefere correr o risco de não perder nada ou perder mais, a uma perda certa menor.

A pesquisa desenvolvida e aplicada pelos professores descreveu os cenários conforme descrito abaixo (Kahneman e Tversky, 1979):

1. Imagine que os Estados Unidos estejam se preparando para a eclosão de uma doença asiática pouco comum, que estima-se irá matar 600 pessoas. Foram propostos dois programas alternativos para combater a doença. Assuma que a exata estimativa científica das consequências do programa seja a seguinte:
  - a. Se o programa Z for adotado, 200 pessoas serão salvas;

- b. Se o programa W for adotado, existirá  $1/3$  de probabilidade das 600 pessoas se salvarem e  $2/3$  de probabilidade das pessoas não se salvarem;

A maioria das pessoas mostrou-se avessa ao risco. A perspectiva de salvar 200 vidas se mostrou mais atraente do que a incerteza de ninguém se salvar (72% dos votos). Na primeira pergunta, 15 pessoas foram entrevistadas. Dentro da mesma pesquisa, outra pergunta foi feita para outro grupo de pessoas (28% dos votos).

2. Mesmo enunciado da pergunta anterior:

- a. Se o programa P for adotado, 400 pessoas iriam morrer;
- b. Se o programa Q for adotado, haverá  $1/3$  de probabilidade de ninguém morrer e  $2/3$  de probabilidade de 600 pessoas morrerem;

A maioria das pessoas se mostrou mais propensa ao risco na situação de perda de vidas humanas. As pessoas aceitam menos a certeza da perda de 400 vidas (78% dos votos) do que a incerteza de ter as 600 pessoas salvas mesmo com a probabilidade de  $1/3$  (22% dos votos).

O que embasa o processo decisório da pesquisa acima é exatamente a percepção entre ganho e perda, que pode ser exemplificada comparando-se a situação onde 600 pessoas poderiam sobreviver e aquela onde 400 pessoas iriam morrer, dadas as respectivas probabilidades e em comparação com as alternativas que demonstravam também situações de ganho ou perda.

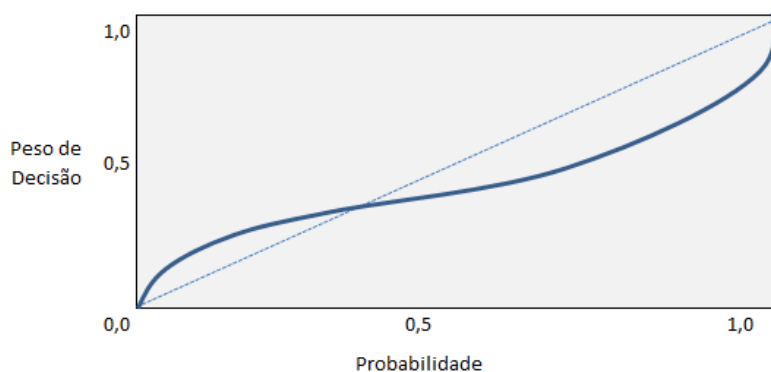
Neste exemplo apresentado ficou evidenciado que a Teoria da Utilidade não explicaria a postura dos indivíduos dado que para situações diferentes o valor esperado se modificou dado o nível de exposição ao risco nas situações de perdas ou ganhos.

Sobre o cálculo do valor esperado, a Teoria das Perspectivas utiliza o conceito de fator de ponderação, ou peso da decisão, que relaciona a cada probabilidade de um evento qualquer um peso específico. Assim, o valor de cada alternativa é multiplicado pelo peso de decisão, em vez de multiplicado pela probabilidade de ocorrência, como é feito na Teoria da Utilidade. A função peso de decisão tem algumas propriedades interessantes, segundo Tversky e Kahneman (1979), como ser crescente em relação à probabilidade,

sobrevalorização de eventos com probabilidades muito baixas, subestimação de eventos com probabilidades mais altas e mudança brusca nos extremos.

A propriedade que cita a escala crescente da função peso em relação à probabilidade é bastante intuitiva e demonstra que quanto maior a probabilidade do evento, maior o peso atribuído. Neste cenário, se o indivíduo está decidindo entre duas situações com níveis diferentes de informação e consequentemente probabilidades diferentes de acertar a decisão, a tendência é que ele escolha a que tem mais informação ou maior probabilidade de acerto. A propriedade referente à sobrevalorização de eventos com probabilidades muito baixas é verificada no comportamento de indivíduos apostadores de jogos de baixíssima probabilidade de ganho, como jogos de loteria, onde há uma tendência natural do apostador de se atribuir maior probabilidade de ganho. A propriedade de subestimação de eventos com probabilidades mais altas é verificada em situações onde o tomador de decisão tem todas as informações disponíveis e possíveis. Nesse caso, ele sabe que a probabilidade de acertar a decisão é altíssima, e mesmo assim se mostra reticente em relação à tomada de decisão.

Sobre a mudança brusca no extremo superior da função, pode-se perceber que a redução da probabilidade modifica de forma mais acentuada quando se tem uma situação considerada como certa, ao contrário de uma situação considerada meramente provável, onde a redução da probabilidade traria maior impacto na percepção do indivíduo. Já no extremo inferior, podemos verificar uma confirmação da propriedade citada sobre a sobrevalorização de eventos com probabilidades muito baixas, ou seja, a atribuição de uma probabilidade maior do que a verdadeira a eventos positivos de baixíssima probabilidade. A figura 3 apresenta este comportamento da curva de função de peso de decisão em relação à probabilidade convencional.



**Figura 3 – Curva de função “Peso de Decisão” da Teoria das Perspectivas.**

Retornando ao problema e ainda sobre o cálculo da utilidade esperada, com base no modelo de Neumann e Morgenstern (1944 [1980]), percebe-se que ambas as opções dadas aos indivíduos são equivalentes, porém existe uma clara preferência pela opção que representa maior percepção de segurança, corroborando a Teoria das Perspectivas.

É importante destacar ainda que a Teoria das Perspectivas, em função de seu modelo e abordagem consegue explicar diversas situações que não podem ser explicadas por outras teorias tradicionais.

A questão da racionalidade, por exemplo, amplamente discutida e debatida na literatura acadêmica, pressupõe a existência de algum sistema de valor utilizado como parâmetro de avaliação para a seleção de alternativas preferíveis. Em função disso, existe um consenso de que as escolhas racionais devem satisfazer alguns princípios básicos de consistência e coerência. Entretanto, Kahneman e Tversky (1979) identificaram e descreveram diversas situações onde os indivíduos sistematicamente violam esses requerimentos de consistência e coerência, demonstrando, por exemplo, que a escolha de um indivíduo de um resultado negativo representa uma imagem invertida de uma escolha de um resultado positivo.

## **2.6. O Método TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério)**

Criado no início dos anos 90, o método multicritério TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério) tem como objetivo final ordenar um grupo de alternativas avaliadas segundo um conjunto de critérios, se caracterizando assim como um método para resolução de problemas do tipo Py.

O seu grande diferencial em relação aos outros métodos está na utilização de uma medida global calculada através de uma Função de Valor da Teoria das Perspectivas (Kahneman e Tversky, 1979). Enquanto praticamente todos os demais métodos objetivam ao tomador de decisão buscar o valor máximo de alguma medida global de valor, o método TODIM utiliza uma medida global de valor calculada pela aplicação do paradigma da Teoria das Perspectivas.

O método multicritério TODIM (Tomada de Decisão Interativa Multicritério) é, provavelmente, o único método multicritério fundamentado na Teoria das Perspectivas (Kahneman e Tversky, 1979), se caracterizando, dessa forma, como um método diferenciado dos demais, já que possui como um de seus alicerces a Teoria das Perspectivas, comprovada por evidências empíricas e que

considera como as pessoas efetivamente tomam decisões mediante a existência de riscos.

O uso do TODIM é baseado em uma função global de valor multiatributo. A função é construída em partes, com suas formulações matemáticas reproduzindo a função de ganhos e perdas da Teoria da Perspectiva. A função global de valor multiatributo do TODIM então agrega todas as medidas de ganhos e perdas sobre todos os critérios.

Em meio aos seus cálculos o método TODIM necessita testar formas específicas de funções de perdas e ganhos. Cada uma destas formas depende do valor de um único parâmetro. As formas, uma vez validadas empiricamente, servem para construir a função de diferença aditiva do método. Esta noção de função de diferença aditiva é sugerida por Tversky (1969). A função de diferença aditiva é de fato uma função global de valor multiatributo e reflete as medidas de dominância de cada alternativa sobre as outras. Dessa maneira, o TODIM mantém certa similaridade com outros métodos que não utilizam prioridades, como o PROMÉTHÉE (Brans e Mareschal, 1990), porque o valor global de cada alternativa é relativo à sua dominância sobre outras alternativas no conjunto.

Apesar de parecer complicado ter que testar a validade da aplicação do paradigma, que pode em algumas ocasiões obrigar o decisor a usar outras formas de funções de perdas e ganhos, na verdade não é complicado. Desde as primeiras utilizações práticas do método TODIM, no início dos anos 90, as mesmas duas formas matemáticas tem sido utilizadas com sucesso, e têm sido validadas empiricamente em diversas aplicações .(Gomes e Lima, 1992a,b; Trotta et al., 1999).

Em essência, as funções de diferenças aditivas do TODIM mencionadas anteriormente funcionam como funções de valor multiatributo e levam a ordenação global das alternativas. Deste fato pode ser observado que a construção da função de valor multiatributo do método TODIM se baseia na projeção das diferenças entre valores de quaisquer duas alternativas, interpretadas em relação a cada critério, relacionadas a um critério referencial.

O método TODIM faz uso de comparações paritárias entre critérios de decisão utilizando recursos tecnicamente simples para eliminar inconsistências ocasionais originadas destas comparações. Ele também permite que julgamentos numéricos façam correspondência a uma escala verbal, utiliza hierarquias entre os critérios, julgamentos de valores nebulosos e fazendo uso de relações de interdependências entre as alternativas. O método acaba sendo não compensatório se levarmos em consideração que *tradeoffs* não ocorrem.

Sob um ponto de vista prático, considere um conjunto de  $n$  alternativas a serem ordenadas com base em  $m$  critérios qualitativos ou quantitativos. Inicialmente tais critérios devem ser comparados entre si, através de uma comparação paritária, que resulta na matriz de comparação paritária dos critérios. A partir desta matriz, é realizado um processo de normalização com o objetivo de se definir o peso de cada critério em relação ao conjunto de critérios. Tal processo de normalização gera uma matriz chamada matriz de pesos relativos dos critérios que por sua vez permite o cálculo do peso de cada critério. A aplicação do método TODIM exige a definição de um critério de referência ou *status quo*, conforme explicado anteriormente. Nesse contexto e conforme defini o método, o critério de referência será aquele com maior peso após a normalização realizada a partir da matriz de pesos relativos dos critérios.

Findado o processo de identificação dos pesos dos critérios e o critério de referência, pode ser realizado um processo de verificação de consistência para avaliar se as comparações paritárias entre os critérios é consistente. Esta verificação de consistência é realizada a partir da matriz de comparação paritária e pesos dos critérios. A inconsistência aparece quando a valoração durante o processo de comparação paritária demonstra certa contradição. Como exemplo podemos citar que se uma avaliação demonstrou que o Critério 1 é mais importante que o Critério 2 e que o Critério 2 é mais importante que o Critério 3 logo, o Critério 1 tem que ser mais importante que o Critério 3. Para identificar esse tipo de incoerência é que calculamos a Razão de Consistência, que no método TODIM calcula-se exatamente como se calcula no método AHP.

Para chegarmos à Razão de Consistência basta dividir o IC – Índice de Consistência pelo índice de Inconsistência Aleatória Média (IAM), uma constante cujo valor dependerá da dimensão da matriz que estamos analisando e assim obtemos a Razão de Consistência (RC). A tabela 2 apresenta os Índices de Inconsistência Aleatória (Costa, 2006).

Tabela 2 – Índices de Inconsistência Aleatória

Dimensão da matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inconsistência Aleatória Média	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Para o caso em questão como temos uma matriz de 7 critérios, foi utilizado o índice de inconsistência de 1,32, conforme sugere a tabela 2.

Depois de realizada a valoração dos critérios, inicia-se o processo de valoração de cada alternativa  $i$ , sob o ponto de vista de cada critério  $c$  tendo como base o objetivo relacionado ao critério. Vale ressaltar que, uma vez que as avaliações necessitam ser expressas em valores numéricos normalizados e transformados para uma escala numérica, no caso dos critérios quantitativos estes valores são obtidos diretamente do desempenho das alternativas com base nos critérios, por exemplo, a autonomia de um carro em gasto de gasolina por quilômetro rodado, a quantidade de garagens no caso de um apartamento ou a nota de um estudante numa matéria escolar por exemplo. Já para os critérios qualitativos, escalas verbais utilizadas no processo de valoração são convertidas para escalas numéricas. A normalização é então realizada para ambas as escalas numéricas referentes aos critérios quantitativos e qualitativos.

Neste processo de valoração de cada alternativa  $i$ , sob o ponto de vista de cada critério  $c$ , uma vez realizada a valoração por especialista de cada alternativa para cada critério, é gerada a matriz chamada matriz de desejabilidades.

A medida relativa de dominância de uma alternativa sobre outra é encontrada para cada par de alternativas. Esta medida é computada como sendo a soma de todos os critérios relativos a ganho e perda para estas alternativas. As parcelas nesta soma serão ganhos, perdas, ou zeros, dependendo do desempenho de cada alternativa em relação a cada critério.

Segue-se então para o próximo passo que é a normalização, onde para cada critério, é realizada a divisão do valor de uma alternativa pelo somatório de todas as alternativas. A normalização é realizada para cada critério. Obtém-se assim uma matriz com valores entre zero e um, chamada de matriz de desejabilidades parciais representada por  $P = [P_{nm}]$ , com  $n$  indicando o número de alternativas e  $m$  o número de critérios, como mostrado na tabela 3.

Tabela 3 – Matriz de Desejabilidades Parciais

Alternativas	Critérios					
	1	2	-	c	-	m
1	$w_{11}$	$w_{12}$	-	$w_{1c}$	-	$w_{1m}$
2	$w_{21}$	$w_{22}$	-	$w_{2c}$	-	$w_{2m}$
-	-	-	-		-	
$i$	$w_{i1}$	$w_{i2}$	-	$w_{ic}$	-	$w_{im}$
-	-	-	-		-	
$n$	$w_{n1}$	$w_{n2}$	-	$w_{nc}$	-	$w_{nm}$

Findada a normalização aplicada à matriz de desejabilidades, pode-se partir para o cálculo das matrizes de dominância parcial e final. Considerando que a matriz de pesos relativos dos critérios foi calculada, e como na maioria dos casos é escolhido como critério de referência aquele que possui o maior peso, segue-se para o cálculo da medida de dominância de cada alternativa  $A_i$  sobre cada alternativa  $A_j$ , agora incorporando a Teoria das Perspectivas, com a utilização das equações abaixo.

$$\delta(A_i, A_j) = \sum_{c=1}^m \theta_c(A_i, A_j) \quad \forall(i, j) \quad (2)$$

Onde:

$$\theta_c(A_i, A_j) = \begin{cases} \sqrt{\frac{w_{rc}(P_{ic} - P_{jc})}{\sum_c a_{rc}}} & \text{se } P_{ic} - P_{jc} > 0 \quad (3) \\ 0 & \text{se } P_{ic} - P_{jc} = 0 \quad (4) \\ -\frac{1}{\theta} \sqrt{\frac{(\sum_{c=1}^m w_{rc})(P_{jc} - P_{ic})}{w_{rc}}} & \text{se } P_{ic} - P_{jc} < 0 \quad (5) \end{cases}$$

Equações que representam a aplicação da teoria das Perspectivas no método TODIM

Dessa forma  $\delta(A_i, A_j)$  representa uma medida de dominância da alternativa  $A_i$  sobre a alternativa  $A_j$ , onde  $m$  representa o número do critério e  $c$  é um critério qualquer. Assim, para  $c = 1, \dots, m$ ,  $w_{rc}$ , que representa o peso daquela alternativa para aquele critério já normalizado, é igual a  $w_c$ , peso do critério, dividido por  $w_r$ , peso do critério de referência, onde  $r$  é o critério de referência. Dado que  $P_{ic}$  e  $P_{jc}$  representam, respectivamente, os desempenhos das alternativas  $A_i$  e  $A_j$  em relação a  $c$  e que  $\theta$  é o fator de atenuação para perdas, diferentes escolhas de  $\theta$  podem conduzir a diferentes valores para a função da Teoria das Perspectivas abaixo do eixo horizontal. O valor padrão de  $\theta$  é 1 e uma análise de sensibilidade variando este valor pode ser aplicado para verificar se o aumento da função no caso de perda gera diferentes resultados no processo de avaliação das alternativas  $A$ .

Em continuação, a expressão  $\Phi_c(A_i, A_j)$  representa a parcela de contribuição do critério  $c$  para a função  $\delta(A_i, A_j)$  quando se compara a alternativa  $i$  com a alternativa  $j$  e incorpora a questão da Teoria das Perspectivas. Nesse contexto, quando o valor  $P_{ic} - P_{jc}$  é positivo, este irá representar um ganho para a função  $\delta(A_i, A_j)$ , ou seja, um ganho da alternativa  $A_i$  em relação a alternativa  $A_j$  e, portanto a expressão  $\Phi_c(A_i, A_j)$  será representada pela Equação (3). Se  $P_{ic} - P_{jc}$  é nulo, o valor zero será atribuído a  $\Phi_c(A_i, A_j)$  que nesse caso será representada pela Equação (4). Já no caso em que o valor resultante de  $P_{ic} - P_{jc}$  for negativo, a expressão  $\Phi_c(A_i, A_j)$  será representada pela Equação (5).

É importante ressaltar que a construção da função  $\Phi_c(A_i, A_j)$  na verdade permite um ajuste dos dados do problema para o valor da função da Teoria das Perspectivas, considerando a questão das perdas e ganhos na comparação entre as alternativas e explicando, dessa forma, a aversão e a propensão ao risco dos especialistas.

Realizado o cálculo das diversas matrizes parciais de dominância, uma para cada critério, a matriz final de dominância do elemento geral  $\delta(A_i, A_j)$  é obtida por meio da soma dos elementos das matrizes diversas.

A equação 6 é então utilizada para determinar o valor total da alternativa  $A_i$  através da normalização das respectivas medidas de dominância. A posição de cada alternativa surge a partir da ordenação de seus respectivos valores.

$$\varepsilon_i = \frac{\sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) - \min \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j)}{\max \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) - \min \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j)} \quad (6)$$

Equação para determinar o valor total de cada alternativa

Dessa forma, a medida global obtida através da aplicação da equação (6) possibilita a classificação das alternativas.

### 2.6.1. Comparação com o método AHP

O método analítico de apoio multicritério TODIM traz em sua estrutura algumas diferentes características em relação ao AHP, sendo a principal delas sua estruturação com base no paradigma da Teoria das Prospectivas.

A principal característica do AHP é, de fato, a estruturação dos seus critérios condicionantes sob a forma de uma hierarquia, que também é possível no método TODIM. Nela, o seu nível mais elevado é representado pelo objetivo maior do problema, que é a meta a ser atingida. A missão associada ao problema seria, portanto, a decisão a ser tomada.

A necessidade de uma definição bem aplicada dos critérios e que os mesmos atendam ao pré-requisito de separabilidade (CLEMEN e REILLY, 2001) é importante para ambos os métodos. A independência é necessária para que os critérios não sejam contabilizados mais de uma vez dentro do mesmo modelo.

O método TODIM apresenta a primeira diferença com o método AHP no momento em que é gerada a matriz de desejabilidades parciais, ou cálculo do valor de cada alternativa para cada critério considerando o peso do critério dado para aquela alternativa. Enquanto no AHP esse cálculo é realizado dividindo-se o valor daquele critério para a alternativa pelo somatório dos valores daquele critério para todas as alternativas, o TODIM calcula dividindo o valor do critério para a alternativa pelo maior valor daquele critério dentre as alternativas.

A partir desta matriz, o TODIM segue um caminho específico pelo fato de se basear na Teoria das Prospectivas. Para que se ordenem alternativas de modo que se possa recomendar um curso de ação específico, o método TODIM fornece como resultado final o valor global das alternativas. Para que se façam os cálculos, é necessário que, antes, calculem-se as dominâncias de cada alternativa em relação a cada uma das outras. A incorporação do paradigma da Teoria das Prospectivas pelo método TODIM se faz pela introdução dessa função de valor nas medidas de dominância de uma alternativa sobre a outra.

### **3 Aplicação do método TODIM**

#### **3.1.Distribuição de Energia Elétrica no Brasil: Aspectos Regulatórios**

Os setores que representam a prestação dos serviços públicos no Brasil e em boa parte das economias do mundo estão adotando, cada vez mais, o modelo de regimes regulatórios, no qual um órgão regulador independente coordena a dinâmica do setor com regras claras que assegurem um bom equilíbrio entre os agentes (acionistas, clientes e governos). Por bom equilíbrio leia-se modicidade tarifária e boa prestação de serviço para os clientes, remuneração do capital para os acionistas e a expansão sustentável do serviço em questão.

Nesse sentido, a partir de 1997, o setor elétrico brasileiro iniciou um acentuado processo de mudança, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia, tendo como duas das principais características a desverticalização da produção, transmissão, distribuição e comercialização, e a criação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), reguladora do setor.

A partir de então, as distribuidoras de energia brasileiras passaram a ter reajustes tarifários anuais que basicamente corrigem a inflação, e revisões tarifárias em ciclos normalmente de quatro ou cinco anos nas quais são capturados alguns ganhos obtidos com redução de custos, convertidos em modicidade tarifária. No período das revisões tarifárias também é revisto qual será a taxa de retorno permitida às distribuidoras, o que define o custo de capital destas.

As tarifas são elaboradas com incentivos de produtividade embutidos, representados pelo chamado Fator X, que fazem com que as ineficiências operacionais da distribuidora não sejam repassadas ao consumidor. O órgão regulador estuda a estrutura de custos da distribuidora e repassa de forma reduzida (pelo Fator X) para a sociedade, de maneira que a concessionária precisa se tornar a cada revisão eficiente para se adequar à estrutura de custos contemplada na tarifa e com isso voltar a obter ganhos.

O retorno obtido pelos projetos (passíveis de quantificação) através de suas receitas deve ser igual ou superior ao custo de financiamento destes

mesmos projetos; ou seja, o retorno obtido pelas empresas em sua dinâmica deve superar seu custo médio ponderado de capital a fim de assegurar seu crescimento sustentável. A ANEEL calcula o custo médio ponderado de capital do setor de distribuição de energia e o insere como parte integrante na tarifa cobrada ao consumidor, garantindo assim o retorno dos investimentos à taxa por ela estabelecida.

Adicionalmente, a ANEEL monitora os índices de qualidade de fornecimento da distribuidora e os indicadores de perda de energia, comparando-os com os índices estabelecidos para uma Empresa de Referência (ER), empresa espelho criada para efeitos regulatórios que preserva as características da concessão e ao mesmo tempo é arranjada de forma mais eficiente.

De acordo com essa breve exposição sobre os aspectos regulatórios, observa-se que a definição de uma torre de projetos a serem implementados por uma distribuidora deve passar por uma análise multicritério incluindo critérios como rentabilidade, qualidade, redução de custos (comparação com a ER). Na próxima seção, descreve-se a metodologia adotada neste trabalho.

### **3.2. Metodologia e Aplicação**

Observa-se no segmento de distribuição de energia elétrica brasileiro uma grande diversidade entre as empresas, com grandes variações em relação à capacidade de distribuição de energia. Além disso, algumas empresas apresentam características de serviço a público eminentemente urbano e com consumidores em área de alta densidade demográfica. Outras, ao contrário, servem a clientes majoritariamente rurais e separados por grandes distâncias. Em relação à sua estrutura societária, algumas são estatais e outras de controle privado, o que pode ter implicações sobre o enfoque financeiro e de criação de valor para o acionista desejado. Dessa forma, é de se esperar que cada categoria de empresa possa vir a ter critérios de julgamento distintos em relação à seleção de investimentos entre projetos.

Foi realizado, pelos pesquisadores, um levantamento de práticas de seleção de projetos junto a um grupo de dezessete empresas de porte médio a grande, do setor de distribuição de energia elétrica no Brasil. Essa pesquisa foi presencial e visou identificar as práticas adotadas para a resolução dos problemas de tomada de decisão de investimento de capital.

As respostas das distribuidoras às questões da pesquisa permitiram identificar algumas linhas de estratégias de investimento destas. A primeira diz respeito ao foco principal que norteia a seleção dos investimentos de capital. Neste, pode-se identificar duas tendências distintas, uma em direção à Rentabilidade e outra em direção à Qualidade.

Um grupo destas apresenta um claro viés de rentabilidade e forte preocupação com o valor de mercado da ação no processo de decisão. No outro extremo há outro grupo cuja principal preocupação é com a qualidade do serviço e o valor da ação não é considerado. Numa posição intermediária onde se procura incluir ambos os fatores existe um terceiro grupo. Com relação à metodologia de avaliação de projetos adotada pelas distribuidoras, quase todas fazem uma distinção significativa entre os investimentos obrigatórios, que constam dos compromissos assumidos perante o órgão regulador, e os não obrigatórios.

Três empresas informaram que adotam uma análise multicritério formal para a seleção dos seus projetos. Nas demais, embora a abordagem multicritério não esteja formalizada, ficou implícito que são diversos os fatores que influenciam a escolha dos projetos das empresas, o que faz acreditar no uso de um multicritério implícito. Desta forma, parece justificada a adoção da análise multicritério.

Neste trabalho é aplicado o método TODIM à seleção teórica de projetos no setor de distribuição de energia elétrica no Brasil, baseado na taxonomia das empresas levantada na Pesquisa de Melhores Práticas realizada e descrita anteriormente. Com base nesta, foram determinados três tipos de empresas em relação às práticas adotadas na alocação de projetos de capital, também caracterizadas como estratégias definidas pelo Conselho de Administração. Estas (I, II e III) estão descritas na Tabela 4.

Também com base no conhecimento adquirido na Pesquisa de Práticas de Investimentos, foram estabelecidos os critérios, ao número de sete, que devem nortear a preferência e escolha no processo decisório de investimento de capital em projetos por parte das empresas distribuidoras. Estes estão listados na Tabela 5, e representam as características a serem priorizadas dos projetos que precisam ser ranqueados pelos tomadores de decisão das empresas distribuidoras a fim de se definir a torre de projetos.

As tabelas 6 e 7 apresentam, respectivamente, as informações sobre os membros do comitê e sobre as escalas utilizadas para realização das

comparações paritárias dos critérios e das alternativas sob a perspectiva de cada critério.

Tabela 4 – Tipologia de empresas com relação às características de priorização

Tipologia	Prioriza	Características
Tipo I	Rentabilidade dos Projetos e a Valorização da Ação	Este grupo de empresas se destaca pela atitude dominante de agregação de valor às ações em mercado. Suas ações têm grande liquidez em bolsa com volume negociado expressivo, e as decisões tomadas sempre são pautadas pelo seu impacto no valor destas ações que se busca maximizar.
Tipo II	Qualidade	Tipo de empresa que define suas decisões em função da qualidade dos seus serviços. A qualidade é o critério mais importante
Tipo III	Busca o Equilíbrio Entre Rentabilidade e Qualidade	Um terceiro tipo de empresa é aquele em que se pode observar um equilíbrio entre as importâncias atribuídas à rentabilidade e à qualidade. Não há uma ênfase preponderante em qualquer dos atributos, mas uma avaliação equilibrada entre eles.

Tabela 5 – Critérios de preferência de escolha de projetos

Critério 1 – Alinhamento com Objetivos Estratégicos
Critério 2 – Rentabilidade e Valor Agregado
Critério 3 – Redução de Custos
Critério 4 – Risco Operacional Devido a Não Realização
Critério 5 – Qualidade do Fornecimento e Atendimento
Critério 6 – Benefícios para a Segurança e Meio Ambiente
Critério 7 – Facilidade de Execução

Tabela 6 - Perfil dos membros do comitê de investimento

Membro 1 (M1)	Atuação em avaliação de projetos e empresas como consultor por 15 anos, nos setores de energia, tecnologia, e
---------------	---

	combustíveis.
Membro 2 (M2)	Atuação como executivo no setor de energia por 10 anos, como decisor de investimentos e especialista em preços e projetos.
Membro 3 (M3)	Atuação em gestão como executivo por mais de 20 anos, nos setores de energia, transportes e outros. Formação em finanças e engenharia.
Membro 4 (M4)	Atuação no setor de tecnologia e projetos como decisor de investimentos por 15 anos.
Membro 5 (M5)	Atuação no setor financeiro por mais de 10 anos tendo sido diretor de instituição financeira internacional.

Tabela 7 – Escala Saaty. Fonte: Saaty (1991)

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade i recebe uma das designações	Uma designação razoável.

	diferentes acima de zero, quando comparada com a atividade $j$ , então $j$ tem o valor recíproco quando comparada com $i$ .	
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser orçada para obter valores numéricos $n$ , somente para completar a matriz.

Tabela 8 – Descrição dos Projetos ou Alternativas

Projeto 1 – Investimento em uma Subestação (Subest)	O projeto 1 consiste no investimento em uma nova subestação transformadora de 22 MVA. O projeto foi avaliado quantitativamente sendo suas receitas associadas ao aumento de ligações que a subestação irá permitir, ou seja, aumento nas receitas relacionadas à tarifa de fio. Foi utilizado o método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) e a análise apresentou TIR de 14% a.a. para o investidor. O projeto não agrega melhorias significativas na qualidade de fornecimento e na segurança. Adicionalmente, devido a pouca oferta de construtores, a dificuldade de execução do projeto pode ser considerada de moderada a alta.
Projeto 2 – Investimento em um Novo Sistema Integrado de Tecnologia da Informação / Gestão (Sis TI)	Com o crescimento da empresa e o aprimoramento regulatório, o atual sistema de gestão está ficando ineficiente, apresentando deficiências em algumas consolidações exigidas pela ANEEL e em algumas funcionalidades relacionadas ao faturamento. O projeto de investimento em um novo sistema representa um investimento significativo para a empresa e pode fazer com que os custos relacionados a este item ultrapassem aos da empresa de referência. No entanto, há uma expectativa bastante positiva em relação à melhoria do atendimento e redução do atual risco operacional.
Projeto 3 – Construção de	Investimento a ser realizado na construção de rede de distribuição de energia elétrica e troca de postes de madeira por estruturas de

Rede e Troca de Postes (Rede D)	concreto, garantindo mais qualidade e confiabilidade em um município do interior. A obra beneficiará 3800 clientes da concessionária com 2,5 km de rede a serem construídos. A obra está orçada para efeitos de remuneração (BRR), no entanto, não apresenta rentabilidade acima da permitida regulatoriamente. Há facilidade de execução.
Projeto 4 – Investimento em uma Linha de Transmissão (Linha T)	O projeto 4 equivale ao investimento em uma nova linha de transmissão de 138 kV com 107 MVA de capacidade. O projeto foi avaliado quantitativamente sendo suas receitas relacionadas ao aumento de ligações que a linha irá permitir, incluindo a ligação de uma pequena termelétrica movida à gás natural. Avalia-se que a entrada do projeto de geração aumenta moderadamente a confiabilidade da rede de distribuição. Foi utilizado o método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD) e a análise apresentou TIR de 9,5% a.a. para o investidor. Adicionalmente, devido a pouca oferta de construtores, a dificuldade de execução do projeto pode ser considerada de moderada a alta.

De forma a aplicar a análise TODIM à seleção teórica de projetos no setor de distribuição, foram selecionados quatro projetos típicos apresentados na Tabela 8, com aplicação variada e de diferentes subsetores. Estes projetos foram analisados por um comitê de investimento composto por cinco membros que os analisaram, a cada um, pela ótica das três tipologias de empresas assumidas na Tabela 4 e à luz dos critérios listados na Tabela 5.

Os projetos foram ranqueados pelos membros do comitê os quais foram orientados a proceder inicialmente a uma priorização dos critérios segundo a escala Saaty (1991) de cinco níveis mostrados na Tabela 7, com importância proporcional a valores ímpares de 1 a 9. Os membros do comitê escolhidos possuem perfil de senioridade alta, experiência na avaliação de projetos e histórico de atuação diversificada. Seus perfis estão resumidos na Tabela 6.

Num primeiro passo os membros do comitê de investimento, assumindo a característica de cada uma das tipologias da Tabela 4 por vez, compararam dois a dois os critérios da Tabela 5 usando a escala de Saaty (1991) apresentada na Tabela 7. Cada membro realizou o preenchimento de 3 tabelas de forma independente, cada uma representando a comparação paritária entre os critérios

para cada uma das tipologias. Para a decisão colegiada, foi considerada a mediana da valoração realizada por cada membro na comparação de cada critério. A tabela 9 abaixo apresenta o resultado da comparação para a par de cada critério pelos membros independentemente e pelo comitê de forma colegiada para a tipologia 1 de Empresa. Esta mesma comparação foi realizada para as outras duas tipologias de empresa.

Tabela 9 – Matriz de comparação paritária entre critérios para a Tipologia 1

		Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7
Comitê	Critério 1	1	0,33333333	1	3	3	5	0,33333333
	Critério 2	3	1	3	5	7	7	5
	Critério 3	1	0,33333333	1	5	5	5	3
	Critério 4	0,33333333	0,2	0,2	1	3	3	1
	Critério 5	0,33333333	0,142857143	0,2	0,33333333	1	1	0,33333333
	Critério 6	0,2	0,142857143	0,2	0,33333333	1	1	0,2
	Critério 7	3	0,2	0,33333333	1	3	5	1
Membro 1	Critério 1	1	0,33333333	0,33333333	1	3	0,33333333	0,33333333
	Critério 2	3	1	1	3	5	9	5
	Critério 3	3	1	1	3	5	7	5
	Critério 4	1	0,33333333	0,33333333	1	3	3	3
	Critério 5	0,33333333	0,2	0,2	0,33333333	1	1	0,33333333
	Critério 6	3	0,11111111	0,142857143	0,33333333	1	1	0,2
	Critério 7	3	0,2	0,2	0,33333333	3	5	1
Membro 2	Critério 1	1	0,33333333	1	3	3	5	1
	Critério 2	3	1	3	5	5	7	3
	Critério 3	1	0,33333333	1	3	3	3	1
	Critério 4	0,33333333	0,2	0,33333333	1	3	3	0,33333333
	Critério 5	0,33333333	0,2	0,33333333	0,33333333	1	1	0,33333333
	Critério 6	0,2	0,142857143	0,33333333	0,33333333	1	1	0,33333333
	Critério 7	1	0,33333333	1	3	3	3	1
Membro 3	Critério 1	1	1	1	7	9	7	3
	Critério 2	1	1	3	7	7	7	3
	Critério 3	1	0,33333333	1	5	5	5	3
	Critério 4	0,142857143	0,142857143	0,2	1	1	1	1
	Critério 5	0,11111111	0,142857143	0,2	1	1	3	3
	Critério 6	0,142857143	0,142857143	0,2	1	0,33333333	1	0,2
	Critério 7	0,33333333	0,33333333	0,33333333	1	0,33333333	5	1
Membro 4	Critério 1	1	0,33333333	1	5	7	5	0,2
	Critério 2	3	1	3	7	9	7	5
	Critério 3	1	0,33333333	1	5	7	5	3
	Critério 4	0,2	0,142857143	0,2	1	3	1	0,33333333
	Critério 5	0,142857143	0,11111111	0,142857143	0,33333333	1	0,33333333	0,33333333
	Critério 6	0,2	0,142857143	0,2	1	3	1	0,33333333
	Critério 7	5	0,2	0,33333333	3	3	3	1
Membro 5	Critério 1	1	0,142857143	0,2	3	3	3	0,33333333
	Critério 2	7	1	7	5	9	9	9
	Critério 3	5	0,142857143	1	5	7	9	5
	Critério 4	0,33333333	0,2	0,2	1	9	7	5
	Critério 5	0,33333333	0,11111111	0,142857143	0,11111111	1	3	0,33333333
	Critério 6	0,33333333	0,11111111	0,11111111	0,142857143	0,33333333	1	0,2
	Critério 7	3	0,11111111	0,2	0,2	3	5	1

Posteriormente os membros, assumindo novamente cada uma das tipologias I, II e III por vez, compararam pela mesma escala, os projetos pela ótica de cada critério da Tabela 5. Para esta comparação, cada membro realizou o preenchimento de 12 tabelas que representaram a avaliação dos 4 projetos, nas 3 tipologias considerando os 7 critérios. Como resultado foram geradas as Matrizes de Desejabilidades que refletem a opinião dos membros em relação à importância de cada critério para cada projeto dentro de cada uma das tipologias.

Além das avaliações individuais, ou seja, de cada membro do comitê, existe também a decisão colegiada, do comitê de investimentos. Para apontar a decisão do comitê pelo método TODIM, foram escolhidas as medianas dos valores preenchidos pelos membros para a construção da Matriz de Desejabilidades do comitê. A tabela 10 apresenta as avaliações dos projetos realizadas sob o ponto de vista de cada critério para a Tipologia 1.

Tabela 10 – Matriz de desejabilidades para a Tipologia 1

Comitê	Alternativas	Ob. Estratégico	Rentabilidade	Redução Custos	Risco Operac.	Qualidade Fornec.	Seg. e Meio Amb.	Facilidade Exec.
Comitê	Subestação	5	3	1	1	1	1	1
	Sistema TI	1	1	3	5	3	3	3
	Rede D	5	3	1	3	3	3	5
	Linha T	3	3	1	3	3	1	1
Membro 1	Subestação	5	5	3	3	3	1	1
	Sistema TI	1	1	3	1	1	3	3
	Rede D	5	3	1	3	3	3	1
	Linha T	1	3	1	3	3	1	3
Membro 2	Subestação	3	3	1	1	1	1	5
	Sistema TI	3	1	1	5	3	3	1
	Rede D	1	3	1	1	5	1	1
	Linha T	3	3	1	3	3	1	5
Membro 3	Subestação	5	3	1	1	3	3	1
	Sistema TI	3	1	3	3	3	3	3
	Rede D	1	1	1	3	3	3	5
	Linha T	3	1	1	3	3	5	1
Membro 4	Subestação	5	3	1	1	1	3	1
	Sistema TI	1	3	1	5	5	1	5
	Rede D	5	1	3	5	5	5	5
	Linha T	5	3	1	3	1	1	1
Membro 5	Subestação	5	3	1	1	1	1	1
	Sistema TI	1	1	5	5	1	3	3
	Rede D	5	3	1	1	3	1	5
	Linha T	5	1	1	3	1	1	1

Geradas as Matrizes de Comparação Paritária e Matrizes de Desejabilidades a partir das avaliações dos membros do comitê, foi possível a geração da Matriz de Pesos Relativos dos Critérios e do Vetor de Pesos de cada critério.

Para facilitar a exemplificação da aplicação da metodologia, a partir deste ponto, as tabelas abaixo representarão apenas 1 cenário resultante da avaliação realizada pelo comitê para a tipologia 1.

A Matriz de Pesos Relativos dos Critérios representa a normalização das Matrizes de Comparação Paritária geradas. Tal normalização ocorre através da divisão de cada célula pelo total da coluna onde se encontra tal célula. Este procedimento fará com que o valor máximo em cada coluna seja 1, normalizando os juízos de valor. Este procedimento é realizado para cada matriz de comparação paritária gerada por cada membro assim como para a matriz que representa o juízo de valor do comitê.

Tabela 11 – Matriz de Pesos Relativos dos Critérios segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7
Critério 1	0,11	0,14	0,17	0,19	0,13	0,19	0,03
Critério 2	0,34	0,43	0,51	0,32	0,30	0,26	0,46
Critério 3	0,11	0,14	0,17	0,32	0,22	0,19	0,28
Critério 4	0,04	0,09	0,03	0,06	0,13	0,11	0,09
Critério 5	0,04	0,06	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03
Critério 6	0,02	0,06	0,03	0,02	0,04	0,04	0,02
Critério 7	0,34	0,09	0,06	0,06	0,13	0,19	0,09

É importante destacar que a tabela 11 representa a Matriz de Pesos Relativos dos Critérios segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1 mas esta matriz é gerada para cada avaliação de cada membro e do comitê para todas as tipologias consideradas no caso em que está sendo aplicada o método.

Calculou-se então o vetor de pesos dos critérios, para cada matriz normalizada, através da média aritmética das linhas da tabela obtida a partir da normalização. A tabela 12 abaixo representa este vetor de pesos para a Matriz de Pesos Relativos dos Critérios segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1.

Tabela 12 – Vetor de pesos referente à Matriz de Pesos Relativos dos Critérios segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1

	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7	Média
Critério 1	0,11	0,14	0,17	0,19	0,13	0,19	0,03	0,14
Critério 2	0,34	0,43	0,51	0,32	0,30	0,26	0,46	0,37
Critério 3	0,11	0,14	0,17	0,32	0,22	0,19	0,28	0,20
Critério 4	0,04	0,09	0,03	0,06	0,13	0,11	0,09	0,08
Critério 5	0,04	0,06	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,04
Critério 6	0,02	0,06	0,03	0,02	0,04	0,04	0,02	0,03
Critério 7	0,34	0,09	0,06	0,06	0,13	0,19	0,09	0,14

>> Critério de Referência

É importante destacar que para cada matriz de pesos relativos existe um vetor de peso associado e esse processo é realizado para cada avaliação de cada membro e do comitê para todas as tipologias consideradas no caso em que está sendo aplicado o método.

Em seguida, identificou-se a matriz de desejabilidades parciais, que representa a normalização da matriz de desejabilidades. A geração das matrizes de desejabilidades parciais com base nas matrizes de desejabilidades foi realizada através da normalização de Belton e Gear (1982), onde divide-se cada valor da célula da tabela pelo maior valor da coluna onde tal célula se encontra.

A tabela 13 apresenta a matriz de desejabilidades parciais segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1.

Tabela 13 – Matriz de desejabilidades parciais segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1

Alternativas	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Critério 4	Critério 5	Critério 6	Critério 7
Subest	1,00	1,00	0,33	0,20	0,33	0,33	0,20
Sis TI	0,20	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	0,60
Rede D	1,00	1,00	0,33	0,60	1,00	1,00	1,00
Linha T	0,60	1,00	0,33	0,60	1,00	0,33	0,20

Com estas informações, aplicou-se às matrizes de desejabilidades parciais as equações 1 a 5 para se obter as matrizes de dominância final que irão representar de fato a ordenação das alternativas dados os juízos de valor de cada membro do comitê e pelo comitê de forma conjunta. Para que se chegasse a esta matriz final, o método TODIM necessita que um critério deva ser tomado como referência. O critério de referência varia de acordo com o vetor de peso dos critérios calculado a partir do juízo de valor de determinado membro do comitê ou do comitê, e que possui o maior peso relativo. Com esse critério pôde-se calcular a taxa de substituição, a ser utilizada nas equações 1 a 5. Essa taxa de substituição consiste do quociente entre o peso do critério de referência e o peso do critério a ser utilizado para o cálculo da matriz de dominância final.

A tabela 14 abaixo apresenta as matrizes de dominância parciais para cada critério segundo a avaliação do comitê para a tipologia 1.

Tabela 14 – Matriz de desejabilidades parciais segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1

CRITÉRIO 1					CRITÉRIO 2					CRITÉRIO 3				
	Subest	Sis TI	Rede D	Linha T		Subest	Sis TI	Rede D	Linha T		Subest	Sis TI	Rede D	Linha T
Subest	0,000	0,331	0,000	0,234	Subest	0,000	0,499	0,000	0,000	Subest	0,000	-1,812	0,000	0,000
Sis TI	-2,414	0,000	-2,414	-1,707	Sis TI	-1,337	0,000	-1,337	-1,337	Sis TI	0,368	0,000	0,368	0,368
Rede D	0,000	0,331	0,000	0,234	Rede D	0,000	0,499	0,000	0,000	Rede D	0,000	-1,812	0,000	0,000
Linha T	-1,707	0,234	-1,707	0,000	Linha T	0,000	0,499	0,000	0,000	Linha T	0,000	-1,812	0,000	0,000

CRITÉRIO 4					CRITÉRIO 5					CRITÉRIO 6				
	Subest	Sis TI	Rede D	Linha T		Subest	Sis TI	Rede D	Linha T		Subest	Sis TI	Rede D	Linha T
Subest	0,000	-3,180	-2,249	-2,249	Subest	0,000	-4,200	-4,200	-4,200	Subest	0,000	-4,436	-4,436	0,000
Sis TI	0,252	0,000	0,178	0,178	Sis TI	0,159	0,000	0,000	0,000	Sis TI	0,150	0,000	0,000	0,150
Rede D	0,178	-2,249	0,000	0,000	Rede D	0,159	0,000	0,000	0,000	Rede D	0,150	0,000	0,000	0,150
Linha T	0,178	-2,249	0,000	0,000	Linha T	0,159	0,000	0,000	0,000	Linha T	0,000	-4,436	-4,436	0,000

CRITÉRIO 7				
	Subest	Sis TI	Rede D	Linha T
Subest	0,000	-1,716	-2,427	0,000
Sis TI	0,233	0,000	-1,716	0,233
Rede D	0,330	0,233	0,000	0,330
Linha T	0,000	-1,716	-2,427	0,000

Finalmente, calculadas as matrizes de dominância parciais chega-se à matriz de dominância final, que apresenta a ordenação das alternativas ou projetos segundo as avaliações realizadas pelos membros e pelo comitê para cada tipologia. A tabela 15 abaixo apresenta a matriz de dominância final dos projetos segundo a avaliação do comitê para a tipologia 1.

Tabela 15 – Matriz de dominância final segundo avaliação do comitê para a Tipologia 1

Alternativas	Subest	Sis TI	Rede D	Linha T		ORDEM
Subest	0,000	-14,514	-13,311	-6,215	-34,040	4
Sis TI	-2,589	0,000	-4,921	-2,115	-9,625	2
Rede D	0,817	-2,998	0,000	0,714	-1,467	1
Linha T	-1,371	-9,479	-8,569	0,000	-19,419	3

Vale ressaltar novamente que a as matrizes de dominâncias finais foram calculadas para todas as tipologias e representa a ordenação final dos projetos, para cada uma das tipologias, para cada membro do comitê e para o comitê.

### 3.3.Apresentação e Discussão dos resultados

#### 3.3.1.Comparação paritária entre critérios

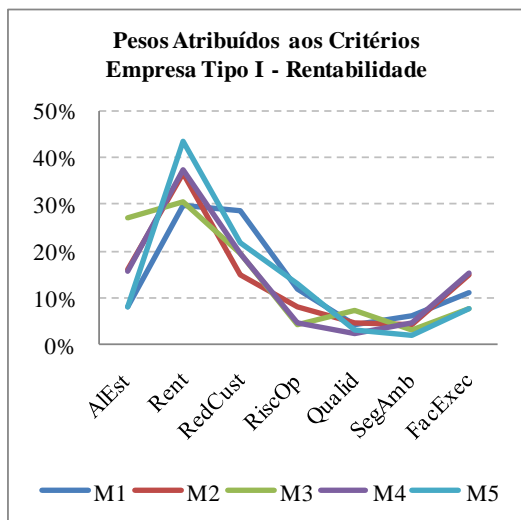
Analisar a comparação paritária dos critérios realizada pelos membros do comitê é um passo importante para avaliar a aderência do entendimento dos membros do comitê em relação ao objetivo principal dentro do contexto de cada uma das tipologias analisadas.

Em relação à tipologia 1, a figura 3 demonstrar que os membros do comitê deram maior peso aos critérios Rentabilidade e Redução de Custos, o que está diretamente alinhado aos objetivos relacionados à tipologia 1, que é o de rentabilidade.

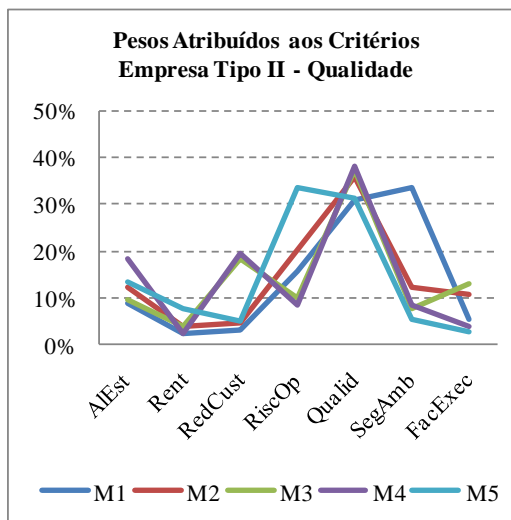
Em relação à tipologia 2, é possível verificar através da figura 4 que os membros do comitê deram maior peso Qualidade e Redução de Custos, demonstrando também um alinhamento com o objetivo de Qualidade da tipologia 2.

Sobre a tipologia 3, que possui como objetivo equilíbrio entre rentabilidade e qualidade, não é possível perceber uma preponderância específica de determinado critério, com 2 membros dando maior peso para Alinhamento Estratégico e outro para Risco Operacional por exemplo. Mais uma vez é possível concluir que houve alinhamento entre a avaliação dos membros do comitê e os objetivos da tipologia 3.

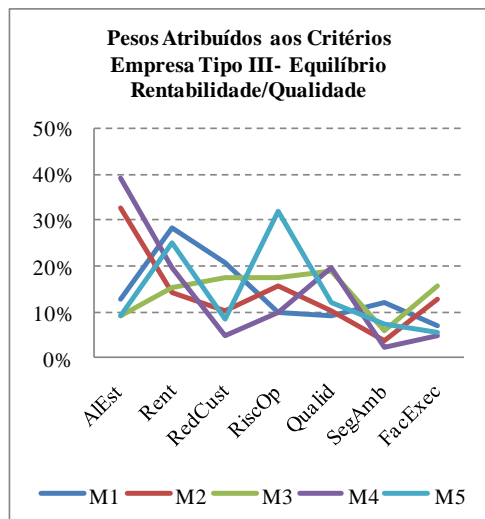
Ainda sobre a avaliação dos critérios pelos membros, podemos confirmar a consistência quando analisamos a decisão colegiada do comitê. Através da figura 6 podemos perceber que o comitê avaliou os critérios alinhados aos objetivos de cada tipologia, priorizando o critério de Rentabilidade para a tipologia 1, Qualidade para a tipologia 2 e outros critérios sem preponderância para algum específico para a tipologia 3.



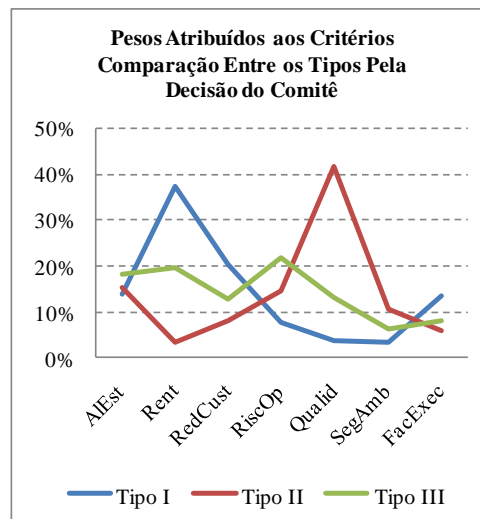
**Figura 4 – Pesos atribuídos aos critérios pela empresa/estratégia do Tipo I (Rentabilidade)**



**Figura 5 – Pesos atribuídos aos critérios pela empresa/estratégia do Tipo II (Qualidade)**



**Figura 6 – Pesos atribuídos aos critérios pela empresa/estratégia do Tipo III (Equilíbrio)**



**Figura 7 – Pesos atribuídos aos critérios pelo CI comparando-se os tipos de empresas**

Observa-se na Tabela 16 que em 40% das escolhas individuais (6 em 15), as Razões de Consistência ultrapassaram significativamente o limite referencial de 10%. Já no caso da escolha colegiada, as Razões de Consistência ficaram em patamares adequados, embora um dos valores tenha passado um pouco da referência (10,1% para o Tipo II). Este fato evidencia que há maior chance de que uma decisão colegiada tenha a consistência adequada.

Tabela 16 – Razões de Consistência

Membros/ Tipo Empresa	Tipo I	Tipo II	Tipo III
M1	13,7%	9,5%	9,9%
M2	3,2%	3,9%	4,3%
M3	9,5%	24,2%	5,0%
M4	11,9%	3,8%	3,6%
M5	22,6%	20,1%	13,9%
Média	12,2%	12,3%	7,3%
D.P.	6,3%	8,4%	4,0%
Comitê	8,0%	10,1%	9,4%

### 3.3.2. Avaliação final das escolhas dos projetos

Após análise dos pesos dos critérios pelos membros do comitê, parte-se agora para análise das escolhas das torres de projetos feitas pelos membros do comitê e pelo comitê de forma colegiada. Existem dois objetivos na interpretação dessa avaliação. O primeiro é apontar quais foram os projetos preferidos considerando-se os diferentes tipos de empresas com a aplicação do método TODIM. O segundo, mais detalhado na seção comparação dos resultados da aplicação do TODIM x AHP, é identificar se a torre de projetos se altera com frequência quando comparados os resultados obtidos a partir do AHP e os alcançados a partir do TODIM.

Em relação ao primeiro objetivo, a Tabela 17 apresenta a quantidade de vezes que cada projeto apareceu em primeiro, segundo, terceiro e quarto lugar, assim como a ordenação da torre de projetos para cada membro e para o comitê, para cada uma das tipologias.

Tabela 17 – Matriz final ordenada TODIM

Alternativas	Tipologia 1					
	Comitê	Membro1	Membro2	Membro3	Membro4	Membro5
Linha T	3	3	1	2	3	4
Rede D	1	1	4	3	1	1
Sis TI	2	4	2	1	2	2
Subest	4	2	3	4	4	3

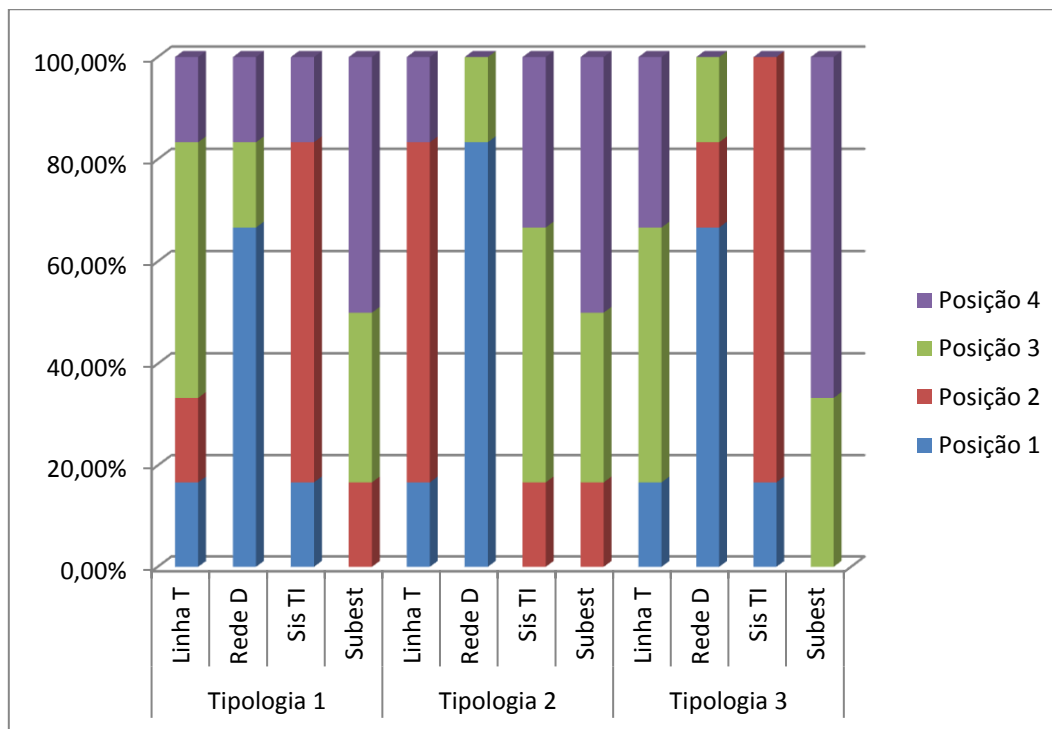
Alternativas	Tipologia 2					
	Comitê	Membro1	Membro2	Membro3	Membro4	Membro5
Linha T	2	2	1	2	2	4
Rede D	1	1	3	1	1	1
Sis TI	3	4	4	3	3	2
Subest	4	3	2	4	4	3

Alternativas	Tipologia 3					
	Comitê	Membro1	Membro2	Membro3	Membro4	Membro5
Linha T	3	4	1	3	3	4
Rede D	1	1	3	2	1	1
Sis TI	2	2	2	1	2	2
Subest	4	3	4	4	4	3

Analisando a tabela 17, podemos perceber que para todas as Tipologias o projeto Rede D aparece como preferência de escolha principal, demonstrando um alinhamento com as tipologias 2 e 3 em função de sua preocupação com questões relacionadas a qualidade. Mas vale destacar que, mesmo para a tipologia 1, que prioriza a questão da rentabilidade, o projeto Rede D também se apresentou como melhor opção talvez pelas questões relacionadas ao orçamento realizado para efeitos de remuneração (BRR) e facilidade de execução, reduzindo o risco de projeto, trazendo de certa forma menor risco demonstrando que os membros do comitê talvez possuam certa aversão a risco e prefiram valorizar a qualidade com menor risco a ter alta rentabilidade com maior risco.

Quando analisamos o resultado sob a ótica da decisão colegiada do comitê, percebermos que em 100% delas o projeto Rede D aparece como primeira opção e o projeto Subest aparece como quarta e última opção, o que corrobora a posição da maioria dos membros do comitê sobre as melhores e piores escolhas sob a ótica das tipologias analisadas, suas prioridades, alinhamento com os resultados que cada projeto pode trazer e o *trade-off* entre rentabilidade x qualidade x risco de execução.

**Figura 8 – Situação final das escolhas dos membros do comitê (visão gráfica)**



**Tabela 18 – Situação final das escolhas dos membros do comitê (visão tabular)**

Tipologia	Alternativas	Posição 1	Posição 2	Posição 3	Posição 4
Tipologia 1	Linha T	16,67%	16,67%	50,00%	16,67%
	Rede D	66,67%	0,00%	16,67%	16,67%
	Sis TI	16,67%	66,67%	0,00%	16,67%
	Subest	0,00%	16,67%	33,33%	50,00%
Tipologia 2	Linha T	16,67%	66,67%	0,00%	16,67%
	Rede D	83,33%	0,00%	16,67%	0,00%
	Sis TI	0,00%	16,67%	50,00%	33,33%
	Subest	0,00%	16,67%	33,33%	50,00%
Tipologia 3	Linha T	16,67%	0,00%	50,00%	33,33%
	Rede D	66,67%	16,67%	16,67%	0,00%
	Sis TI	16,67%	83,33%	0,00%	0,00%
	Subest	0,00%	0,00%	33,33%	66,67%

Analizando a tipologia 1, onde o importante é a rentabilidade, podemos perceber que o pior desempenho foi percebido para o projeto Subest, aparecendo em 50% das vezes como quarta opção e 33% como terceira opção. Apesar de este projeto demonstrar a melhor rentabilidade dentre a carteira de

projetos em avaliação, o que está totalmente alinhado ao objetivo da tipologia 1, seu risco de moderado a alto de execução pode ter demonstrado certa aversão ao risco dos membros do comitê, que realizaram um *trade-off* de rentabilidade x risco de execução. Ainda sobre a tipologia 1, pode-se perceber, através da tabela 18, que o projeto Rede D se apresenta como melhor escolha para os membros do comitê aparecendo em 67% das vezes como primeira opção, o que pode confirmar a questão da aversão ao risco em função de sua facilidade de execução mesmo que o mesmo não traga alta rentabilidade frente aos outros projetos.

Já para a tipologia 2, onde o importante é o quesito qualidade, podemos perceber através da tabela 18, que o projeto Rede D também foi avaliado como melhor escolha, aparecendo em 83% dos casos como primeira opção. Esse comportamento na decisão é explicado pela característica de aumento de qualidade evidenciada na descrição do projeto (Tabela 8 - Rede D - Investimento a ser realizado na construção de rede de distribuição de energia elétrica e troca de postes de madeira por estruturas de concreto, garantindo mais qualidade e confiabilidade em um município do interior) que está diretamente alinhada com o objetivo da tipologia.

Quando é analisada a tipologia 3, que prega o equilíbrio entre qualidade e rentabilidade, o projeto Rede D se apresentou mais uma vez como melhor opção e o Subest como pior opção. Sobre o Rede D, seu bom desempenho pode estar relacionado principalmente à questão da qualidade com baixo risco de execução. Já sobre o projeto Subest, seu desempenho ruim pode estar relacionado principalmente à questão do alto risco e falta de foco em qualidade, um *trade-off* que parece não ser muito bem aceito pelos membros do comitê dado o alto risco de execução do projeto.

É importante destacar que o modelo matemático do TODIM possui um fator atenuador de perdas chamado teta ( $\theta$ ). Este fator é utilizado para potencializar a percepção de perda dentro do processo decisório com o objetivo de avaliar se o resultado final se altera à medida que a percepção de perda aumenta. Neste trabalho, foi mantido o valor de  $\theta = 1$  uma vez que o objetivo principal, além de avaliar o resultado de ordenação das alternativas era também comparar com o resultado de aplicação do método AHP. Cabe ressaltar também que o valor de  $\theta$  é empírico e deve ser testado a cada aplicação, que também não é o objetivo deste trabalho.

## 4 Comparação dos resultados da aplicação do TODIM x AHP

### 4.1.Avaliação e Comparação dos Resultados

Em continuação à análise dos resultados da aplicação do método TODIM, iniciada na seção Aplicação do método TODIM ao caso, o objetivo nesta seção é identificar se a torre de projetos se altera com frequência quando comparados os resultados obtidos a partir do AHP e os alcançados a partir do TODIM.

Tabela 19 – Matriz final ordenada TODIM x AHP

	Tipologia 1 - Rentabilidade		Tipologia 2 - Qualidade		Tipologia 3 - Equilíbrio	
	TODIM	AHP	TODIM	AHP	TODIM	AHP
Membro1	Rede D	Subest	Rede D	Rede D	Rede D	Rede D
	Subest	Rede D	Linha T	Linha T	Sis TI	Subest
	Linha T	Linha T	Subest	Subest	Subest	Linha T
	Sis TI	Sis TI	Sis TI	Sis TI	Linha T	Sis TI
Membro 2	Linha T	Subest	Linha T	Linha T	Linha T	Subest
	Sis TI	Sis TI	Subest	Rede D	Sis TI	Sis TI
	Subest	Linha T	Rede D	Sis TI	Rede D	Linha T
	Rede D	Rede D	Sis TI	Subest	Subest	Rede D
Membro 3	Sis TI	Subest	Rede D	Subest	Sis TI	Subest
	Linha T	Rede D	Linha T	Rede D	Rede D	Rede D
	Rede D	Linha T	Sis TI	Linha T	Linha T	Sis TI
	Subest	Sis TI	Subest	Sis TI	Subest	Linha T
Membro 4	Rede D	Rede D	Rede D	Rede D	Rede D	Rede D
	Sis TI	Sis TI	Linha T	Sis TI	Sis TI	Sis TI
	Linha T	Linha T	Sis TI	Linha T	Linha T	Linha T
	Subest	Subest	Subest	Subest	Subest	Subest
Membro 5	Rede D	Sis TI	Rede D	Sis TI	Rede D	Sis TI
	Sis TI	Linha T	Sis TI	Linha T	Sis TI	Linha T
	Subest	Subest	Subest	Rede D	Subest	Rede D
	Linha T	Rede D	Linha T	Subest	Linha T	Subest
Comitê	Rede D	Subest	Rede D	Rede D	Rede D	Rede D
	Sis TI	Rede D	Sis TI	Sis TI	Sis TI	Subest
	Linha T	Linha T	Linha T	Linha T	Linha T	Sis TI
	Subest	Sis TI	Subest	Subest	Subest	Linha T

Verifica-se que a torre de projetos escolhida foi a mesma em quatro vezes apenas (sombreado na tabela 19), incluindo as decisões do comitê. Verifica-se assim que a realização de priorização através do TODIM pode levar a escolhas

de torres de projetos diferentes daquelas geradas pela priorização realizada através do AHP.

Tal comparação é importante pois a questão do uso do modelo matemático do TODIM que incorpora a Teoria das Perspectivas pode de fato gerar uma priorização diferenciada dada a sua característica principal de considerar nas avaliações as questões comportamentais relacionadas à aversão ou propensão ao risco.

Outra questão importante referente aos diferentes resultados está relacionada à necessidade de um melhor entendimento dos membros e do comitê quando num contexto de propensão ou aversão ao risco, ou seja, para a aplicação do método TODIM torna-se importante deixar claras as possibilidades de ganho e perda para os indivíduos, pois são estas percepções que efetivamente influenciam nas suas decisões e consequentemente no resultado final da ordenação das alternativas ou projetos.

## 5 Conclusões e Considerações Finais

Este trabalho utilizou o método TODIM para analisar a escolha de uma carteira de projetos por membros de um comitê e pelo próprio comitê. Para isso, foram caracterizados quatro projetos típicos de uma distribuidora brasileira de energia elétrica os quais foram ordenados pelo comitê, e por seus cinco membros. O comitê orientou as suas decisões segundo as características ou tipo da empresa, para as tipologias analisadas, priorizando a rentabilidade ou a qualidade, ou ainda, buscando um equilíbrio entre ambas. Estudou-se também a comparação entre os resultados obtidos a partir do TODIM e através do AHP.

A definição dos critérios escolhidos para a análise dos projetos bem como a caracterização das estratégias das empresas foram baseadas em informações coletadas por entrevistas presenciais com profissionais de distribuidoras de energia cobrindo um leque de 17 empresas. O trabalho estudou o comportamento das decisões de escolha de uma carteira de projetos, analisando os pesos atribuídos aos critérios por cada membro do comitê e pelo comitê, a consistência das decisões, quais foram os projetos de maior e pior desempenho nas escolhas e se a decisão muda com frequência quando comparada com o resultado da aplicação do AHP.

Em relação aos pesos atribuídos aos critérios, verificou-se coerência entre a estratégia ou tipo de empresa e os pesos escolhidos. Quando a ótica de decisão era a da tipologia 1, os critérios priorizados foram os de rentabilidade e redução de custos. Quando a ótica era a da tipologia 2, os critérios de maior peso foram a qualidade e a redução do risco operacional. Quando o enfoque de decisão foi pela tipologia 3, os pesos atribuídos aos critérios foram mais equilibrados. Ficou evidenciado, portanto, que o processo de escolha pelos membros de um comitê e pelo próprio comitê pode ser muito coerente com as estratégias definidas para a empresa.

Analisando-se a consistência das decisões, mais especificamente, a consistência das comparações par a par entre os critérios, verificou-se que a razão de consistência ficou consideravelmente acima do limite de 10% normalmente aceito em algumas decisões individuais. Foram observadas Razões de Consistência acima de 20% em 3 vezes em 15. Verificou-se ainda

que no caso do comitê, as Razões de Consistência ficaram com valores menores ou iguais a 10,1%, indicando consistência adequada.

Mostra-se com essa metodologia que a decisão colegiada apresentou menor risco de inconsistência. Essa é uma conclusão que vai ao encontro das boas práticas de governança corporativa, as quais enaltecem as decisões colegiadas em comitês e conselhos bem organizados.

Analisando as carteiras de projetos definidas e quais foram os projetos de maior e pior desempenho nas escolhas, observou-se que, com a aplicação do TODIM, questão do comportamento de aversão ou propensão ao risco teve influência na decisão das melhores ou piores escolhas.

Por exemplo, observou-se que para a tipologia 1, o projeto Subest teve o pior desempenho entre os membros do comitê, tendo sido escolhido 50% das vezes (em quarto lugar) a partir do método de decisão TODIM, o que pode ter significado uma aversão ao risco em função de o projeto ter um risco de moderado a alto de execução. Ainda sobre a tipologia 1, o projeto Rede D se apresentou como melhor opção, mesmo não tendo alta rentabilidade, o que mais uma vez pode corroborar a questão de aversão ou propensão ao risco já que apresentava baixo risco de execução. Mudando-se a estratégia a fim de que a qualidade fosse priorizada, no caso para a tipologia 2, o projeto Rede D ganhou destaque. O projeto ficou em primeiro lugar em 83% das vezes. Esse comportamento na decisão foi explicado pela característica aumento de qualidade evidenciada na descrição do projeto. Ainda considerando o enfoque da tipologia 2, observou-se que o projeto Subest teve o pior desempenho, o que faz sentido dado que o projeto possui melhor rentabilidade, mas não contribui com o aumento de qualidade segundo a descrição apresentada aos membros do comitê.

Realizando-se a comparação entre os resultados obtidos pelos dois métodos de AMC verificou-se que a torre de projetos escolhida foi a mesma em 4 vezes apenas (em 18), incluindo as decisões do comitê. Conclui-se assim que os resultados da aplicação dos dois métodos, TODIM e AHP, podem levar a escolhas de carteiras de projetos diferentes.

Na prática, a aplicação do método AHP tem sido amplamente utilizada porém foi possível perceber neste trabalho que, dadas as características da organização e dos projetos que compõem a carteira, o uso de um método como o TODIM pode trazer benefícios já que traz em seu modelo a questão da Teoria da Prospectiva, que permite avaliar as questões comportamentais inerentes a qualquer processo de decisão referentes a propensão ou aversão ao risco.

Este trabalho aplica a Análise Multicritério em um contexto real de decisão no segmento de distribuição de energia elétrica. Utilizando técnicas modernas de análise e ordenamento de projetos em situações complexas, o trabalho apresenta uma série de conclusões que poderão auxiliar na aplicação do método em empresas. Adicionalmente, ao fazer uma aplicação considerando o Setor Elétrico Brasileiro, o trabalho contribui com a apresentação de características e especificidades do setor, pouco exploradas em artigos científicos brasileiros.

O trabalho apresenta como limitação a simulação de decisões sendo feita por apenas um comitê. Limitou-se a um comitê dado o trabalho de preenchimento das escolhas que não é trivial e deve ser muito bem explicado aos colaboradores “membros do comitê” antes de sua realização. Nesse contexto, uma oportunidade para novos trabalhos seria uma aplicação mais ampla, considerando uma amostra maior de membros e de comitês de modo que o resultado permitisse a obtenção de mais conclusões dada a maior representatividade da amostra.

Outra limitação que deve ser citada está relacionada à aplicação específica do Método TODIM. O método foi aplicado considerando-se as respostas que já haviam sido dadas para a aplicação do método AHP, sem um prévio alinhamento de todos os membros do comitê sobre outras questões que talvez deveriam ter sido levadas em conta para um contexto de aplicação do método TODIM. Além disso, uma revisão na descrição dos projetos e das tipologias que considerasse questões relacionadas a perdas e ganhos poderia ser importante para que os membros do comitê tivessem maior visibilidade para que pudessem avaliar suas alternativas não somente com base na estratégia mas também sob o ponto de vista de risco de perda ou ganho.

Como sugestões para trabalhos futuros, pode-se utilizar outros métodos de AMC para enriquecer a análise e aplicar o modelo TODIM num contexto mais enriquecido de informações que simulem situações de risco de perda ou ganho.

## 6 Referências Bibliográficas

- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. An integrated framework for project portfolio selection. *International Journal of Project Management*. v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999.
- BELTON, V.; STEWART, T. J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- BERNSTEIN, PETER L. Desafio Aos Deuses: A Fascinante História do Risco, p. 274, Campus, 1997.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. The PROMÉTHÉE methods for MCDM, the PROMCALC GAIA and BANDADVISER software. In: COSTA, C. A. B. E. (Ed.). *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*: Springer Verlag, 1990. Cap.2.
- CARVALHO, M. M. & RABECHINI JR, R. (2006). *Construindo competências para gerenciar projetos: teoria e casos*. Brasil: Atlas
- CLEMEN, Robert T.; REILLY, Terence. *Making Hard Decisions with Decision Tools*. 2. ed. California. Duxbury, 2001. Cap. 4, 5.
- COOPER, R. G., EDGETT, S. J. AND KLEINSCHMIDT, E. J., 1997, Portfolio management in new product development. *Research Technology Management*, v. 40, pp.16-28.
- COOPER, R. G., EDGETT, S. J. KLEINSCHMIDT, E. J., 2000, "New Problems, New Solutions: Making Portfolio Management more effective ", *Research-Technology Management*, V. 43-2.
- CORREIA, B. C. S., 2005. *Portfolius: Um Modelo de Gestão de Portfólio de Projetos de Software* / B. C. S Correia. – Recife, Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. pp.99.
- COSTA, HELDER GOMES. *Auxílio multicritério à decisão: método AHP*. Rio de Janeiro: Abepro, 2006
- GOMES, L.F.A.M.; DAMÁZIO. H.N. & ARAÚJO, G.M. DE (1992). Minimização heurística da interdependência entre critérios no auxílio multicritério à decisão - Uma aplicação à decisão sobre seguro ambiental para transporte rodoviário de produtos perigosos. Working paper, Departamento de Engenharia Industrial, PUC-Rio, Rio de Janeiro, outubro.
- GOMES, L. F. A. M., ARAYA, M. C. G., CARIGNANO, C., 2004, *Tomada de Decisões em Cenários Complexos*, Ed. Pioneira Thompson Learning, São Paulo.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- GOMES, L.F.A.M. (2007). *Teoria da Decisão*. Pioneira Thomson Learning, São Paulo.
- KAHNEMAN, D., TVERSKY, A. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, Vol. 47, nº. 2, p. 263-292. 1979.

- KEENEY, R. L.; RAIFFA, H. Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- KERZNER, H. Gestão de projetos: as melhores práticas. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- MARANHÃO, F. J. C. A exploração de gás natural em Mexilhão: análise multicritério pelo método TODIM. 2006. 92 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdade de Economia e Finanças, IBMEC, Rio de Janeiro, 2006.
- MARKOWITZ, H. The utility of wealth. Journal of Political Economy 60, 1952.
- NEUMANN, John Von ; MORGENSTERN, Oskar. (1944 [1980]). Theory of games and economic behavior. New Jersey: Princeton University Press.
- PADOVANI, M., 2007, Apoio à decisão na seleção do portfólio de projetos / uma abordagem híbrida usando os métodos AHP e programação inteira / M. Padovani. – São Paulo, Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, pp. 267.
- PMI (2008). The Standard for Portfolio Management: Second Edition. Newtown Square: Project Management Institute.
- ROY, B. Méthodologie Multicritère D'Aide à la Décision, Economica. 1985
- ROY, B.; BOUYSSOU, D. Aide multicritère à la décision: méthodes et cas. Paris: Economica, 1993. p. 695.
- SAATY, T. L. Método de análise hierárquica. São Paulo: McGraw-Hill Pub. Co, 1991.
- SAATY, T. L. The analytic hierarch process. RWS Publicationns. 1996.
- TRANTAPHYLLOU, E., MANN S. H. (1995). Using The Analytic Hierarchy Process For Decision Making in Engineering Applications: Some Challenges. International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice, Vol. 2, N. 1, p. 35-44, 1995. Available at [http://www.csc.lsu.edu/trianta/Journal\\_PAPERS1/AHPapls1.pdf](http://www.csc.lsu.edu/trianta/Journal_PAPERS1/AHPapls1.pdf).
- TRANTAPHYLLOU, E. (2002). Multi-Criteria Decision Making Methods: a comparative study. New York: Springer;
- TROTTA, L.T.F., NOBRE, F.F., GOMES, L.F.A.M. Multi-criteria decision making – An approach to setting priorities in health care. Statistics in Medicine 18, 3345–3354, 1999.
- TVERSKY, A. (1969). The intransitivity of preferences. Psychological Review, 76, 31-48.
- TUMAN, G. J. (1983) – Development and Implementation of Effective Project Management Information and Control Systems. Em CLELAND D. I; KING, W. R. Project Management Handbook. New York: Van Nostrand Reinhold.
- WEBER, M. Decision Making With Incomplete Information. European Journal of Operational Research (50): pp. 2-18. 1987