



Production

ISSN: 0103-6513

production@editoracubo.com.br

Associação Brasileira de Engenharia de
Produção
Brasil

de Araujo de Lima, Maria Teresa; Batista de Oliveira, Elaine Cristina; Hazin Alencar,
Luciana

Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento

Production, vol. 24, núm. 2, abril-junio, 2014, pp. 351-363

Associação Brasileira de Engenharia de Produção

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=396742057009>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

re²alyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento

Maria Teresa de Araujo de Lima^a, Elaine Cristina Batista de Oliveira^{b*}, Luciana Hazin Alencar^c

^amteresaal@gmail.com, UFPE, Brasil

^belainecejz@gmail.com, UFPE, Brasil

^calencarlh@gmail.com, UFPE, Brasil

Resumo

As empresas brasileiras de saneamento e tratamento de águas estão fortemente caracterizadas por uma hierarquia de baixa flexibilidade e apesar de ter no seu cotidiano atividades de projetos ainda não possuem a maturidade necessária ao sucesso na condução de seus projetos. Foi observado que a priorização de projetos está entre os principais problemas enfrentados pelos gerentes de múltiplos projetos neste tipo de organização. Assim, com o objetivo de aprimorar as técnicas de priorização de projetos para o gerenciamento de múltiplos projetos, este trabalho analisa a gerência de múltiplos projetos de automação e propõe um modelo com a utilização do método multicritério PROMETHEE I para auxiliar o gerente de portfólio a priorizar os seus projetos, utilizando critérios e pesos extraídos da realidade da gerência através de entrevistas realizadas com os envolvidos no processo. O modelo utilizado foi considerado satisfatório, atendendo às necessidades da companhia e do gerente de múltiplos projetos.

Palavras-chave

Gerenciamento do portfólio de projetos (PPM). Análise de decisão multicritério. Projetos.

1. Introdução

Gerenciar um projeto significa, acima de tudo, lidar com pressões e incertezas. As restrições de tempo, custo e escopo (e consequentemente de qualidade), pertinentes a todos os tipos de projeto, exigem bastante habilidade e um alto nível de conhecimento técnico do gerente de projetos.

Quando se trata de empresas de saneamento, o problema fica ainda maior. A água tratada e o esgotamento sanitário são vistos pela ciência econômica contemporânea como espécies de produtos que chamam um tipo muito especial de monopólio, o monopólio natural, resultante do desinteresse de outros investidores em colocar seu tempo e seu dinheiro nesse tipo de atividade. Isso acontece porque as particularidades desse tipo de produção tornam-na muito instável e sujeita a intervenções contínuas do poder público para garantir as mínimas condições; além de possuírem custos fixos enormes e custo marginal muito baixo, tendendo à ausência de lucro, mesmo com os níveis de produção em um

patamar eficiente. Logo, a produção acaba sendo monopolizada pelo Estado (VARIAN, 2003), que no cenário brasileiro tem muitas vezes optado pelo regime de empresa pública, de modo a poder cobrar pelo serviço ao mesmo tempo em que procura assegurar sua continuidade e qualidade mínima.

Segundo Turolla e Ohira (2005), a incerteza e a possibilidade de mudanças durante o longo período de maturação dos projetos de saneamento básico reduzem os investimentos de capital privado e público, de forma que a expansão das redes de água e esgoto no Brasil, apesar de urgente, não é fácil de ser realizada. Como consequência disso, projetos são iniciados e interrompidos com frequência.

Fazem parte do cotidiano das empresas de saneamento projetos de construção de estações de tratamento de água e de esgoto, construção de estações elevatórias, de reservatórios, e projetos de manutenção elétrica, mecânica e civil dessas unidades operacionais.

Atualmente, tem sido demandado dessas empresas a proposição de soluções que busquem a redução de custos e o aumento da eficiência, uma vez que o índice de perdas nesse tipo de indústria é bastante elevado. A automação surge como uma opção que se encaixa nesse cenário, uma vez que com a sua utilização conseguem-se reduzir falhas, melhorar o sistema de controle com o grande volume de informações disponibilizadas pelos equipamentos digitais, reduzir os custos com mão de obra operacional, além de possibilitar a redução da quantidade de funcionários em áreas de difícil acesso e com exposição a agentes nocivos à saúde.

Por esses motivos, a automação de suas unidades operacionais tem sido estimulada nas empresas de saneamento brasileiras e a demanda por projetos de automação nestas cresce em ritmo acelerado. No entanto, por se tratar de uma tecnologia nova a ser inserida, é necessário, além de incluir a automação nas novas unidades a serem construídas, automatizar as unidades já existentes. Portanto, as empresas trabalham atualmente na elaboração de vários projetos distintos de automação.

Quando se trata de múltiplos projetos, ou seja, de empresas que lidam com diversos projetos simultaneamente, o problema da alocação de recursos é apresentado de forma ampliada, pois se têm vários projetos disputando recursos limitados, tornando mais complexo o processo de busca pela distribuição ótima (GONÇALVES; MENDES; RESENDE, 2008).

Assim, problemas com priorização de projetos são frequentemente enfrentados por gerentes de portfólio, uma vez que os projetos, devido ao ineditismo exigido, possuem características distintas e é difícil compará-los sem o auxílio de uma metodologia específica. Além da definição de prioridades entre os projetos já inseridos no portfólio da empresa, há também os projetos que precisam ser inseridos posteriormente e encaixados no planejamento da empresa.

Uma vez que as empresas nesta área não estão habituadas a trabalhar por projetos, estas ainda não possuem a *expertise* necessária para gerenciar projetos, que em geral são desenvolvidos simultaneamente, o que gera ainda mais dificuldades de gerenciamento.

Nesse contexto, a utilização de métodos de apoio multicritério à decisão – AMD se apresenta como uma alternativa viável para auxiliar no processo de priorização de projetos, uma vez que a metodologia utilizada orienta o responsável por definir a ordem de prioridade dos projetos a lidar simultaneamente com critérios conflitantes.

A modelagem do problema do caso alvo do estudo foi realizada com o auxílio da metodologia multicritério de apoio à decisão, cuja modelagem

está dividida nas etapas-chave (BELTON; STEWART, 2002): identificação e estruturação do problema, fase inicial, onde as questões referentes ao problema são discutidas e é definido como o decisor deverá se posicionar durante o processo; construção e uso do modelo, processo de descoberta da essência e da complexidade do problema, transformando-o em algo mais simples de ser lido e desenvolvimento dos planos de ação.

Este artigo, portanto, desenvolve a proposta de um modelo para avaliar e priorizar projetos de automação na área de saneamento, fazendo uso do método multicritério PROMETHEE – MCDA, denominado Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations. Uma aplicação é realizada em uma empresa pública de saneamento básico.

O artigo está organizado nas seguintes seções: na seção 2 é apresentada uma revisão da literatura sobre gerenciamento de portfólio, seleção e priorização de projetos e métodos multicritério de apoio a decisão; na seção 3, o estudo de caso é apresentado; e na seção 4, o modelo multicritério desenvolvido para priorização de projetos de automação é descrito, assim como a aplicação na empresa. Finalmente, as conclusões estão apresentadas na seção 5.

2. Gerenciamento de portfólio de projetos

Para a formulação do modelo proposto foi realizada uma revisão na literatura sobre o gerenciamento de portfólio de projetos e sobre modelos de seleção de projetos, assim foi possível definir uma lista de critérios a partir de estudos anteriores.

Um portfólio de projetos é um conjunto de projetos que competem por recursos escassos que são realizados e conduzidos sob o patrocínio de uma empresa em particular (ARCHER; GHASEMZADEH, 2007). O PMI (PROJECT..., 2006), por sua vez, define um portfólio como um conjunto de projetos ou programas e outras atividades, reunidos com a finalidade de um gerenciamento eficaz, visando alcançar os objetivos estratégicos do negócio da organização. Tem como principal objetivo garantir que os projetos e programas sejam avaliados de forma a priorizar a distribuição dos recursos, mantendo consistência e alinhamento às estratégias da organização.

De acordo com a pesquisa realizada por Meskendahl (2010), a importância do gerenciamento de portfólio de projetos está na avaliação, priorização e seleção de projetos de acordo com a estratégia global da organização.

Jonas (2010) sugere uma sequência cronológica de quatro fases interdependentes para o gerenciamento de portfólio, que são: (1) a estruturação de carteira – que

inclui a análise de propostas de projeto e seleção de projetos; (2) gestão de recursos; (3) permanente coordenação do portfólio, inclusive identificando novos projetos, sinergias e até abortando projetos obsoletos; e (4) exploração e aprendizagem organizacional, que inclui a avaliação dos resultados dos projetos e a utilização das lições aprendidas.

Sobre a importância do gerenciamento de portfólio, Heising (2012) ressalta que o sucesso sustentável das organizações está diretamente relacionado à capacidade da empresa em identificar as oportunidades de portfólio e que assim possam ser ativamente administrados e explorados. Também as potenciais lacunas atuais e futuras no portfólio devem ser identificadas logo no início do processo.

Para Dooley, Lupton e O'Sulli Van (2005), embora a gestão de projetos seja difícil, a gestão de múltiplos projetos é ainda mais, uma vez que os projetos devem ser vistos como um portfólio integrado e não como um conjunto incoerente de projetos. Além disso, é necessário haver controle sobre os projetos, equilibrando os requisitos que podem ser conflitantes.

De acordo com Patanakul e Milosevic (2009), a gestão de múltiplos projetos é um ambiente organizacional em que múltiplos projetos são gerenciados simultaneamente, podendo também ser chamada de gestão de portfólio. Os projetos são agrupados para facilitar a gestão e podem ser bastante diferentes em tamanho e importância e não necessariamente são interdependentes ou relacionados. Um caso particular da gestão de múltiplos projetos é a gestão de programas, pois os projetos são mutuamente dependentes e compartilham um objetivo comum.

O gerenciamento do portfólio de projetos resulta num maior equilíbrio entre os projetos em andamento e novas ações estratégicas através da combinação de projetos e quantidade de investimento em cada projeto. Assim, as decisões tomadas no gerenciamento de portfólio de projetos geralmente estão associadas com outros projetos e fatores como capacidade financeira da organização e a alocação de recursos (KERZNER, 2005).

Miguel (2008) em sua pesquisa sobre a implementação da gestão de portfólio num estudo de caso no sistema de desenvolvimento de novos produtos de uma empresa, observou que houve mudança significativa na maneira como o desenvolvimento de novos produtos era conduzido antes. Essa implementação envolveu as perspectivas estratégica e operacional levando em conta as características de cada projeto no portfólio, passando a existir critérios de alinhamento estratégico, nível tecnológico, grau de dificuldade, retorno do investimento etc., todos analisados na escolha dos projetos mais adequados para

entrar na fase de desenvolvimento, proporcionando também maior estruturação na seleção de projetos para desenvolvimento de novos produtos.

Para Gray e Larson (2009, p. 21), “uma estratégia é implementada por meio de projetos. Cada projeto deve ter uma ligação clara com a estratégia da organização”. Ainda, de acordo com Gray e Larson (2009), o objetivo do gerenciamento de portfólio é garantir que os projetos estejam alinhados com as metas estratégicas da organização e sejam priorizadas de forma apropriada, demonstrando o que realmente importa para a organização. Como as necessidades de recursos financeiros e humanos para os projetos geralmente excedem os limites disponíveis, é necessário seguir uma sequência lógica para a escolha dos projetos a serem implementados.

Os projetos devem passar por um processo de priorização que considere sua importância e contribuição para a estratégia organizacional, essa análise deve considerar a comparação de cada projeto frente aos demais, aqueles que estão em andamento também devem compor esse conjunto de projetos a serem avaliados, já que a prioridade de cada projeto pode mudar a cada nova avaliação como uma forma de considerar as mudanças no ambiente em que a organização está inserida (CASTRO; CARVALHO, 2010).

Neste trabalho será tratada a priorização de projetos de automação já selecionados no portfólio de projetos da empresa de saneamento alvo do estudo.

2.1. Modelos de seleção e priorização de portfólio de projetos

Reconhecendo a importância do gerenciamento de portfólio, o PMI em 2006 publicou o *The Standard of Portfolio Management*, que é um padrão de melhores práticas e estabelece como processos necessários ao gerenciamento de portfólio: identificação, categorização, avaliação, seleção, priorização, balanceamento e autorização (PROJECT... 2006). Destaca-se então o processo de priorização, que segundo esse padrão deve possuir um modelo de pontuação para avaliação dos projetos e priorizar os projetos de melhor pontuação.

Sobre modelos de seleção e priorização de projetos Archer e Ghasemzadeh (2007) afirmam que as características dos projetos que influenciam na sua seleção para o portfólio dependem do setor industrial que eles fazem parte. No entanto, algumas características costumam ser comuns a todos os setores: escopo do projeto, investimentos, mão de obra, experiência exigida, materiais, facilidades, retorno estimado sobre o investimento e tempo exigido. Além desses fatores, o compartilhamento de recursos entre

os projetos, a definição dos projetos prioritários e as interdependências entre os projetos também pesam na seleção do portfólio.

Projetos devem ser priorizados de acordo com a sua importância relativa e contribuição para a estratégia global do programa, de modo que cada projeto deve ser priorizado comparativamente em relação aos demais projetos que estão sendo avaliados, bem como a aqueles que estão em andamento. Tudo isso deve levar em consideração que o ambiente onde a empresa está situada é dinâmico, impactando na prioridade dos projetos, forçando mudanças, e exigindo que modificações sejam realizadas na lista de prioridades entre os projetos (DYE; PENNYPACKER, 2002).

Archer e Ghasemzadeh (2007) desenvolveram um modelo para a seleção de portfólio de projetos, que é apresentada em 5 estágios, que são:

- Pré-seleção – aqui são analisados se os projetos estão alinhados à estratégia organizacional, assim como são identificados os projetos mandatórios;
- Análise individual dos projetos – nesta etapa são calculados os valores de cada critério para os projetos pré-selecionados;
- Seleção – momento em que é realizada uma avaliação profunda das características de cada projeto, visando à eliminação dos projetos que não atinjam os critérios mínimos preestabelecidos;
- Seleção do portfólio ótimo – os autores sugerem a utilização de métodos multicritério e programação linear inteira de forma a capturar as interações entre diversos projetos, tais como restrições de recursos e interdependências;
- Ajuste final do portfólio – nesse estágio são feitos ajustes no julgamento final do portfólio visando o balanceamento deste para satisfazer as partes interessadas, reduzindo os riscos de implantação do portfólio.

Voss (2012) identifica em sua pesquisa que existe uma forte relação entre a integração com os clientes da organização (os quais serão impactados com a realização dos projetos) e o sucesso do portfólio de projetos, ressaltando que essa integração deve ser explorada e incluída no processo de gerenciamento de portfólio na fase de seleção e priorização de projetos.

Vários trabalhos acadêmicos abordam o desenvolvimento de modelos com aplicação de métodos multicritério para a seleção e priorização de projetos (XIDONAS; ASKOUNIS; PSARRAS, 2009). Sobre isso, Vetschera e Almeida (2012) afirmam que a natureza multidimensional dos problemas de portfólio vem sendo evidenciada, o que torna a metodologia AMD um suporte adequado a esse tipo de problemática. Problemas de portfólio frequentemente envolvem múltiplos atributos, tais como risco, retorno

financeiro ou diferentes tipos de benefícios que devem ser avaliados nesse tipo de problema. Os autores destacam ainda que esse tipo de problemática vem sendo frequentemente tratada através do uso de métodos compensatórios, como procedimentos de agregação aditiva, mas que, em diversas situações práticas, o uso de uma abordagem não compensatória seria mais adequada.

Mavrotas, Diakoulaki e Caloghirou (2001) desenvolveram um método de seleção de portfólio de investimentos usando um modelo em duas fases com programação inteira e o método PROMETHEE, que, de acordo com os autores, mostrou-se bastante eficaz.

Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005), através do desenvolvimento de um modelo que utiliza critérios de avaliação de projetos por meio de indicadores, identificaram, através de um estudo de caso, que os indicadores que mereceram grande destaque foram os resultados de curto prazo, geradores de receitas e lucratividade.

Em seleção de projetos de pesquisa e desenvolvimento, tem-se o trabalho realizado por Greiner et al. (2003), no qual é aplicada uma abordagem híbrida, utilizando AHP e programação inteira para a seleção de projetos de desenvolvimento de sistemas de armamento.

Lee e Kim (2001), por sua vez, desenvolveram um modelo utilizando o método ANP, técnica de Delphi e programação linear inteira para a seleção de projetos de sistema de informação. Smith-Perera et al. (2010), através da aplicação do método ANP (*Analytic Network Process*), demonstraram que houve sucesso na seleção e priorização de projetos em uma empresa de energia elétrica. Aragonés-Beltrán, Chaparro-González e Rodríguez-Pozo (2010), também usando ANP, com o objetivo de resolver o problema de selecionar o melhor mix de projetos, consideraram em seu modelo uma priorização de projetos baseada em níveis de risco e atrasos no tempo de execução em plantas de energia solar.

Almeida e Duarte (2011) desenvolveram um modelo de AMD para seleção de portfólio de projetos em que sinergias entre os projetos são consideradas, fazendo com que os relacionamentos entre projetos sejam inseridos no processo de avaliação da composição do portfólio. Marques, Gourc e Lauras (2011) aplicaram o MACBETH na avaliação de projetos em um estudo de caso para ajudar na identificação de desvios na condução dos projetos.

No levantamento de estudos realizado não foi identificado nenhum modelo para seleção e priorização de projetos para projetos de automação de saneamento.

3. Métodos de apoio multicritério à decisão (AMD)

Os métodos AMD visam auxiliar a tomada de decisão perante múltiplos critérios, muitas vezes conflitantes, através da aplicação de um conjunto de técnicas e métodos estruturados – esses métodos vêm sendo aplicados em vários estudos (GOMES; GOMES; ALMEIDA, 2009; MOTA; ALMEIDA, 2012; CAMPOS; DAHER; ALMEIDA, 2011; MORAIS, CAVALCANTE; ALMEIDA, 2010; TROJAN; MORAIS, 2012). Os métodos AMD podem ser classificados em critérios únicos de síntese, em que agregam os critérios considerados em um único critério de síntese; em métodos de sobreclassificação, onde há uma construção de relações de preferências decisor; e por último os métodos interativos, em que uma abordagem de passos de cálculos e diálogos interativos junto ao decisor (VINCKE, 1992).

Os métodos AMD podem se distinguir, de acordo com Roy (1996), em quatro tipos de problemáticas básicas: escolha, classificação, ordenação e descrição. Além das problemáticas apresentadas, Almeida (2013) inclui nessa lista a problemática de portfólio, cujo objetivo é escolher um subconjunto de A composto por alternativas que atendam aos objetivos, sob determinadas restrições. Nesse trabalho é considerada a problemática de ordenação.

Para a escolha do método multicritério é necessário considerar o contexto do problema, os atores do processo, a estrutura de preferências e a racionalidade dos decisores (MOTA; ALMEIDA; ALENCAR, 2009). No caso desta pesquisa, devido à racionalidade não compensatória do decisor, os métodos de sobreclassificação são indicados. Dentre os métodos de sobreclassificação, destaca-se o Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations – PROMETHEE. Neste trabalho será utilizado o método PROMETHEE I. Behzadian et al. (2010) apresentam o PROMETHEE como um dos métodos que mais têm atraído a atenção de acadêmicos e profissionais. Além disso, de acordo com Brans, Vincke e Mareschal (1986), esse método é considerado bastante simples tanto na concepção quanto na aplicação comparado a outros métodos AMD.

Pertencentes ao grupo de critérios da abordagem de sobreclassificação, os métodos da família PROMETHEE foram apresentados pela primeira vez em 1982, por Brans. Sendo o PROMETHEE I o método que fornece pré-ordens parciais e o PROMETHEE II fornece pré-ordens completas. De acordo com Almeida (2013), o decisor deve fornecer um peso p_i para cada critério, esse peso representa a importância do critério, e é com esses pesos que é obtido o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$ que é o grau em que

a alternativa a sobreclassifica b , para cada par de alternativas (a,b) , obtido por:

$$\pi(a,b) = \sum_{i=1}^n p_i F_i(a,b)$$

em que:

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1$$

$F_i(a,b)$ é a diferença $[g_i(a) - (b)]$ entre o desempenho das alternativas para cada critério i , e é definida no intervalo $[0,1]$, calculada uma função de preferência.

Há seis formas básicas de funções de preferência (critério generalizado) que são: tipo I: critério usual – não há parâmetro a ser definido, ou seja, para qualquer diferença de desempenho entre as alternativas, há uma preferência estrita; tipo II: quase-critério – define-se o parâmetro q ; tipo III: de preferência linear – define-se o parâmetro p ; tipo IV: pseudo-critério – definem-se p e q ; tipo V: área de indiferença – definem-se p e q ; e finalmente, tipo VI: gaussiana – com desvio padrão a ser fixado (ver Brans; Marechal, 2005) para mais informações). De acordo com Almeida (2013), esses critérios servem para identificar a intensidade da preferência, onde p representa o limiar de preferência que é o menor valor para $[g_i(a) - (b)]$ acima do qual existe uma preferência estrita e onde q representa o limiar de indiferença que representa o maior valor para a diferença $[g_i(a) - (b)]$ abaixo do qual existe uma indiferença.

Para Almeida (2013), o termo limiar indica a intensidade mínima necessária para se produzir efeito, e que esses valores devem representar valores mínimos, no contexto da faixa de valores de consequências e da escala de avaliação utilizadas. A sua atribuição deve ser feita através de um processo de elicitación. Procedimentos de análise de sensibilidade devem ser conduzidos para minimizar erros de imprecisão no processo de elicitación.

No PROMETHEE, a fase de exploração da relação de sobreclassificação utiliza dois indicadores, chamados de fluxos:

- Fluxo de sobreclassificação de saída $\Phi^+(a)$ da alternativa 'a':

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a,b)$$

- Fluxo de sobreclassificação de entrada $\Phi^-(a)$ da alternativa 'a':

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b,a)$$

Quanto maior o fluxo de saída melhor a alternativa, já o fluxo de entrada mede a fraqueza da alternativa. O método PROMETHEE 1 fornece uma pré-ordem parcial, uma vez que utiliza as relações de preferência (P), indiferença (I) e incomparabilidade (R). Essa ordenação é obtida a partir dos valores dos fluxos de sobreclassificação positivo e negativo, descrito a seguir (BRANS; MARESCHAL, 2002):

- Preferência *aPb* se:

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) \leq \Phi^-(b), \text{ ou}$$

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) < \Phi^-(b).$$

- Indiferença *aIb* se:

$$\Phi^+(a) = \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(a) = \Phi^-(b).$$

- Incomparabilidade *aRb* se:

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ e } \Phi^-(b) < \Phi^-(a); \text{ ou}$$

$$\Phi^+(b) > \Phi^+(a) \text{ e } \Phi^-(a) < \Phi^-(b).$$

Com o objetivo de não perder informação, foi utilizado o critério de formação de *ranking* do PROMETHEE 1, que compara os fluxos positivos e os fluxos negativos das alternativas, e admite a incomparabilidade.

4. Estudo de caso

A empresa analisada neste trabalho trata-se de uma concessionária de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e consiste em uma sociedade anônima brasileira, de economia mista, fechada, de capital autorizado, de utilidade pública, dotada de personalidade jurídica de direito privado – sendo o Estado em que atua o seu maior acionista.

A estruturação do problema foi baseada nos dados colhidos através de entrevistas semiestruturadas realizadas com os envolvidos no processo de gerenciamento de projetos da gerência analisada, que são o superintendente (nesse caso, atua como gerente de portfólio), o gerente de automação (como gerente do programa de automação) e os quatro engenheiros que trabalham na gerência (que atuam também como gerentes de projetos). A construção do modelo multicritério e a definição dos parâmetros utilizados foram elaborados em conjunto com o analista e os envolvidos no processo, tomando-se como base a revisão de literatura realizada, bem como os dados obtidos nas entrevistas e a metodologia multicritério de apoio à decisão.

4.1. Descrição do problema

A automação dos processos de tratamento e distribuição de água teve início na companhia há

poucos anos, devido à necessidade de melhorar a eficiência das unidades operacionais, reduzir os custos (com energia elétrica, manutenção e recursos humanos), diminuir os erros por falha humana e remover funcionários que trabalhavam em locais de difícil acesso; isso fez com que a automação se tornasse prioritária.

A partir da formação de uma coordenação específica para cuidar de automação, teve início o programa de automação e então a automação da companhia passou a ser intensificada e a ter um acompanhamento mais detalhado por parte da alta gerência.

O programa de automação tem como objetivos principais o ordenamento das ações voltadas à modernização da infraestrutura dos sistemas de abastecimento de água (SAA) e sistemas de esgotamento sanitário (SES), que, em consonância com as inovações tecnológicas, buscam maior efetividade nos investimentos como também o estabelecimento e implantação de novas ferramentas e métodos de gerenciamento da operação, baseados em sistemas de supervisão e controle – SSC e na tecnologia da informação – TI.

No período do estudo, o programa era composto por 17 projetos, sendo a escolha desses projetos realizada de acordo com os critérios de priorização do planejamento estratégico da empresa, que incluíram a vazão de água do sistema, orçamento, redução de custos proporcionada e aumento da eficiência da empresa como um todo. Cada projeto foi planejado e acompanhado por um engenheiro, que atuou como gerente do projeto.

Os escopos desses projetos incluem unidades de estações de tratamento de água, poços, reservatórios apoiados, reservatórios elevados e estações elevatórias, variando a quantidade de acordo com o porte do sistema. A automação dessas unidades consiste em fazê-las funcionar de modo autônomo através de comandos eletrônicos de maneira otimizada e eficiente, sendo prescindível a presença de um funcionário operador para regular o funcionamento desses sistemas. Dessa forma, os sensores eletrônicos controlam o funcionamento de bombas, o volume de água em um reservatório, a dosagem de componentes químicos para tratamento de água, dentre outras atribuições, além de enviar dados em tempo real para as áreas interessadas nessas informações.

4.2. Estrutura de gerenciamento de projetos na organização

A estruturação do programa se deu da seguinte forma: no momento da elaboração do planejamento estratégico da empresa, diversas áreas e setores da companhia apresentaram sugestões de sistemas

passíveis de serem automatizados, e a partir da avaliação da alta gestão da empresa (presidência e diretoria) foram definidos os projetos que se tornaram parte do programa de automação. Os projetos são então distribuídos entre os engenheiros da gerência. Essa distribuição, bem como a execução das atividades, segue um cronograma próprio que é monitorado de forma contínua e permanente pelo gerente de automação e mensalmente pelo superintendente.

Acontece que, além da demanda provocada pelo programa, o departamento elabora novos projetos solicitados com urgência pela própria empresa ou por outros órgãos do governo, o que contribui negativamente no atingimento das metas e prazos dos projetos estratégicos.

Diante da grande quantidade de projetos solicitados simultaneamente, e em virtude do programa de automação possuir um cronograma contínuo, cabe à superintendência a definição dos projetos e atividades prioritários. Assim, ocorre muito frequentemente a necessidade de inclusão de novos projetos, replanejamento de escopo, redefinição de prazos, e muitas vezes sobrecarga dos gerentes.

Quanto ao planejamento e controle, cada projeto de automação é gerenciado e elaborado pelo mesmo

engenheiro, e cada engenheiro desenvolve vários projetos ao mesmo tempo, além de participar de outros tipos de atividade em paralelo, como acompanhamento técnico de licitações, gestão de contratos de implantação de sistemas de automação e comunicação, e de serviços de manutenção.

Assim, um problema crucial nesse caso é a frequente inserção de novos projetos, e alguns com necessidade urgente de elaboração e implantação. Porém, essa inserção de novos projetos na programação que já existia é feita de forma pouco estruturada, e a priorização dos projetos realizada com pouca ou nenhuma eficiência. Nesse sentido, o foco deste trabalho é no desenvolvimento de um modelo multicritério de apoio à decisão para auxiliar no processo de priorização de projetos, incluindo casos em que um projeto novo precisa ser inserido.

4.3. Modelo proposto para priorização de projetos de automação

Com base no problema estudado na literatura e na empresa alvo do estudo, desenvolveu-se um modelo de apoio à decisão (Figura 1) para auxiliar o

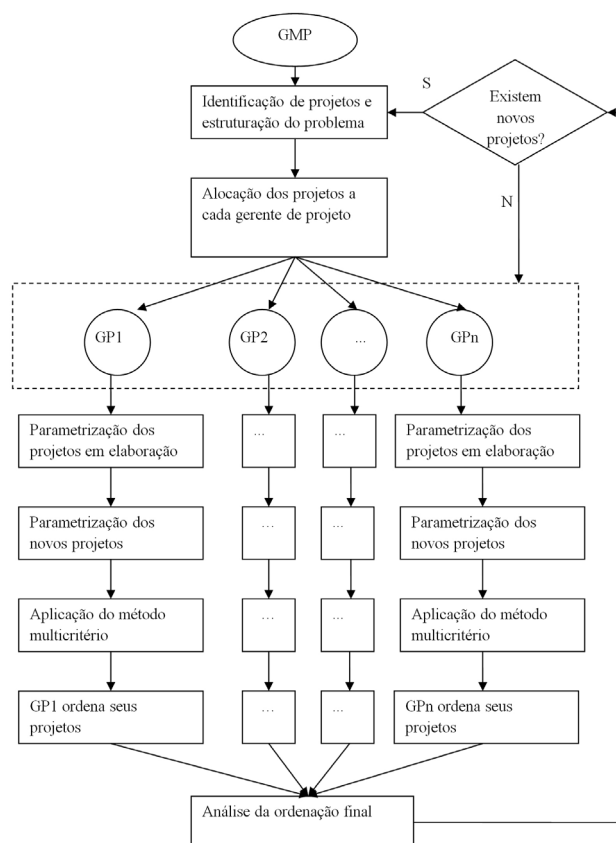


Figura 1. Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos.

gerente de múltiplos projetos (GMP) na priorização dos projetos.

Na etapa de identificação de projetos (ou seja, quando há necessidade de inclusão de novos projetos) e estruturação do problema, cujo decisor é o gerente de múltiplos projetos, é realizada uma análise sobre os novos projetos a serem incluídos e preenchimento de documentações necessárias, em seguida é realizada a definição do método e dos parâmetros do modelo. A identificação dos critérios para a avaliação dos projetos é realizada pelo GMP. Em seguida é realizada a escolha do método multicritério a ser utilizado.

A escolha do método a ser utilizado foi feita de acordo com as características do problema, a estrutura de preferência do decisor e o tipo de problemática abordada. Como o desempenho de um critério de priorização não é compensado pelo desempenho dos demais, foi preciso escolher um método não compensatório, e um método de sobreclassificação foi escolhido. Além disso, a estrutura de preferência do decisor atende a uma lógica não compensatória, o que elimina o uso de métodos aditivos para o referido problema. Para priorizar os projetos, é preciso construir uma lista ordenada de projetos, do mais prioritário ao menos prioritário, exigindo que o método utilizasse uma problemática de ordenação, de modo que tenha como produto um *ranking* de alternativas.

No intuito de minimizar a perda de informação durante o processo, escolheu-se um método de sobreclassificação que permitisse a incomparabilidade entre as alternativas. Assim, foi escolhido o método PROMETHEE I, tendo ainda como outra razão o fato de que o decisor se sentiu mais confortável em relação ao seu uso, em função da determinação de um critério generalizado para cada critério considerado no problema abordado, o que está confirmado na literatura, já que de acordo com Brans, Vincke e Mareschal (1986) o método PROMETHEE é bastante simples na sua concepção e aplicação quando comparado aos demais métodos de sobreclassificação.

Uma questão importante na escolha do método trata-se da compensação entre critérios já que, de acordo com Vincke (1992), os métodos compensatórios podem favorecer ações não balanceadas, já os métodos não compensatórios favorecem ações mais bem balanceadas, as que possuem melhor média na performance. Neste trabalho, todos os critérios foram tratados de forma não compensatória.

Uma vez definido o método a ser utilizado, os pesos, os critérios generalizados e os limiares de indiferença e preferência (quando aplicáveis) para cada critério devem ser definidos pelo GMP.

O gerente de múltiplos projetos deve alocar os projetos aos diferentes gerentes de projetos; essa

alocação acontece considerando a carga de trabalho de cada gerente e suas experiências em projetos similares anteriores.

Já na etapa de parametrização dos projetos que se encontram em elaboração, o gerente de projetos responsável deve avaliar os projetos de acordo com os critérios definidos na etapa anterior; em seguida deve ser feita essa parametrização para os novos projetos que foram selecionados para o engenheiro (GP).

Definida a tabela de avaliação contendo todos os projetos, o próximo passo é aplicar o PROMETHEE I para priorizar os projetos. Após a definição do *ranking*, o gerente de automação (GMP) deve avaliá-lo e analisar as incomparabilidades, para assim ser definido o *ranking* final.

4.4. Aplicação do modelo

O modelo proposto foi aplicado na empresa para simular a realidade dos projetos de automação por ela desenvolvidos. Para preservar a confidencialidade das informações da empresa os dados utilizados não foram reais, mas sim realísticos, sendo adequados para o teste do modelo.

Primeiramente os projetos foram identificados pelo gerente de automação (GMP). Que podem ser resumidamente descritos:

- Projeto 1: Este projeto consiste na automação de um sistema produtor de grande porte localizado no interior do estado que está interligado a diversas estações elevatórias e reservatórios; ao todo é composto por 70 unidades operacionais e é oriundo do programa de automação, com 20 dias de prazo para conclusão. Por compor o programa de automação, trata-se de um projeto muito adequado ao planejamento estratégico da companhia, com alto nível de urgência para ser implementado e 180 atividades no caminho crítico. Já estava sendo elaborado pelo engenheiro responsável.
- Projeto 2: A automação de 35 pequenas estações de tratamento de água compõe o escopo deste projeto proveniente do programa de automação, com 65 dias de prazo para conclusão. Muito adequado ao planejamento estratégico da companhia e com urgência moderada para sua implementação, possui 60 atividades no seu caminho crítico. Já estava sendo elaborado pelo engenheiro responsável.
- Projeto 3: Escopo composto pela automação de 130 estações elevatórias distribuídas por todo o estado; prazo para conclusão do projeto de 40 dias, projeto oriundo do programa de automação, muito adequado ao planejamento estratégico da companhia e com alta urgência para sua implementação. Possui 250 atividades no caminho crítico e já estava em elaboração.

- Projeto 4: Automação de 15 poços em uma região da capital do estado, com 10 dias para conclusão e nível moderado de urgência. Projeto pertencente ao programa de automação, muito adequado ao planejamento estratégico da empresa e com urgência moderada. Possui 20 atividades no caminho crítico e já estava sendo elaborado.
- Projeto 5: Projeto emergencial solicitado pelo governo e pouco adequado ao planejamento estratégico da companhia, é composto por 20 unidades operacionais e tem 15 dias de prazo para ser concluído, com alto nível de urgência. Projeto novo a ser inserido, possui 20 atividades no caminho crítico e foi solicitada a sua alocação para este engenheiro.
- Projeto 6: Projeto extra solicitado por uma gerência operacional da companhia, composto por 48 unidades operacionais que estão sob a gestão dessa gerência solicitante, com prazo de 100 dias para finalização da elaboração do projeto. Projeto com moderada adequação ao planejamento estratégico da companhia, pouca urgência na sua conclusão e 80 atividades no caminho crítico.

Em seguida, visando tornar o modelo o mais adequado possível à realidade da empresa, os critérios foram construídos em conjunto com os decisores (GMP e GPS), levantados por meio de entrevistas semiestruturadas realizadas pelo analista e posteriormente compiladas em conjunto com o GMP, que definiu também a escala de avaliação de cada um dos critérios, assim como o critério generalizado correspondente. Para a definição dos critérios generalizados, os seis tipos de funções foram apresentados e explicados ao decisor, que fez a sua atribuição para cada critério, com o auxílio do analista. Os critérios considerados são:

- C_1 = Urgência: definida pela necessidade da companhia em ter o projeto implementado. É um critério do tipo 1 (usual) e de maximização. Será avaliado através de uma escala de 1 a 4 para representação do nível de urgência, que foi construída da seguinte maneira:
 - Projetos de emergência ou em áreas onde foi decretada calamidade recebem valor 4 de urgência;
 - Projetos com fonte externa de recurso financeiro recebem valor 3 de urgência;
 - Projetos oriundos de pacotes de obra civil que já está em execução recebem valor 2 de urgência;
 - Projetos proveniente de solicitações de órgãos fiscalizadores recebem valor 1 de urgência;
 - Demais projetos recebem valor 0 de urgência.
- C_2 = Fonte da demanda: dependendo do solicitante o projeto pode receber maior prioridade. Esse critério é do tipo 1 (usual) e de maximização. Será avaliado através de uma escala de 1 a 4 para representação da importância da fonte da demanda, que foi construída da seguinte maneira:
 - Projetos solicitados pelo governo recebem valor 4;
 - Projetos solicitados pela diretoria da companhia recebem valor 3;
 - Projetos do programa de automação recebem valor 2;
 - Demais fontes recebem valor 1.
- C_3 = Prazo do projeto: o prazo do projeto que será inserido definirá quantos dias o projeto em andamento precisará ficar paralisado. Este critério é do tipo III (preferência linear). De acordo com o processo de licitação realizado, o limiar de preferência estabelecido pelo decisor de acordo com a sua visão de urgência no caso do projeto ficar paralisado foi de $p = 3$. Esse critério é de minimização e será avaliado através do número de dias para a conclusão do projeto.
- C_4 = Adequação ao planejamento estratégico: projetos que vão ao encontro do planejamento estratégico da companhia são prioritários. Critério do tipo 1 (usual) e de maximização. Será avaliado através de uma escala de 1 a 4 para representação do nível de adequação ao planejamento estratégico, que foi construída da seguinte maneira:
 - Projetos considerados muito adequados recebem valor 3;
 - Projetos considerados adequados recebem valor 2;
 - Projetos considerados pouco adequados recebem valor 1.
- C_5 = Porte do projeto: define o impacto financeiro (implica em melhor relação redução de custos operacionais x investimento) e a complexidade do serviço (adoção de padrões diferenciados de automação em relação ao porte do sistema). Critério do tipo usual e de maximização. É medido através da quantidade de unidades operacionais envolvidas no projeto.
- C_6 = Complexidade de gerenciamento do projeto: quanto mais complexo, mais difícil será interrompê-lo e o impacto será maior no prazo final. Critério do tipo usual e de maximização. É medido através do número de atividades no caminho crítico, definido pelo gerente de automação.

O peso de cada critério foi definido pelo GMP através de atribuição direta. O primeiro passo foi ranquear os critérios. Em seguida, o GMP foi questionado pelo analista sobre a importância relativa entre os critérios, com a utilização de exemplos para facilitar o entendimento do processo. Algumas simulações de acordo com a visão do decisor foram

realizadas e os pesos foram definidos e normalizados, conforme apresentados na Tabela 1.

Após a alocação dos projetos a cada gerente de projeto, a avaliação dos projetos em relação aos critérios foi realizada (Tabela 2). Nessa aplicação, é descrita a priorização realizada por um GP, já que para os demais o processo se repete.

Definida a tabela de avaliação, o próximo passo foi fazer a aplicação do PROMETHEE I. Os testes, cálculos e gráficos do PROMETHEE I foram realizados com o auxílio do software D-sight (www.d-sight.com) considerando os parâmetros já definidos (pesos, critérios generalizados e limiares).

Os fluxos positivos e negativos de cada projeto são apresentados na Tabela 3.

Através dos resultados pode-se perceber que o projeto 1 obteve o maior valor de fluxo positivo e o menor de fluxo negativo, sinalizando que ele sobreclassifica a maioria das alternativas e é sobreclassificado por poucas, enquanto o projeto 6 obteve o menor positivo e o maior negativo, estando na situação oposta.

Dessa forma, a Figura 2 representa o *ranking* de projetos, conforme o PROMETHEE I:

É perceptível que P_1 é preferível a todos os demais projetos; P_2 é preferível a P_6 ; P_3 é preferível a P_4 , P_2 e P_6 ; P_4 é preferível a P_2 e P_6 ; P_5 é preferível a P_2 e P_6 ; e é possível observar que há uma incomparabilidade entre P_3 e P_5 e entre P_4 e P_5 . Essa incomparabilidade ocorreu porque P_5 possui fluxo positivo maior que o P_3 e maior que o de P_4 , mas o fluxo negativo das duas alternativas (P_3 e P_4) é menor, o que segundo a teoria do PROMETHEE I gera a incomparabilidade entre essas alternativas.

O projeto 1 foi preferível aos demais devido ao bom desempenho nos critérios de maior peso, gerando

um fluxo positivo maior que todos os demais e um fluxo negativo menor que todos os demais. O projeto 5 foi considerado incomparável com os projetos 3 e 4 por ter apresentado bom desempenho no critério de prazo e urgência e avaliação máxima no critério fonte, porém seu desempenho nos demais critérios foi considerado baixo, justificando seus fluxos tanto positivo quanto negativo possuírem valores altos, o que gerou as incomparabilidades.

Assim, um projeto de grande porte, composto por um número maior de unidades operacionais, cuja fonte foi o próprio programa de automação da companhia e com um prazo pequeno para sua conclusão, foi considerado pelo PROMETHEE I como prioritário, e a sua posição no *ranking* é condizente com as necessidades da empresa, conforme foi observado pelo decisor.

O projeto 5 gerou duas incomparabilidades compreensíveis, pois o projeto tem um nível de urgência alto por ter sido solicitado pelo governo e prazo muito curto de 15 dias, porém o seu porte é pequeno em comparação aos demais (20 unidades) e é pouco adequado ao planejamento da companhia, o que gerou um fluxo positivo alto (devido ao alto desempenho nos critérios de maior peso), porém o fluxo negativo também foi elevado, devido ao baixo desempenho nos demais critérios. A incomparabilidade gerada apresenta ao decisor a ausência de preferência estrita do modelo entre aquelas alternativas, ficando a cargo do decisor realizar uma avaliação final e definir qual a ordem de prioridade entre elas, fazendo com que o resultado final seja satisfatório à organização.

Para a análise de sensibilidade, realizaram-se quatro simulações, sendo a primeira uma variação de $\pm 10\%$ no critério de maior peso (C_1), a segunda foi de $\pm 15\%$ também no C_1 , a terceira variou $\pm 10\%$ o critério C_2 e a quarta $\pm 15\%$ o critério C_2 , sendo que não houve variações no resultado final, demonstrando que o modelo não é sensível a pequenas variações.

Tabela 1. Pesos dos critérios.

Critério	Peso
C_1	0,24
C_2	0,216
C_3	0,184
C_4	0,16
C_5	0,12
C_6	0,08

4.5. Contribuições do modelo

Através da construção e aplicação do modelo é possível perceber que a sistemática proporciona visibilidade ao processo de priorização que antes era realizada sem nenhum processo de suporte. Essa

Tabela 2. Avaliação dos projetos do GP₁.

Alternativa	C_1 : Urgência	C_2 : Fonte	C_3 : Prazo	C_4 : Adequação	C_5 : Porte	C_6 : Complexidade
Projeto 1	3	3	20	3	70	180
Projeto 2	0	3	65	3	35	60
Projeto 3	1	3	40	3	130	250
Projeto 4	0	3	10	3	15	20
Projeto 5	2	4	15	1	20	20
Projeto 6	0	2	100	2	48	80

Tabela 3. Fluxos positivo e negativo.

Projeto	Fluxo positivo	Fluxo negativo
Projeto 1	0,618	0,157
Projeto 2	0,224	0,454
Projeto 3	0,525	0,250
Projeto 4	0,291	0,371
Projeto 5	0,579	0,405
Projeto 6	0,152	0,752

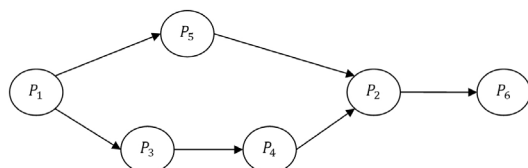


Figura 2. Representação da pré-ordem parcial obtida através do PROMETHEE I.

visibilidade faz com que a priorização dos projetos seja alinhada à visão estratégica da empresa contribuindo ao alcance dos objetivos de longo prazo.

Para os atores do processo decisório o resultado está de acordo com suas visões e o acharam bastante coerente, fazem sentido e ainda representam ao decisor um processo que agrega conhecimento. Outra contribuição do processo de desenvolvimento do modelo é que, de acordo com o gerente de múltiplos projetos, foi possível identificar como distribuir melhor os projetos para os diferentes gerentes, já que os projetos foram avaliados e analisados no processo.

A partir da priorização dos projetos os gerentes passam a distribuir sua carga de trabalho de acordo com a criticidade identificada no processo de ordenação, podendo, por exemplo, alocar 60% do seu tempo para o gerenciamento do primeiro projeto, 20% para o segundo da ordem e os restantes 20% para os demais projetos. Essa análise final em relação ao resultado da priorização dos projetos e a carga de trabalho atribuída a cada projeto de acordo com o *ranking* obtido é realizada pelo gerente de projeto em conjunto com o GMP. A cada projeto novo inserido, a avaliação deverá ser refeita.

Outros critérios poderiam ter sido incluídos no modelo, tais como o risco técnico do projeto, o número de equipes envolvidas nas atividades, o indicador de confiabilidade do sistema a ser automatizado, redução de desperdício de água no processo após a automação, o tamanho da população atendida etc. Esses critérios não foram incluídos na aplicação devido às dificuldades para adquirir os dados ou por o decisor não achar interessante naquele momento.

Sendo assim, a metodologia desenvolvida pode ser considerada uma poderosa ferramenta para o gerenciamento de múltiplos projetos na etapa de priorização de projetos em desenvolvimento.

5. Conclusões

Neste artigo foi apresentada uma proposta de utilização do modelo multicritério de apoio à decisão PROMETHEE I para priorização de projetos de automação em uma empresa pública de saneamento. Para tanto, foi feita uma modelagem utilizando parâmetros e critérios definidos em conjunto com o gerente de automação e foram feitas uma aplicação e uma análise de sensibilidade do modelo construído. Foi verificado que o modelo não é sensível a pequenas variações, pois o *ranking* do PROMETHEE I permaneceu inalterado para todas as simulações realizadas.

O modelo se apresentou satisfatório, pois atendeu às necessidades da empresa, estruturando o problema de forma que a realidade fosse refletida nele. O projeto considerado como prioritário possui características que justificam a sua escolha e a incomparabilidade que foi encontrada no processo também foi justificada, cabendo ao gerente de automação definir a prioridade entre os projetos considerados incomparáveis.

Além disso, o problema enfrentado pelo gerente de automação relacionado à inserção de novos projetos no seu portfólio foi estruturado e analisado de forma sistematizada, de modo que o sistema construído de priorização de projetos também leva em consideração os projetos extras ou urgentes que precisam ser inseridos na programação inicial feita pela gerência.

Pode-se afirmar que suas principais contribuições do modelo são:

- Estrutura de forma sistemática o processo de decisão de priorização de projetos;
- Contempla a necessidade de revisões periódicas para priorização dos projetos de acordo com mudanças de cenários;
- Incorpora no modelo o sistema de preferências dos decisores nas diferentes etapas;
- Incorpora no modelo uma combinação de diversos critérios e pontos de vistas;
- O modelo é flexível já que pode ser adaptado a diferentes situações e necessidades.

Como sugestão para trabalhos futuros, há a possibilidade de se estudar a priorização de projetos para outros tipos de empresas públicas, além da própria administração direta do governo. É possível também estruturar uma etapa anterior à priorização dos projetos, que é a alocação dos projetos aos engenheiros, ou seja, definir quando um projeto novo é introduzido no planejamento, qual engenheiro será responsável por ele. Além disso, é possível verificar também como ficariam a distribuição e a priorização dos projetos dos engenheiros quando houver a necessidade de mais de um engenheiro trabalhar em um mesmo projeto, já que na organização atual da empresa que foi analisada cada

projeto é responsabilidade de um único engenheiro, portanto o modelo construído neste trabalho só pode ser aplicado para priorizar o grupo de projetos que está sob a responsabilidade de um engenheiro. Dessa forma, para cada engenheiro é possível aplicar esse modelo, no entanto caso algum projeto seja desenvolvido por mais de um engenheiro, o modelo precisará ser adaptado para essa nova realidade.

Referências

- ALMEIDA, A. T. *Processo de Decisão nas Organizações: Construindo Modelos de Decisão Multicritério*. São Paulo: Atlas, 2013.
- ALMEIDA, A. T.; DUARTE, M. D. O. A multi-criteria decision model for selecting project portfolio with consideration being given to a new concept for synergies. *Pesquisa Operacional*, v. 31, p. 301-318, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-74382011000200006>
- ARAGONÉS-BELTRÁN, P.; CHAPARRO-GONZÁLEZ, J. P.; RODRIGUEZ-POZO, F. An ANP-based Approach for the Selection of Photovoltaic Solar Power Plant Investment Projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, p. 249-264, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2009.07.012>
- ARCHER, N.; GHASEMZADEH, F. Project Portfolio Selection and Management. In: MORRIS, P.; PINTO, J. (Org.). *The wiley guide to Project Program and Portfolio Management*. Hoboken: John Wiley And Sons, 2007. p. 237-255. <http://dx.doi.org/10.1002/9780470172391.ch11>
- BEHZADIAN, M. et al. PROMETHEE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, v. 200, n. 1, p. 198-215, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.021>
- BELTON, V.; STEWART, T. J. *Multiple Criteria Decision Analysis*. Kluwer Academic Publishers, 2002. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1495-4>
- BRANS, J. P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, v. 24, p. 228-238, 1986. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90044-5](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(86)90044-5)
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. *PROMETHEE-GAIA: une méthodologie d'aide à la décision en présence de critères multiples*. Bruxelas: Éditions de l'Université de Bruxelles, 2002.
- BRANS, J. P.; MARESCHAL, B. PROMETHEE methods. In: FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. (Eds.). *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer, 2005. p. 163-195.
- CAMPOS, A. C. S. M.; DAHER, S. F. D.; ALMEIDA, A. T. New Patents on Business Process Management Information Systems and Decision Support. *Recent Patents on Computer Science*, v. 4, p. 91-97, 2011. <http://dx.doi.org/10.2174/221327591104020091>
- CASTRO, H. G.; CARVALHO, M. M. Gerenciamento do portfolio de projetos: um estudo exploratório. *Gestão & Produção*, v. 17, n. 2, p. 283-296, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200006>
- DOOLEY, L.; LUPTON, G.; O'SULLI VAN, D. Multiple Project Management: a Modern Competitive Necessity. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 16, n. 5, p. 466-482, 2005. <http://dx.doi.org/10.1108/17410380510600464>
- DYE, L.; PENNYPACKER, J. *Managing Multiple Projects: Planning, Scheduling, and Allocating Resources for Competitive*. Marcel Dekker: Center for Business Practices, 2002.
- GRAY, C. F.; LARSON, E. W. *Gerenciamento de projetos: o processo gerencial*. McGraw Hill, 2009.
- GREINER, M. A. et al. A Hybrid Approach Using the Analytic Hierarchy Process and Integer Programming to Screen Weapon Systems Projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v. 50-52, p. 192-203, 2003. <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2003.810827>
- GONÇALVES, J. F.; MENDES, J. J. M.; RESENDE, M. G. C. A genetic algorithm for the resource constrained multi-project scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, n. 189, p. 1171-1190, 2008. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.06.074>
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.; ALMEIDA, A. T. *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*. 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Atlas, 2009.
- HEISING, W. The integration of ideation and project portfolio management—A key factor for sustainable success. *International Journal of Project Management*, v. 30, p. 582-595, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.01.014>
- JONAS, D. Empowering project portfolio managers: how management involvement impacts project portfolio management performance. *International Journal of Project Management*, v. 28, n. 8, p. 818-831, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.07.002>
- KERZNER, H. *Gestão de Projetos - As Melhores Práticas*. 2. ed. São Paulo: Editora Bookman, 2005.
- LEE, J. W.; KIM, S. H. An Integrated Approach for Interdependent Information System Project Selection. *International Journal of Project Management*, v. 19, p. 111-118, 2001. [http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863\(99\)00053-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0263-7863(99)00053-8)
- MARQUES, G.; GOURC, D.; LAURAS, M. Multi-criteria performance analysis for decision making in project management. *International Journal of Project Management*, v. 29, n. 8, p. 1057-1069, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.10.002>
- MAVROTAS, G.; DIAKOULAKI, D.; CALOGHIROU, Y. A Combinatorial Multicriteria Approach for Corporate Funding Under Policy Restrictions. *Operational Research*, v. 1, n. 3, p. 299-314, 2001.
- MESKENDAHL, S. The influence of business strategy on project portfolio management and its success—a conceptual framework. *International Journal of Project Management*, v. 28, n. 8, p. 807-817, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.06.007>
- MIGUEL, P. A. Cauchick. Implementação da gestão de portfolio de novos produtos: um estudo de caso. *Produção*, v. 18, n. 2, 2008.
- MORAIS, D. C.; CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T. Prioritization of areas of loss control in water distribution networks. *Pesquisa Operacional*, v. 30, n. 1, p. 15-32, 2010.
- MOTA, C. M. M.; ALMEIDA, A. T. A multicriteria decision model for assigning priority classes to activities in project. *Annals of Operations Research*, v. 199, n. 1, p. 361-372, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-011-0853-z>
- MOTA, C. M. M.; ALMEIDA, A. T.; ALENCAR, L. H. A multiple criteria decision model for assigning priorities to activities

- in project management. *International Journal of Project Management*, v. 27, p. 175-181, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.08.005>
- PATANAKUL, P.; MILOSEVIC, D. The effectiveness in managing a group of multiple projects: Factors of influence and measurement criteria. *International Journal of Project Management*, v. 27, p. 216-233, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2008.03.001>
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE - PMI. *The Standard for Portfolio Management*. PMI, 2006.
- RABECHINI JUNIOR, R.; MAXIMIANO, A. C. A.; MARTINS, V. A. A adoção de gerenciamento de portfólio como uma alternativa gerencial: o caso de uma empresa prestadora de serviço de interconexão eletrônica. *Produção*, v. 15, p. 416-433, 2005.
- ROY, B. *Multicriteria methodology for decision aiding*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers; 1996. <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4757-2500-1>
- SMITH-PERERA, A. et al. A Project Strategic Index proposal for portfolio selection in electrical company based on the Analytic Network Process. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 14, p. 1569-1579, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2010.01.022>
- TROJAN, F.; MORAIS, D. C. Prioritizing alternatives for maintenance of water distribution networks: a group decision approach. *Water S.A.*, v. 38, p. 555-514, 2012. <http://dx.doi.org/10.4314/wsa.v38i4.11>
- TUROLLA, F. A.; OHIRA, T. H. A Economia do Saneamento Básico. In: CICLO DE DEBATES EITT, DO GRUPO DE ESTUDOS EM ECONOMIA INDUSTRIAL, TRABALHO E TECNOLOGIA DO PROGRAMA DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS EM ECONOMIA POLÍTICA DA PUC-SP, 3., 2005, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 2005.
- VARIAN, H. R. *Microeconomia: Princípios Básicos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003.
- VETSCHERA, R.; ALMEIDA, A. T. A PROMETHEE-based approach to portfolio selection problems. *Computers & Operations Research*, v. 39, p. 1010-1020, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cor.2011.06.019>
- VINCKE, P. *Multicriteria decision-aid*. Bruxelles: Wiley & Sons; 1992.
- VOSS, M. Impact of customer integration on project portfolio management and its success—Developing a conceptual framework. *International Journal of Project Management*, v. 30, p. 567-581, 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.01.017>
- XIDONAS, P.; ASKOUNIS, D.; PSARRAS, J. Common stock portfolio selection: a multiple criteria decision making methodology and an application to the Athens Stock Exchange. *Operational Research International Journal*, v. 9, p. 55-79, 2009. <http://dx.doi.org/10.1007/s12351-008-0027-1>

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e do CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

A decision aid model for project prioritization in a sanitation company

Abstract

Brazilian sanitation and water treatment companies are strongly characterized by a hierarchy of low flexibility and, despite having flexibility in their daily project activities, they do not have the maturity needed to succeed in conducting their projects. Project prioritization is among the main problems faced by managers of multiple projects in this type of organization. To improve the prioritization techniques for projects in the management of multiple projects, this paper analyzes the management of multiple automation projects and proposes a model using the PROMETHEE I method of multicriteria decision to help the portfolio manager to prioritize his projects, using criteria and weights extracted from management reality through interviews with individuals involved in the process. The model used was considered satisfactory, given the needs of the company and of the manager of multiple projects.

Keywords

Portfolio Project Management (PPM). Multicriteria Decision Aid. Projects.