

OTIMIZAÇÃO DE UM PORTFÓLIO DE PROJETOS NA LIGHT S.A.: APLICAÇÃO DO MÉTODO TODIM DE APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO

Alexandre Cohen

VALE S.A.

Av. Graça Aranha, 26, 1º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20030-900, Brasil
xandecohen@gmail.com

Luiz Flavio Autran Monteiro Gomes

Professor, Ibmec/RJ

Av. Presidente Wilson, 118, Centro, Rio de Janeiro, CEP 20030-020, RJ, Brasil
autran@ibmecrj.br

Luís Alberto Duncan Rangel

Professor, EEIMVR/UFF

Av. dos Trabalhadores, 420, Vila S. Cecília, Volta Redonda, RJ, CEP 27.125-255, Brasil
duncan@metal.eeimvr.uff.br

Resumo

Cada vez mais incorporados ao dia a dia das corporações, os conceitos de projetos e portfólio tornaram-se ferramentas poderosas para obter resultados bem planejados e estruturados. A seleção e priorização apropriada dos melhores projetos para a criação de um portfólio ótimo contam com diversas pesquisas e com a utilização de métodos de apoio multicritério à decisão. No entanto, os agentes de decisão estão expostos às incertezas por não possuírem informações suficientes ou precisas no período necessário para se tomar decisões. Com isso, há uma lacuna nesta priorização no que tange o padrão de preferência humana frente ao risco diante da percepção de perdas ou ganhos. Este trabalho se propõe a tratar estes efeitos comportamentais ao aplicar o método multicritério TODIM, baseado na teoria dos prospectos, em um portfólio de projetos de P&D da Light Serviços de Energia S.A.

Palavras-Chaves: Apoio Multicritério à Decisão, Portfólio de Projetos, Comportamento Frente ao Risco.

Abstract

The projects and portfolio concepts are increasingly embody in corporate routine. They became powerful tools to obtain well planned and structured results. The appropriate selection and prioritization of the best projects for an optimized portfolio depends on multicriteria decision aid methods, based on many researches. However, the decision agents are susceptible to uncertainty because they do not have accurate and not enough information at the right moment to a decision making. So, there is a lack of information in this prioritization when the human preference toward risk with the perception of loss or gains. This paper comes up with a solution for these behavioral effects applying TODIM multicriteria method, based on prospects theory, in a projects portfolio of R&D from Light Serviços de Energia S.A.

Keyword: Multicriteria Decision aid, Project Portfolio, Behavior Regarding Risk.

1. INTRODUÇÃO

O grupo LIGHT S.A. tem como principal atividade a exploração dos serviços de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Esta empresa registrou um faturamento bruto de R\$ 9,8 bilhões em 2010. Sediado na cidade do Rio de Janeiro, possui mais de 4 milhões de clientes e até dezembro do mesmo ano, mantinha em carteira 89 (oitenta e nove) iniciativas de inovação com investimento anual de R\$ 24,7 milhões.

A ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) regula a obrigatoriedade das concessionárias de serviços de distribuição de energia elétrica a investir um percentual da sua receita em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). No caso, os diversos departamentos da LIGHT submetem suas propostas de inovação, que ao atender alguns requisitos tornam-se projetos, com valores de investimento variando entre R\$ 200 mil e R\$ 10 milhões. Através de uma priorização desses projetos e baseado na capacidade de contratação e de execução da companhia, cria-se o portfólio de projetos de P&D.

No passado recente, a quantidade de projetos aprovados pela área de P&D não era suficiente para atender a demanda da regulação e a tomada de decisão para a seleção destes, era realizada de forma não estruturada.

Os julgamentos eram baseados apenas nos critérios definidos pela agência reguladora com pesos calculados com média aritmética. Hoje, devido a uma maior quantidade de projetos enviados, ao interesse de alinhar aos critérios organizacionais e à necessidade de justificar suas escolhas, a organização se estruturou e amadureceu a avaliação, e conseqüentemente, o apoio à decisão. Com a mudança, seleções realizadas anteriormente talvez não obtivessem a mesma sorte.

Mesmo estruturado, nem o processo de tomada de decisão na seleção, nem os critérios utilizados consideram riscos e incertezas. As iniciativas de P&D possuem características de experimentação, de pesquisa de tentativa e erro, e muitas delas não chegam a um resultado concreto. Sendo assim, as informações apresentadas ora são imprecisas, ora são insuficientes para a realização de um julgamento de valor adequado dos agentes de decisão, que também não percebem seus comportamentos no momento da avaliação.

A proposta da presente pesquisa é demonstrar o potencial do apoio multicritério à decisão para a otimização do portfólio de projetos de P&D da LIGHT através do método TODIM (TOmada de Decisão Iterativa e Multicritério). Através de tal método leva-se em consideração não só os critérios técnicos, quantitativos e subjetivos, mas a decisão comportamental dos agentes de decisão frente aos riscos baseado na teoria dos prospectos, que explicita a propensão das pessoas em assumir maior risco diante da certeza de perda e menor risco diante da certeza de ganho, mesmo em casos de conseqüências semelhantes.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Projetos de P&D possuem um risco associado por terem uma essência na pesquisa e baseado nela que serão aplicadas as metodologias e iniciado o desenvolvimento. Como não se sabe os desfechos da pesquisa a priori, então ao longo do tempo, há uma grande incerteza na continuidade do projeto, e na obtenção de resultados concretos. Segundo Santos e Pamplona (2003), investimentos em P&D não são feitos na expectativa de resultados imediatos, e sim na esperança de rendimentos futuros mais rentáveis. Sendo então, vistos como séries de decisões sequenciais com fases de pesquisa, desenvolvimento e comercialização com diferentes riscos e incertezas (Morris, Teisberg e Kolbe, 1991).

Conforme descrito no livro *Guide to the Project Management Body of Knowledge* (PMBOK® - ed. 2008), um portfólio contempla uma coleção de projetos, programas e outros trabalhos, agrupados para facilitar o gerenciamento eficaz deste conjunto a fim de atingir os objetivos de negócios estratégicos de uma determinada organização. Usualmente, um portfólio emprega a maximização do valor de seus projetos, objetivando que sua gestão estabeleça sinergias das iniciativas em relação aos riscos associados, à rentabilidade, à importância aos interessados, ao tempo e custo, à qualidade, e principalmente, ao alinhamento com a estratégia organizacional. De acordo com Moraes e Laurindo (2003), a seleção de projetos deve considerar, ao mesmo tempo, características relacionadas à eficiência do uso de recursos e à eficácia na obtenção de resultados para a organização, além de analisar seus riscos.

2.1 RISCO NA TOMADA DE DECISÃO

Gomes (2007) descreve que a questão da tomada de decisão refere-se ao processo ao qual se escolherá a, pelo menos, uma alternativa dentre várias possíveis para a resolução de um determinado problema. Cada vez mais influenciada por diversos fatores, a tomada de decisão para resolver problemas no ambiente organizacional precisa de uma aplicação do método que formalize e dê transparência aos interessados, além de apoiar a estruturação da análise da decisão pelos agentes. As incertezas nas escolhas, as variáveis de risco, o comportamento do indivíduo são apenas alguns destes fatores que influenciam na imprecisão de uma decisão.

Diante da descoberta que não estão passíveis diante da natureza, os homens passaram a compreender os riscos, medi-los e avaliar suas consequências. A partir de um processo sensato para avaliar as incertezas de uma escolha, através de mensuração mais precisa de possíveis alternativas, com previsões do que acontece no futuro, surgem opções para mitigá-las, eliminá-las, ou ainda, escolher a mais vantajosa. Para ilustrar, imagine que qualquer decisão tomada no nosso cotidiano, nós estamos avaliando algum tipo de risco.

Bernstein (1997) conta que até a Renascença Italiana os jogos de azar não consideravam o conceito de probabilidades, como por exemplo, em um jogo de dois dados se apostava por um resultado 7 a mesma quantia que por um 2 ou um 12. Na época, o conceito era que o resultado dos dados era uma vontade de Deus, sem regras que governassem essa vontade. Citando a expressão *satisficing* de Simon (1978), argumenta sobre a teoria de racionalidade, a qual diz que a capacidade em lidar com as informações necessárias para a tomada de decisão é limitada e que a emoção influencia.

Barbedo (2011) cita, o artigo de Bernoulli sobre tomada de decisão em situações de risco, destacando um exemplo prático: um jogo em que uma moeda é lançada. Se der cara, ganha R\$ 100, se der coroa não ganha nada. Ou seja, a expectativa matemática é medida da seguinte forma: $\text{Valor} = 100 \times 50\% + 0 \times 50\% = \text{R\$ } 50$. No entanto, Bernoulli não concorda com esse valor, pois o mesmo ignora as consequências do resultado do jogo para o jogador. A utilidade é experimentada individualmente, e ganhar R\$ 50 trás uma maior utilidade para uma pessoa que não tem nada, do que para outra que tem R\$ 1.000. A partir desses princípios, propôs uma função a qual a utilidade é igual ao logaritmo dos resultados em termos monetários.

Voltando para a análise da tomada de decisão em projetos e portfólio, de acordo com Archibald (1976), as incertezas de projeto diminuem conforme avança no tempo. Dito isso, precisamos incorporar o risco na tomada de decisão de um portfólio. As incertezas podem ser percebidas de diferentes formas durante o desenvolvimento de um projeto e na criação de um portfólio, considerando as incertezas em relação aos resultados esperados em termos de custo,

prazo, qualidade do resultado final do projeto e seus impactos na organização.

2.2 TEORIA DOS PROSPECTOS

Conhecida também como Teoria das Perspectivas, a Teoria dos Prospectos (PT) foi desenvolvida por Kahneman e Tversky (1979) mostrando que as preferências de diversas classes de problemas de escolha sistematicamente violam os axiomas da Teoria da Utilidade Esperada. Dito isso, propuseram que tal teoria não seria um modelo descritivo adequado para tomadas de decisão sob risco. Em seguida, concluíram que as pessoas assumem menor risco diante da certeza de ganho e maior risco diante da certeza de perda, perante uma mesma situação de risco e das mesmas consequências em ambos os casos. Quando realizam escolhas “avessas ao risco” ou “propensas a risco”, as pessoas não consideram a expectativa monetária da escolha, apenas levam em conta a “expectativa da utilidade”.

Conforme a Figura 1, a interpretação desta curva de ganhos e perdas apresenta o comportamento humano frente ao risco de perdas e diante da percepção de ganhos. Nota-se que há uma forte declividade na curva de perdas, variável pelo comportamento do decisor.

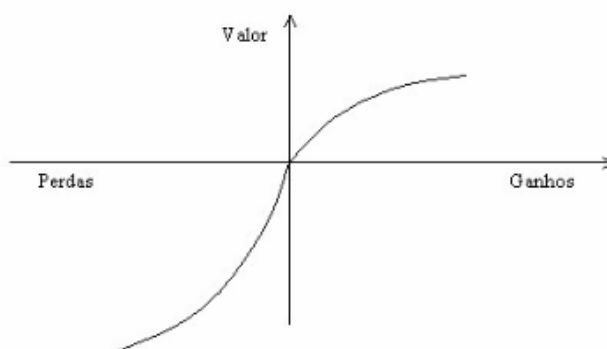


Figura 1 – Função de valor da Teoria dos Prospectos (Kahneman e Tversky, 1979)

De acordo com a PT, os tomadores de decisão tendem a supervalorizar eventos não desejados e a subvalorizar eventos com baixa probabilidade de ocorrer, atribuindo dessa forma, pesos às probabilidades dos eventos (Larichev, 1999). Além disso, comprova que resultados de experiências anteriores podem afetar a decisão corrente.

2.3 MÉTODO DE APOIO MULTICRITÉRIO TODIM

Raras são as decisões baseadas em um critério. Uma decisão pode parecer simples, como decidir ir à praia ou à piscina, no entanto, ao aprofundar o critério de escolha, suas alternativas podem possuir critérios que já se transformaram em conceitos, que já foram julgados em decisões similares.

O método TODIM (TOmada de Decisão Interativa e Multicritério), descrito por Gomes e Lima em 1992, Trotta, Nobre e Gomes em 1999, e Gomes e Rangel em 2009 reproduz no modelo, efeitos comportamentais baseados na teoria dos Prospectos, já revistos nesse trabalho. Seu principal objetivo é o ordenar de alternativas através dos critérios definidos e avaliados pelos decisores, considerando o comportamento humano frente ao risco de perdas e percepção de ganhos. Como principais características: engloba critérios qualitativos e quantitativos, permite utilizar dados imprecisos, possui fundamentação psicológica, considerando o comportamento dos agentes de decisão, propõe resolução de problemas de ordenação $P(\gamma)$.

A solução do problema nesse método é formulada ao longo de interações. Para a

aplicação do TODIM em um processo de tomada de decisão, é necessária a realização dos seguintes passos (Gomes, 2007):

- Geração da matriz de comparação ao comparar cada critério com outro, através da escala Saaty (9 “absolutamente mais importante do que” a 1 “tão importante quanto” 1/9 “absolutamente menos importante do que” a 1) e calculando o peso dos critérios;
- Realizando o tratamento matemático dos juízos de valor (Gomes, Araya e Carignano, 2004) para acabar com as inconsistências de julgamento;
- Cálculo do critério de referência, associado à Teoria dos Prospectos;
- Obtenção da matriz de desejabilidades parciais, a qual o desempenho dos critérios em cada alternativa é avaliado em uma escala de notas definida;
- Formação da matriz de desejabilidades parciais normalizada após a substituição dos desempenhos em variações de 0 a 1 (mínimo e máximo);
- Cálculo da diferença de pesos entre as alternativas. Nesse caso, $P_{ic}-P_{jc}$ são as medidas de valor das alternativas i e j para o critério c ;
- Cada alternativa é considerada como referência e sua utilidade é calculada, representando pela equação (1), onde calculamos a medida de dominância de uma alternativa i em relação a alternativa j , auxiliado pelas equações (2), de diferença aditiva;

$$\delta(A_i, A_j) = \sum_{c=1}^m \Phi_c(A_i, A_j) \quad i, j = 1, \dots, n \quad (1)$$

Onde, m é a quantidade de critérios, c é um critério ($c = 1, \dots, m$) e o fator $\Phi_c(A_i, A_j)$ representa a parcela de contribuição do critério c à função $\delta(A_i, A_j)$, quando se compara i e j .

$$\Phi_c(A_i, A_j) = \begin{cases} \sqrt{\frac{w_{rc}(P_{ic} - P_{jc})}{\sum_{c=1}^m w_{rc}}} & \text{if } (P_{ic} - P_{jc}) > 0 \\ 0 & \text{if } (P_{ic} - P_{jc}) = 0 \\ -\frac{1}{\theta} \sqrt{\frac{(\sum_{c=1}^m w_{rc})(P_{jc} - P_{ic})}{w_{rc}}} & \text{if } (P_{ic} - P_{jc}) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

Onde θ é o fator de atenuação (valor empírico) usado para aumentar a representatividade da curva ajustada à nuvem de pontos relacionados ao grau de aversão ao risco, w_{rc} é a taxa de substituição do critério c pelo critério r . O cálculo do valor global de cada alternativa, no caso i , através da equação (3), onde seus valores são combinados para produzir uma ordenação:

$$\xi_i = \frac{\sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) - \min \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j)}{\max \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j) - \min \sum_{j=1}^n \delta(A_i, A_j)} \quad (3)$$

Pode-se observar que o fator de atenuação, apresentado na equação (2), representa a percepção de perdas do tomador de decisão. Desta forma pode-se inferir que dada duas percepções de riscos distintas, uma mesma alternativa pode ser preferida por um decisor e

preferida por outro. Além disso, as duas funções aditivas apresentadas evidenciam ganhos ($P_{ic}-P_{jc} > 0$) ou perdas ($P_{ic}-P_{jc} < 0$) relativas, alinhado com a TP. Ou seja, o TODIM consegue representar a aversão ao risco com o grau de importância em relação às alternativas e com o ponto de mudança de preferência entre elas.

2.4 MULTICRITÉRIOS PARA OTIMIZAÇÃO DE PORTFÓLIO DE PROJETOS

Baseado no que foi revisto sobre portfólio, adicionando os fatores de risco e de tomada de decisão, queremos chegar a um rendimento ótimo de um portfólio de projetos, passando condições mais favoráveis com o objetivo de maximizarmos os resultados de uma priorização.

Diversos autores utilizam a aplicação de métodos de Apoio à Multicritério à Decisão para apoiar à tomada de decisão para selecionar e priorizar projetos. Segundo López (2010), em sua dissertação para seleção de projetos estratégicos de uma empresa do setor elétrico, o alinhamento entre estratégia e projetos é de fundamental importância para a organização alavancar seus objetivos, e a aplicação de métodos multicritérios são instrumentos poderosos no apoio a decisão para resolver a problemática da seleção de projetos e de portfólio. Ramos (2010), por sua vez, aplicou métodos multicritérios para projetos de investimento e concluiu: “Em suma, destaca-se que o método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) conferiu ao processo de gestão de portfólio, maior robustez e confiança no resultado final da priorização dos projetos”. Além disso, destacou que houve melhora no alinhamento do portfólio e confiança na decisão dos gestores.

Pode-se inferir que uma otimização de um portfólio de projetos pode ser realizada a partir da aplicação dos conceitos de risco e da teoria dos prospectos, através do método TODIM, aprimorando os efeitos de uma ordenação através de métodos multicritérios.

3. ESTUDO DE CASO

O processo de priorização do portfólio de projetos de P&D da Light está baseado em uma variação do método AHP. Através de entrevistas com partes interessadas e com os agentes de decisão foram definidos os seguintes critérios: alinhamento com o planejamento estratégico de P&D, alinhamento com o planejamento estratégico da organização, percepção executiva (nível do patrocinador), nota da simulação da ANEEL, custo-benefício, facilidade de internalização, estágio da proposta na cadeia de inovação, tipo de produto e comprometimento do valor do projeto no montante real.

Nas entrevistas realizadas os critérios foram comparados par a par, utilizando uma escala simplificada com o objetivo de facilitar a interação, conforme apresentado na Tabela 1.

Muito mais importante	Mais importante	Igualmente importante	Menos importante	Muito menos importante
10	5	1	0,2	0,1

Tabela 1 – Escala utilizada (fonte: Light, 2011)

Com a comparação de cada critério, foi gerada uma matriz, apresentada na Tabela 2 onde foram calculados os resultados dos pesos respectivos:

Critérios	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	Total	Peso
C ₁ - Alinhamento com o planejamento estratégico de P&D	--	1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	5	0,2	7,1	4%

C ₂ - Alinhamento com o planejamento estratégico da organização	1	--	1	0,2	5	5	5	10	5	32,2	17%
C ₃ - Percepção executiva (nível do patrocinador)	10	1	--	1	5	5	10	10	10	52	27%
C ₄ - Nota da simulação da ANEEL	5	5	1	--	0,2	0,2	5	5	5	26,4	14%
C ₅ - Custo benefício	5	0,2	0,2	5	--	1	5	5	5	26,4	14%
C ₆ - Facilidade de internalização	5	0,2	0,2	5	1	--	1	5	1	18,4	10%
C ₇ - Estágio da proposta na cadeia de inovação	5	0,2	0,1	0,2	0,2	1	--	5	1	12,7	7%
C ₈ - Tipo de produto	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	--	5	6,2	3%
C ₉ - Comprometimento do valor do projeto no montante real	5	0,2	0,1	0,2	0,2	1	1	0,2	--	7,9	4%

Tabela 2 – Matriz para geração dos pesos dos critérios (fonte: Light, 2011)

Neste momento, para adequarmos o método utilizado pela Light ao TODIM, ajustamos a escala dos critérios utilizada com os valores clássicos de Saaty e logo em seguida, zeramos os coeficientes. Neste estudo, não foi possível determinar quantos analistas de decisão avaliaram os critérios, por isto, e no intuito de utilizarmos esses cálculos em tomada de decisões futuras, realizamos o tratamento matemático dos juízos de valor, Gomes, Araya e Carignano (2004), gerando a matriz de comparação por pares entre critérios sem inconsistências, apresentados na Tabela 3.

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	Soma	Peso
C ₁	1,00	0,25	0,11	0,36	0,36	0,40	0,76	1,22	0,89	5,34	0,039
C ₂	4,06	1,00	0,43	1,46	1,46	1,64	3,07	4,96	3,61	21,70	0,158
C ₃	9,42	2,32	1,00	3,38	3,38	3,80	7,13	11,50	8,38	50,29	0,365
C ₄	2,78	0,69	0,30	1,00	1,00	1,12	2,11	3,40	2,48	14,87	0,108
C ₅	2,78	0,69	0,30	1,00	1,00	1,12	2,11	3,40	2,48	14,87	0,108
C ₆	2,48	0,61	0,26	0,89	0,89	1,00	1,88	3,03	2,21	13,24	0,096
C ₇	1,32	0,33	0,14	0,47	0,47	0,53	1,00	1,61	1,18	7,06	0,051
C ₈	0,82	0,20	0,09	0,29	0,29	0,33	0,62	1,00	0,73	4,37	0,032
C ₉	1,12	0,28	0,12	0,40	0,40	0,45	0,85	1,37	1,00	6,00	0,044

Tabela 3 – Comparação por pares entre critérios sem inconsistência

Pode-se observar na Tabela 3, que o critério C₃ foi escolhido como o critério de referência, associada à Teoria dos Prospectos, por ser o de maior valor global. Ele será a âncora para a avaliação de perdas e ganhos entre os projetos.

Neste caso de estudo, selecionamos 12 (doze) projetos e seguimos os seguintes passos para a obtenção da priorização do portfólio:

- 1) Seleção: os selecionados obtiveram notas iguais ou superiores a 3 na Simulação ANEEL. Para manter a confidencialidade das informações utilizamos a letra “P” com um índice numérico, seqüenciado em ordem crescente pelo custo do projeto no primeiro ano, no caso 2012. Os projetos são apresentados na Tabela 4. Esses projetos podiam ter prazo de 12 a 36 meses.

Projetos	Custo Ano 1	Projetos	Custo Ano 1
----------	-------------	----------	-------------

P ₁	R\$ 360.000,00	P ₇	R\$ 600.550,00
P ₂	R\$ 410.000,00	P ₈	R\$ 800.000,00
P ₃	R\$ 495.000,00	P ₉	R\$ 816.000,00
P ₄	R\$ 576.000,00	P ₁₀	R\$ 934.000,00
P ₅	R\$ 577.104,00	P ₁₁	R\$ 1.052.000,00
P ₆	R\$ 600.308,50	P ₁₂	R\$ 1.344.600,00

Tabela 4 – Seleção de projetos para priorização de portfólio (fonte: Light, 2011)

- 2) Julgamento: compõe-se a Tabela 5 com os critérios como coluna e os projetos como linha (em ordem alfabética). As métricas utilizadas para o julgamento foram: nenhum, baixo, moderado, forte e extremo. Um analista de decisão, que havia realizado a análise e as notas da Simulação ANEEL, realizou os demais julgamentos:

Projetos	Critérios								
	C ₂	C ₁	C ₉	C ₅	C ₇	C ₆	C ₄	C ₃	C ₈
P ₂	Moderado	Baixo	Extremo	Forte	Moderado	Moderado	Moderado	Forte	Moderado
P ₇	Forte	Moderado	Forte	Extremo	Moderado	Forte	Moderado	Baixo	Moderado
P ₁₂	Moderado	Moderado	Baixo	Baixo	Forte	Forte	Baixo	Moderado	Forte
P ₁₁	Moderado	Moderado	Baixo	Moderado	Moderado	Baixo	Moderado	Moderado	Baixo
P ₁	Forte	Forte	Forte	Extremo	Forte	Forte	Moderado	Moderado	Moderado
P ₅	Moderado	Forte	Forte	Forte	Moderado	Moderado	Forte	Forte	Extremo
P ₁₀	Baixo	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Moderado
P ₈	Moderado	Moderado	Moderado	Baixo	Moderado	Forte	Moderado	Baixo	Baixo
P ₆	Moderado	Forte	Moderado	Baixo	Moderado	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
P ₄	Forte	Forte	Extremo	Extremo	Moderado	Extremo	Moderado	Forte	Moderado
P ₉	Extremo	Extremo	Forte	Extremo	Forte	Extremo	Moderado	Extremo	Forte
P ₃	Moderado	Forte	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado	Baixo	Forte	Baixo

Tabela 5 – Julgamento de projetos em relação aos critérios (fonte: Light, 2011)

Ao darmos continuidade a aplicação do método TODIM, consideramos que as medidas de desempenho utilizadas, “Nenhum”, “Baixo”, “Moderado”, “Forte” e “Extremo”, respectivamente alteradas para notas 1, 3, 5, 7 e 9. A Tabela 6 apresenta um exemplo parcial para os Projetos P₂ e P₇ desta alteração. Em seguida, normalizamos a matriz dividindo cada nota pela maior nota dada para os projetos em cada critério, evitando a possibilidade de acontecer inversões de ordem, e obtendo a matriz de desejabilidade parciais normalizada.

Projetos	Critérios								
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
P ₂	3	5	7	5	7	5	5	5	9
P ₇	5	7	3	5	9	7	5	5	7

Tabela 6 – Exemplo parcial da Matriz de desejabilidades alterada

O próximo passo foi o cálculo da determinação de dominância entre os projetos, conforme descrito no referencial teórico, a partir da função de diferença aditiva. As Tabelas 7 e 8 mostram exemplos parciais dos cálculos. A Tabela 7 apresenta a diferença entre (P₁,P₂) e

(P₁,P₃) respectivamente. O valor de θ utilizado foi igual a 1 e a medida de dominância entre as (P₁,P₂) e (P₁,P₃) respectivamente são apresentados na Tabela 8.

		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉
P ₁	P ₂	0,4444	0,2222	-0,222	0	0,2222	0,2222	0,2857	0	-0,222
P ₁	P ₃	0	0,2222	-0,222	0,2857	0,4444	0,2222	0,2857	0,2222	0,2222

Tabela 7 – Cálculo parcial da diferença entre pesos

$\theta = 1$		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	C ₉	Medida de dominância
P ₁	P ₂	0,288	0,101	-3,343	0	0,122	0,130	0,201	0	-1,155	-3,655665973
P ₁	P ₃	0	0,101	-3,343	0,139	0,173	0,130	0,201	0,225	0,192	-2,181972454

Tabela 8 – Cálculo parcial da medida de dominância

Por fim, realizaram-se o cálculo do valor global, obtendo a seguinte ordenação do portfólio de projetos, apresentados na Tabela 9.

Ordem	Bruto	Valor Global
P ₉	2,829546	100,00%
P ₄	0,258031	75,38%
P ₁	-1,006327	63,27%
P ₅	-1,141255	61,98%
P ₂	-2,400867	49,92%
P ₇	-2,649932	47,54%
P ₃	-2,986099	44,32%
P ₁₂	-3,627702	38,18%
P ₈	-4,083857	33,81%
P ₁₁	-4,106897	33,59%
P ₆	-4,680991	28,09%
P ₁₀	-7,615156	0,00%

Tabela 9 – Otimização do portfólio de projetos pelo método TODIM

4. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS RESULTADOS

Com o objetivo de testar a robustez do método e as variações no valor global, realizamos três análises: variação no fator de atenuação sobre a percepção de risco, aplicação do desvio padrão nas médias dos desempenhos e alteração na importância no critério C₃, são apresentados na Tabela 10.

TODIM ($\theta=5$)				TODIM ($\theta=10$)			
Valor Estratégico	Ordem	Bruto	Valor Global	Valor Estratégico	Ordem	Bruto	Valor Global
13,47%	P ₉	8,212556	100,00%	13,07%	P ₉	10,28342	100,00%
10,30%	P ₄	2,688045	63,75%	10,07%	P ₄	4,08402	62,77%
9,57%	P ₁	1,419508	55,43%	9,47%	P ₁	2,858249	55,40%
9,42%	P ₅	1,160908	53,73%	9,41%	P ₅	2,741002	54,70%
8,40%	P ₂	-0,612469	42,09%	8,47%	P ₂	0,791823	42,99%

8,36%	P ₇	-0,685132	41,62%	8,45%	P ₇	0,76014	42,80%
7,70%	P ₃	-1,83791	34,05%	7,79%	P ₁₂	-0,60025	34,63%
7,59%	P ₁₂	-2,021743	32,85%	7,67%	P ₃	-0,84585	33,16%
7,02%	P ₈	-3,026809	26,25%	7,08%	P ₈	-2,07262	25,79%
6,87%	P ₁₁	-3,288992	24,53%	6,87%	P ₁₁	-2,50143	23,21%
6,58%	P ₆	-3,794991	21,21%	6,66%	P ₆	-2,93501	20,61%
4,72%	P ₁₀	-7,02759	0,00%	4,99%	P ₁₀	-6,36639	0,00%

Tabela 7 – Variação no fator de atenuação

Verifica-se que a variação de θ , quando de 1 a 7 não impacta na priorização dos projetos no método TODIM. Quando $\theta \geq 8$, há um avanço na colocação do projeto P₁₂, que troca de lugar com o P₃.

Observou-se que as alterações das avaliações dos projetos e do peso do principal critério modificaram a priorização do portfólio. No primeiro caso, notamos que as quatro primeiras colocações mantiveram-se constantes, e a soma de um desvio padrão causou pequenas alterações na ordenação dos projetos P₁₂, P₃, P₆ e P₁₁. Por outro lado, a subtração de um desvio padrão produziu uma grande mudança na colocação do projeto P₇, caindo três posições, e do projeto P₁₁, subindo três posições.

No segundo caso, com a alteração apenas do peso do critério de referência, a subtração do desvio padrão não trouxe modificações. Em compensação, a soma do desvio padrão trouxe alterações na ordenação de seis projetos em uma posição, mantendo os dois primeiros e dois últimos, inalterados. Possivelmente, estas constantes foram causadas pelas avaliações extremas relativas a esse critério.

De forma geral, pelos resultados dessas análises pode-se considerar que os projetos não sofreram inversões de ordens bruscas, mantendo a maioria de suas posições constantes e, portanto, garantindo a robustez do método.

Para a organização, como alternativa à priorização através da restrição de recursos financeiros, poderiam recomendar a contratação dos projetos P₉, P₄, P₁, P₅ e P₂ baseado nos números acima. Enquanto o descarte ou envio para uma reavaliação completa apenas do projeto P₁₀. Os demais projetos P₃, P₆, P₇, P₈, P₁₁ e P₁₂ poderiam entrar em uma nova seleção de portfólio com outros projetos em um próximo ciclo.

5. CONCLUSÃO

O objetivo desse trabalho foi cumprido, comprovando que a construção de um portfólio de projetos de P&D com apoio multicritério à decisão do método TODIM, abrangendo a percepção de risco, nos traz uma otimização nos resultados.

Outrossim, corroboramos que a análise de projetos é dinâmica, podendo ser alterada a cada instante e que por isso é necessário ter serenidade na escolha dos critérios e imparcialidade em cada julgamento. Realizar os projetos de acordo com os custos planejados, com qualidade e cumprimento dos prazos não é mais suficiente. É necessário escolher as iniciativas com estrutura, saber priorizar e conhecer os riscos envolvidos em todo o processo.

Como limitação deste estudo, consideraram-se a determinação do fator de atenuação (θ) mais adequado para a LIGHT e para os projetos de P&D, que aliado a critérios que abrangessem ainda mais às incertezas, traria uma maior robustez a aplicação do TODIM.

As pesquisas sobre aplicações de métodos multicritério para apoio a decisão, especialmente na priorização de portfólios, de uma forma geral aumentam ao longo dos anos. Somam-se a isso, os resultados destes trabalhos e conclui-se que as organizações estão compreendendo sua importância. Está claro que a LIGHT já atingiu essa etapa e agora busca

um aprimoramento dos seus processos. O método TODIM e a Teoria dos Prospectos, ao trazer suas características perante risco e comportamento, se tornam candidatos a esses avanços.

Como sugestão para continuação desta pesquisa, propõe-se estudos que incluam a falta de recursos não só financeiros, mas de pessoas, tempo e materiais. A inclusão de novos critérios baseado em indicadores de projetos, como manutenção do histórico dos projetos otimizados, e percentual de alcance dos resultados esperados, também trariam outros resultados para uma otimização de portfólio através do TODIM.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dado pela Light Serviços de Energia S.A. na realização desta pesquisa e ao CNPq através dos Projetos de Pesquisa 310603/2009-9 e 302692/2011-8.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ARCHIBALD, R.D. *Managing high technology programs and projects*. New York: John Willey, 1976
- [2] BARBEDO, C.H.S. *Finanças Comportamentais*: Mestrado Profissionalizante em Administração, 14 fev-19 mai, 2011. Notas de Aula.
- [3] BERNSTEIN, P. *Desafio aos deuses: a fascinante história do risco*. Rio de Janeiro, Campus, 1997. 389 páginas.
- [4] GOMES, L.F.A.M. *Teoria da Decisão*. São Paulo: Thomson Learning, 2007.
- [5] GOMES, L.F.A.M.; ARAYA, M.C.G.; CARIGNANO, C. *Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- [6] GOMES, L.F.A.M.; RANGEL, L.A.D. An Application of the TODIM Method to the Multicriteria Rental Evaluation of Residential Properties. *European Journal of Operational Research*, 193, 204-211, 2009.
- [7] KAHNEMAN, D.; TVERSKY, A. Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica*, v. 47, n. 2, p. 263-291, 1979.
- [8] LARICHEV, O. *Normative and Descriptive Aspects of Decision Making*. Disponível em: <http://www.raai.org/library/papers/Larichev/Larichev_1999b.pdf>, 25p, 1999. Acesso em: 8 de dezembro de 2011.
- [9] LÓPEZ, H.M.L. *Modelo multicritério para seleção de projetos estratégicos de uma empresa de energia elétrica*. Recife, PE, 2010. 63f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco.
- [10] MORAES, R.O.; LAURINDO, F.J.B. Um Estudo de Caso de Gestão de Portfólio de Projetos de Tecnologia da Informação. *GESTÃO & PRODUÇÃO*, v.10, n.3, p.311-328, dez 2003.
- [11] MORRIS, P.A.; TEISBERG, E.O.; KOLBE, A.L. When Choosing R&D Projects, Go With Long Shots. *Research Technology Management*, p. 35-40, Jan/Fev 1991.

- [12] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK*. North Carolina, USA: Project Management Institute, 2008.
- [13] RAMOS, M.S. *Utilização da abordagem multicritério para priorização do portfólio de projetos de investimento*. Rio de Janeiro, RJ, 2010. 150f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Administração) - Faculdade de Economia e Finanças, IBMEC.
- [14] SANTOS, E.M.; PAMPLONA, E.O. Qual o Valor de Um Projeto de Pesquisa? Uma Comparação Entre os Métodos de Opções Reais, Árvore de Decisão e VPL Tradicional na Determinação do Valor de um Projeto Real de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). *3º Encontro Brasileiro de Finanças*, FEA-USP, 21 e 22 de Julho de 2003.
- [15] SIMON. H. *Models of Man: Social and Rational*. New York: John Wiley and Sons. 1957.