

**V-110 - METODOLOGIA MULTICRITÉRIO BASEADA EM RISCOS PARA
PRIORIZAÇÃO DE PROJETOS NO PLANEJAMENTO PLURIANUAL DE UMA
DIRETORIA OPERACIONAL DE UMA COMPANHIA ESTADUAL DE
SANEAMENTO**

Pedro Ivo Coelho Ortolano⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental pela Universidade Veiga de Almeida. Biólogo pela Universidade Federal de São Carlos. Mestre em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos (PPG-ERN/UFSCar). Doutorando em Engenharia Ambiental pelo PEA/UFRJ. Analista de Qualidade na Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE/RJ).

Felipe Barreto de Carvalho

Bacharel em Direito pela Universidade Veiga de Almeida. Advogado na Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE/RJ).

Edes Fernandes de Oliveira

Engenheiro civil pela (SUAM-Faculdades Integradas Augusto Mota). Pós-Graduação: Engenharia Sanitária – UERJ. Pós-Graduação: Gestão Executiva em Meio Ambiente – UFRJ.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Presidente Vargas, 2655 – Cidade Nova – Rio de Janeiro - RJ - CEP: 20210-030 - Brasil - Tel: (21) 23323464 - e-mail: pedro-ortolano@cedae.com.br

RESUMO

Em um cenário de restrição de recursos orçamentários para realização de investimentos na infraestrutura de empresas públicas, incluindo-se as concessionárias de água e esgoto, é importante que o gestor público tenha ferramentas de gestão adequadas para priorizar os projetos a serem implementados em um horizonte definido de planejamento. A priorização de projetos de diferentes áreas, escopos e magnitudes é uma decisão que deve levar em consideração diferentes critérios, o que a torna um problema de tomada de decisão multicritério (do inglês, *Multi-criteria Decision Making*).

O presente trabalho teve como objetivo a proposição de uma metodologia multicritério para ranquear, baseado em riscos, os projetos que compõem o Planejamento Plurianual de uma diretoria operacional de uma empresa estadual de Águas e Esgotos.

A Metodologia proposta associou as ferramentas de análise multicritério AHP, do inglês, *Analytic Hierarchy Process*, e TOPSIS, do Inglês, *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, para priorizar 23 projetos tendo como base 5 critérios, a saber: Imagem da Empresa, Conformidade Legal/ Regulatória, Conformidade do Produto, Perda Financeira e Ambiental.

Concluiu-se a metodologia mostrou-se adequada à análise proposta, servindo ao tomador de decisão como apoio técnico, baseado em risco, para a tomada de decisão no momento em que necessite priorizar recursos.

A metodologia proposta pode ser adaptada para ser utilizada com os mais variados critérios e parâmetros de acordo com a necessidade de uso do tomador de decisão e com a realidade da empresa.

PALAVRAS-CHAVE: Priorização de Projetos, AHP, TOPSIS, Multi-criteria-decision Making, Riscos.

INTRODUÇÃO

Muitas empresas públicas, incluindo concessionárias de serviços de água e esgoto, transporte e fornecimento de energia, enfrentam um problema comum, que é a insuficiência de recursos orçamentários para implantação de projetos de investimento dentro de um horizonte definido de planejamento (MEDAGLIA et al, 2008).

Nesse contexto, muitas vezes é necessário que o gestor público decida quais projetos serão contemplados primeiro com os recursos planejados. Entretanto, para o tomador de decisão, a seleção de projetos de áreas, magnitudes e escopos diversos apresenta dificuldades de ordem técnica, pois envolve a análise simultânea de múltiplos critérios que, por vezes, podem ser conflitantes entre si (BARROS & SOBRAL, 2015).

Diversas metodologias podem ser aplicadas a esse tipo de situação. São as chamadas metodologias Multicritério para Tomada de Decisão (ou *MCDM methods*, do inglês Multi-criteria Decision Making), entre as quais se destacam: AHP, do inglês *Analytic Hierarchy Process* (SINGH, 2016); TOPSIS, do inglês *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (BEHZADIAN et al, 2012); ELECTRE, do francês *ELimination Et Choix Traduisant la REalité* (GOVINDAN & JEPSEN, 2016); PROMETHEE, do inglês *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (BEHZADIAN et al, 2010), entre outras.

A seleção de projetos de investimento a serem contemplados com recursos no planejamento plurianual de uma diretoria operacional de uma empresa estadual de Águas e Esgotos, responsável pela captação, tratamento, adução e controle de qualidade de água para uma das maiores regiões metropolitanas do Brasil, com população de aproximadamente 12,7 milhões de habitantes (IBGE, 2018), é uma decisão complexa que envolve múltiplos critérios. A não realização de um projeto importante no momento certo pode implicar em aumento dos riscos à sobrevivência das empresas e o não atendimento das necessidades e expectativas das partes interessadas, que, no caso uma empresa pública de águas e esgotos, inclui o os órgãos públicos reguladores e fiscalizadores, além da sociedade.

Sendo assim, o gestor que decide a alocação de recursos no Planejamento Plurianual na área do Saneamento necessita utilizar ferramentas adequadas a esse tipo de tomada de decisão.

O presente trabalho teve como objetivo a proposição de uma metodologia multicritério para ranquear, baseado em riscos, os projetos que compõem o Planejamento Plurianual de uma diretoria operacional de uma empresa estadual de Águas e Esgotos. Essa ordenação de projetos permitirá ao Diretor da área ter subsídios técnicos para a tomada de decisão, caso o orçamento disponível não seja suficiente para contemplar todos os projetos elencados.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia proposta para priorização de projetos é composta por três etapas, descritas a seguir.

1. Levantamento dos projetos necessários por cada Gerência da Diretoria.

A definição das necessidades de investimentos em cada Gerência foi realizada por seus respectivos Gerentes, em parceria com seus Departamentos, e levou em consideração as necessidades de melhoria e adequação de unidades, incluindo obras, serviços de engenharia ou outros serviços e aquisições de equipamentos e softwares.

2. Definição de critérios para a priorização e atribuição de peso.

Os critérios utilizados para avaliar os projetos foram definidos pela Diretoria, na figura de seu Diretor, e foram baseados nos critérios de Risco utilizados na Avaliação de Riscos Corporativos da Companhia. São eles: Imagem da Companhia, Conformidade legal/ regulatória, Conformidade do produto, Perda financeira, Ambiental.

A atribuição de pesos a cada critério foi realizada por meio da ferramenta de análise multicritério AHP, do inglês, *Analytic Hierarchy Process*, desenvolvida por SAATY (1980). O AHP é o método multicritério mais amplamente utilizado como apoio à tomada de decisão no planejamento, seleção da melhor alternativa, otimização, alocação de recursos, entre outros, em casos em que existe mais de um critério conflitante, tornando o problema complexo. (SUBRAMANIAN & RAMANATHAN, 2012; MARDANI et al, 2015).

Este método propõe a estruturação hierárquica do problema, seguida da comparação paritária entre os critérios, o que define um ordenamento de prioridade e, no caso deste trabalho, permite a atribuição de pesos a cada critério. Por fim, inclui uma análise de consistência dos julgamentos realizados, por meio da qual avalia-se o grau de consistência entre as comparações pareadas, na qual a Consistency Rate (CR) deve ser $\leq 0,1$.

3. Ranqueamento dos projetos.

Definidos os pesos de cada critério, os projetos foram avaliados e ordenados de acordo com sua importância, utilizando a ferramenta de análise multicritério TOPSIS, do Inglês, *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*, desenvolvida por HWANG & YOON (1981). O princípio básico do TOPSIS consiste em escolher uma alternativa que esteja tão próxima quanto possível da solução ideal positiva e o mais distante quanto possível da solução ideal negativa. A solução ideal é formada tomando-se os melhores valores alcançados pelas alternativas durante a avaliação em relação a cada critério de decisão, enquanto a solução ideal negativa é composta de forma similar, tomando-se os piores valores.

Uma equipe de especialistas da própria Diretoria analisou cada projeto em relação aos critérios definidos. A cada projeto a ser analisado, era feita a pergunta: “Caso o projeto Pi não seja implantado, qual seria o impacto para o critério Cj?”. Cada critério era considerado, atribuindo uma nota que pode variar de 1 a 9, conforme tabela 1. No presente estudo, a alternativa ideal é o projeto que possua as maiores notas na maior quantidade possível de critérios.

Tabela 1: Critérios para avaliação dos projetos pela metodologia TOPSIS.

Valor	Classe	Imagem da CEDAE	Legal/ Regulatório	Conformidade do Produto	Perda Financeira	Ambiental
1	Muito baixo	Afetada em uma unidade da empresa	Não provoca infração	Não provoca	< 50.000/mês	Não provoca
3	Baixo	Afetada na empresa toda	Pode provocar infração a regulamentos internos	Pode provocar não conformidade em parâmetros menos críticos a longo prazo	51.000 - 100.000/mês	Pode provocar baixo impacto. Desvios de pouca relevância
5	Moderado	Afetada em nível local (vizinhança)	Pode provocar infração moderada (regulamentos internos e externos) eventualmente (risco moderado de autuação; processo da Ag. Reguladora)	Pode provocar não conformidade em parâmetros menos críticos a médio prazo	101.000 - 500.000/mês	Pode provocar impacto moderado ao meio ambiente, com abrangência local (vizinhança)
7	Alto	Afetada no Município	Pode provocar infração moderada (regulamentos internos e externos) constantemente (provavelmente haverá questionamento do MP e Ag. Reguladora)	Pode provocar não conformidade em parâmetros críticos a longo prazo	501.000 - 1.000.000/mês	Pode provocar impacto com abrangência regional, com ações de remediação de baixa complexidade
9	Muito alto	Afetada no Estado/ país	Pode provocar infração grave (regulamentos internos e externos) constantemente (com certeza a empresa será autuada)	Pode provocar não conformidade em parâmetros críticos a médio prazo	> 1.000.000/mês	Pode provocar impacto com abrangência regional, ações de remediação de alta complexidade

Depois de analisados todos os projetos pela equipe de especialistas, foram realizadas as operações matemáticas do método, utilizando planilha eletrônica em EXCEL®. Após os cálculos, os projetos foram ordenados em ordem decrescente segundo os valores do coeficiente de aproximação (*Closeness Coefficient, CCI*), definido no intervalo [0,0; 1,0]. Os projetos que representam maior risco são os que possuem CCI mais próximo de 1,0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Projetos elencados pelas Gerências

Um total de vinte e três projetos foi levantado pelas Gerências como sendo os mais importantes a serem implantados durante o período considerado no Planejamento Plurianual (2019 – 2022). Por questões de

sigilo, tais projetos serão nominados com P1, P2, ..., P23, que são apresentados na tabela 2, que além disso discrimina a área do projeto e a Gerência demandante.

Tabela 2: Lista de projetos elencados pelas Gerências da Diretoria Operacional

Projeto	Área	Gerência
P1	Obra em Unidade do processo de Produção	G1
P2	Aquisição Equipamento para Unidade do processo de Produção	G1
P3	Aquisição Equipamento para Unidade do processo de Produção	G2
P4	Obra em Unidade do processo de Produção	G2
P5	Aquisição Equipamento para Unidade do processo de Produção	G1
P6	Obra em Unidade do processo de Produção	G2
P7	Obra em Unidade do processo de Produção	G2
P8	Obra em Unidade do processo de Produção	G2
P9	Aquisição Software para processo de Controle de Qualidade	G3
P10	Obra em Unidade do processo de Produção	G2
P11	Obra em Unidade do processo de Produção	G1
P12	Obra em Unidade do processo de Produção	G1
P13	Obra em Unidade do processo de Produção	G1
P14	Aquisição Software para processo de Produção	G1
P15	Serviço de Engenharia Unidade do processo de Adução	G4
P16	Obra em Unidade do processo de Produção	G3
P17	Obra em Unidade do processo de Produção	G1
P18	Obra em Unidade do processo de Produção	G2
P19	Serviço de Engenharia Unidade do processo de Adução	G4
P20	Aquisição Equipamento para Unidade do processo de Produção	G1
P21	Serviço de Engenharia Unidade do processo de Produção	G1
P22	Serviço de Engenharia Unidade do processo de Adução	G4
P23	Serviço de Engenharia Unidade do processo de Adução	G4

2. Critérios e pesos

O resultado da análise de peso pelos especialistas por meio de comparação pareada do AHP é apresentado na tabela 3. O critério que recebeu maior peso foi Conformidade Legal e Regulatório, seguido de Conformidade do Produto, Imagem da Empresa, Perdas Financeiras e Ambiental.

O teste de consistência resultou em uma Consistency Ratio (CR) de 0,049, demonstrando a adequação da análise.

Tabela 3: Resultado da atribuição de pesos aos Critérios

Critério	Peso	Ranking
Conformidade Legal Regulatória	0,40	1º
Conformidade do Produto	0,27	2º
Imagem da Companhia	0,19	3º
Perda Financeira	0,09	4º
Ambiental	0,05	5º

3. Ranqueamento dos projetos

O resultado da análise de cada projeto segundo os critérios definidos e seus respectivos pesos é apresentado na tabela 4. Nela, os projetos já se encontram em ordem de prioridade, do maior valor de coeficiente de aproximação (CC_i) para o menor.

Observa-se a partir da análise dos resultados que a metodologia permitiu distinguir com uma amplitude grande o projeto avaliado como o mais crítico (P16, com $CC_i=0,80$) do projeto avaliado como o menos crítico (P23, com $CC_i=0,14$).

Houve casos em que o valor do Coeficiente de Aproximação foi igual para mais de um projeto. Nesse caso, o critério de desempate foi considerado, progressivamente, as maiores notas nos critérios de maior peso, como no caso entre P7 e P8/P4. Caso haja empate em todos os critérios, como houve entre P8 e P4, o desempate será realizado, em caso de não haver recursos disponíveis para todos os projetos, por meio de uma nova análise, desta vez empregando AHP apenas entre os projetos com mesma pontuação, utilizando os mesmos critérios e pesos estabelecidos para a presente análise.

Tabela 4: Ranking dos projetos após a análise pela metodologia TOPSIS

Projeto	Imagem da empresa (0,19)	Conformidade legal/regulatória (0,40)	Conformidade do produto (0,27)	Perda financeira (0,09)	Ambiental (0,05)	CCi	Ranking
P16	7	9	9	3	3	0,80	1º
P2	7	7	7	9	1	0,72	2º
P13	5	7	9	5	1	0,70	3º
P10	9	9	3	7	9	0,68	4º
P3	5	7	7	3	1	0,65	5º
P1	3	7	9	3	1	0,64	6º
P11	3	7	9	3	1	0,64	6º
P17	7	7	3	3	7	0,57	7º
P18	7	7	3	3	7	0,57	7º
P19	5	7	3	9	3	0,55	8º
P14	5	7	3	7	1	0,54	9º
P4	3	5	5	3	1	0,44	10º
P8	3	5	5	3	1	0,44	10º
P7	7	5	3	1	1	0,44	11º
P22	5	5	3	5	3	0,43	12º
P9	1	5	3	1	1	0,34	13º
P12	1	3	5	1	1	0,30	14º
P5	1	3	3	1	1	0,21	15º
P6	1	3	3	1	1	0,21	15º
P20	1	3	3	1	1	0,21	15º
P15	3	3	1	1	1	0,19	16º
P21	1	1	3	3	1	0,14	17º
P23	1	1	3	3	1	0,14	17º

CONCLUSÕES

A metodologia aplicada mostrou-se adequada à análise proposta, pois permitirá ao Diretor da área um apoio técnico, baseado em risco, para a tomada de decisão no momento em que necessite priorizar recursos.

Neste trabalho, o valor do investimento para implantação cada projeto não foi levado em consideração como um critério, porque o objetivo desta análise é de uma visão multidisciplinar com ênfase em risco. A avaliação financeira será realizada pelo gestor após o estudo do resultado produzido por esta ferramenta, pois o objetivo desta é exatamente fornecer embasamento técnico para a tomada de decisão do gestor.

A metodologia aqui proposta utilizou como critérios os parâmetros empregados na análise de risco corporativo da Companhia. Entretanto, em futuras aplicações, outras empresas podem utilizar os mais variados critérios e parâmetros que sejam mais adequados à sua realidade ou alinhados com seus objetivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARROS, R. M.; SOBRAL, M. F. F. Aplicação da metodologia multicritério na seleção de projetos em uma incubadora de empresas de Pernambuco. *Revista de Administração e Inovação*, v.12, n.2, p.180-199, 2015.
2. BEHZADIAN, M., KAZEMZADEH, R. B., ALBADVI, A., & AGHDASI, M. (2010). PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, v.200, n.1, p.198–215, 2010.
3. BEHZADIAN, M.; KHANMOHAMMADI, O. S.; YAZDANI, M.; IGNATIUS, J. A state-of the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, v.39, n.17, p.13051-13069, 2012.
4. GOVINDAN, K.; JEPSEN, M. B. ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, v.250, n.1, p.1-29, 2016.
5. HWANG, C. L.; YOON, K. P. *Multiple Attributes Decision Making Methods and Applications*, Springer-Verlag, Berlin, 1981.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2018. IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-opulacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 29/10/2018.
7. MARDANI, A.; JUSOH, A.; NOR, K.; KHALIFAH, Z.; ZAKWAN, N.; VALIPOUR, A. Multiple criteria decision-making techniques and their applications – a review of the literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, v. 28, n. 1, p. 516-571, 2015.
8. MEDAGLIA, A. L.; HUETH, D.; MENDIETA, J. C.; SEFAIR, J. A. A multiobjective model for the selection and timing of public enterprise projects. *Socio-Economic Planning Sciences*, v.42, p.31–45, 2008.
9. SAATY TL. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, 1980.
10. SINGH, B. Analytical hierarchical process (AHP) and fuzzy AHP applications - A review paper. *International Journal of Pharmacy and Technology*, V.8, N.4, p.4925-4946, 2016.
11. SUBRAMANIAN, N.; RAMANATHAN, R. A review of applications of Analytic Hierarchy Process in operations management. *Int. J. Production Economics*, v.138, p.215–241, 2012.