

V-063 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA AHP - ANALYTIC HIERARCHY PROCESS - NA SELEÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DO PROGRAMA METROPOLITANO DE ESGOTO

Maria Carolina Gonçalves⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade de Campinas (Unicamp). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Gerente de Departamento de Tratamento de Esgoto da Unidade de Negócio de Tratamento de Esgotos da Metropolitana da Sabesp.

Nelson Campos de Lima⁽²⁾

Engenheiro de Computação pela Universidade São Judas Tadeu, MBA em Gestão Empresarial (FIA/USP). Gerente de Departamento de Engenharia da Unidade de Negócio de Tratamento de Esgotos da Metropolitana da Sabesp.

Silvana Martins Santos⁽³⁾

Engenheira Civil pela Universidade Mogi das Cruzes. Especialização em Engenharia em Saúde Pública e Ambiental - Faculdade de Saúde Pública - USP e MBA em Administração para Engenheiros (Mauá). Engenheira do Departamento de Engenharia da Unidade de Negócio de Tratamento de Esgotos da Metropolitana da Sabesp.

Valéria M. Monte Alegre Angeli⁽⁴⁾

Engenheira Civil pela Universidade de Campinas (Unicamp). MBA em Administração para Engenheiros - (Mauá) e em Gestão Empresarial - (Business School São Paulo). Especialização em Engenharia de Saneamento Básico pela Faculdade de Saúde Pública - USP. Gestora dos Processos de Esgoto e do Programa Córrego Limpo do Departamento de Planejamento Integrado da Sabesp, Professora convidada do Mackenzie - Curso de especialização em Engenharia de Saneamento Ambiental - Disciplina: Gestão da Operação do Sistema de esgotos.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dr. Adhemar de Barros, 629 - casa 40 - Jardim Europa - Valinhos - São Paulo - CEP 13270-600 - Brasil - [Tel: 55\(11\)3388-6931](tel:55(11)3388-6931) - e-mail: mcgoncalves@sabesp.com.br

RESUMO

Em um ambiente que contempla projetos com alta complexidade e envolve diversas áreas, surge a necessidade da utilização de metodologia para auxiliar na tomada de decisão quanto à priorização dos empreendimentos de esgoto a implantar. Esse trabalho trata da utilização da ferramenta Analytic Hierarchy Process (AHP) que por meio de modelos matemáticos e estatísticos permite criar critérios objetivos para subsidiar nas decisões quanto à priorização e à seleção dos futuros empreendimentos do Programa Metropolitano de Esgoto, envolvendo todas as áreas operacionais interessadas.

PALAVRAS-CHAVE: Critérios de priorização, empreendimentos, impacto estratégico, complexidade, urgência.

INTRODUÇÃO

Devido à complexidade do Programa Metropolitano de Esgoto, da necessidade de alocar um grande volume de investimentos para atingir a universalização dos serviços, da grande diversidade dos projetos e dos respectivos benefícios foi adotada a metodologia Analytic Hierarchy Process (AHP) na priorização dos empreendimentos deste programa, com o objetivo de tornar o processo mais sistematizado e com a participação de equipe composta por representantes das unidades de empreendimentos, planejamento e operação.

A ideia principal é que a tomada de decisão deve ser subsidiada por ferramentas matemáticas que favoreçam a objetividade nas decisões. E os empreendimentos priorizados deverão estar alinhados às diretrizes estratégicas da empresa.

Por meio da ferramenta AHP, os empreendimentos que receberem as maiores pontuações dos critérios nas categorias: impacto estratégico, complexidade e urgência, critérios estes pré-estabelecidos pelos principais

envolvidos, deverão ter prioridade. Ressaltando ainda, que a implantação de empreendimentos com base na hierarquização da AHP, favorece o atendimento das metas e a universalização.

OBJETIVO

O objetivo do trabalho é apresentar a metodologia Analytic Hierarchy Process (AHP) na priorização e na seleção dos futuros empreendimentos do Programa Metropolitano de Esgoto, envolvendo todas as áreas operacionais interessadas, a fim de priorizar os recursos para as obras de maior impacto estratégico e emergenciais da empresa. O trabalho também detalha os critérios utilizados para priorização dos empreendimentos do Programa Metropolitano de Esgoto, os passos e os resultados obtidos com a metodologia, aplicando-se as diretrizes estratégicas de 2016 estabelecidas pela diretoria da empresa.

METODOLOGIA UTILIZADA

Os fatores utilizados para avaliação dos empreendimentos do Programa Metropolitano de Esgoto foram: Impacto Estratégico, Complexidade e Urgência. Analytical Hierarchy Process (em português Processo Analítico Hierárquico) é uma técnica de análise de decisão e planejamento de múltiplos critérios, desenvolvida na década de 70 por Thomas L. Saaty. A teoria baseia-se na maneira como a mente humana conceitua e estrutura um problema complexo.

O método natural de funcionamento da mente humana quando confrontada com um problema complexo, com grande número de elementos, é dividi-los em grupos, baseados em propriedades comuns, decomposição da complexidade encontrada, elaboração de julgamentos comparativos, descobrimento das relações e síntese da decisão.

Fazer as escolhas certas, com base em critérios adequados e alinhados, torna-se um fator crítico de sucesso e de sobrevivência organizacional. De modo simplificado, a priorização dos empreendimentos em um portfólio nada mais é do que uma ordenação baseada em uma relação entre os impactos estratégicos, complexidade e urgência de cada empreendimento. Uma vez que as organizações estão inseridas em um contexto complexo e variável, o desafio está exatamente em determinar os empreendimentos mais importantes do portfólio, avaliando o impacto estratégico, a complexidade, urgência e os custos dos empreendimentos.

A metodologia AHP se caracteriza por esta capacidade de analisar um problema, por meio da construção de níveis hierárquicos menos complexos, facilitando o entendimento e facilitando a síntese, utilizando um modelo matemático para auxiliar a decisão. A metodologia AHP também se baseia no princípio de que a experiência e o conhecimento das pessoas envolvidas são valiosos para o processo de tomada de decisão. A metodologia é utilizada para obter julgamentos por meio de consenso.

A metodologia é desenvolvida em três etapas: estruturação, julgamentos comparativos e síntese das prioridades.

Na primeira etapa da AHP, os fatores (impacto estratégico, complexidade e urgência) são relacionados e arranjados em uma estrutura hierárquica descendente, formada pelos critérios e subcritérios. A utilização da metodologia AHP se inicia pelo desmembramento dos problemas em uma hierarquia de critérios e subcritérios mais facilmente analisáveis. O objetivo principal do Programa Metropolitano de Esgoto é a melhoria do atendimento da área de atuação.

Com o desmembramento destes fatores foi criada a estrutura hierárquica inter-relacionada. A Figura 1 apresenta como foi montada a estrutura do fator complexidade. E mostra a hierarquia dos critérios e subcritérios.

A base da estruturação e da implementação da metodologia é realizada por meio da identificação dos critérios principais e decomposição em subcritérios com níveis menos complexos. Após o desmembramento foram definidos os conceitos com as definições e descrições de cada critério e subcritério, facilitando o entendimento e garantindo a homogeneidade nas avaliações.

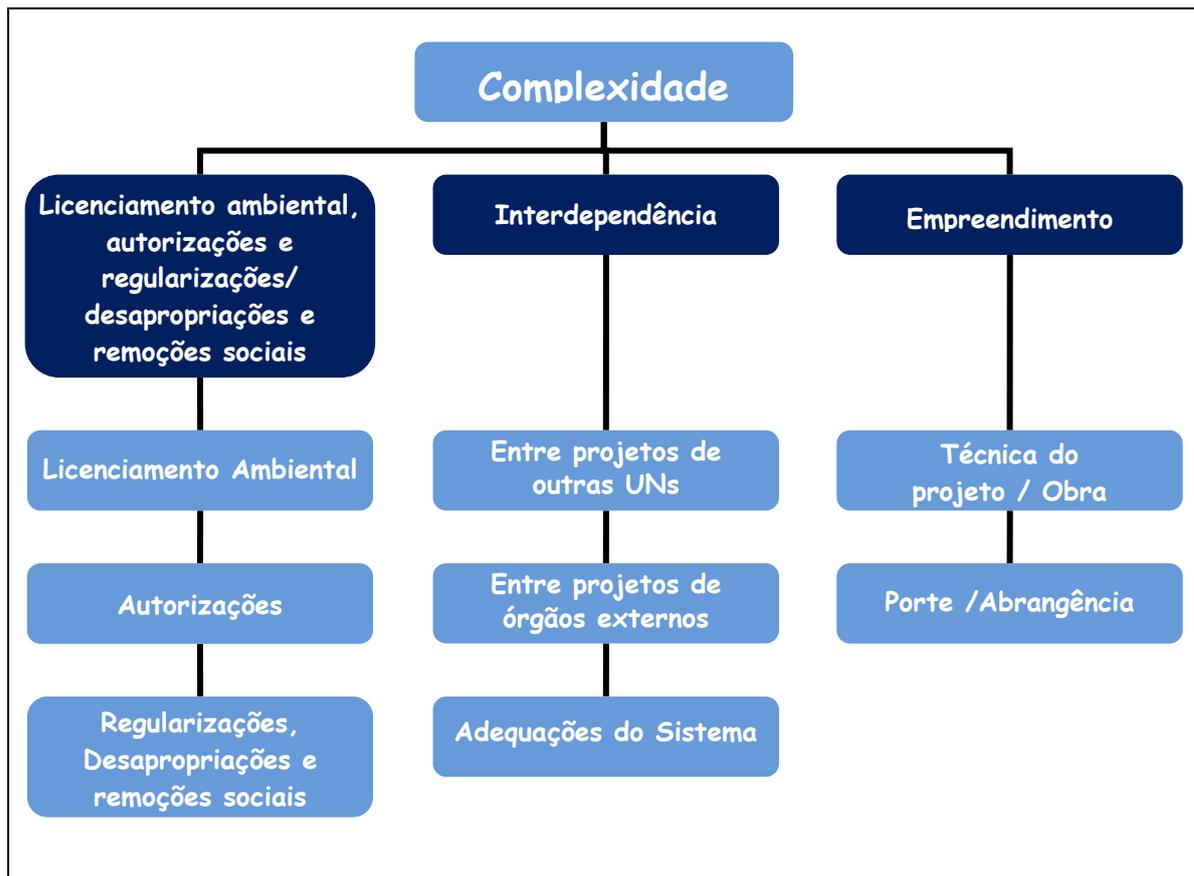


Figura 1: Fase do desmembramento em critérios e subcritérios do fator complexidade.

O próximo passo é a formulação de perguntas (Figura 2) para cada subcritério.

Para esta etapa é importante que os responsáveis pelas respostas dos questionários tenham amplo conhecimento de todas as etapas dos empreendimentos. O cruzamento dos questionários para todos os critérios e subcritérios definidos determina a pontuação final de cada um dos empreendimentos.

		Com relação ao grau de complexidade para obtenção do Licenciamento ambiental, autorizações e regularizações/ desapropriações na execução do projeto, a intervenção apresenta:		Pontos	Justificativa		
Questionário 2: Complexidade	Seção 1 - Licenciamento ambiental, autorizações e regularizações/ desapropriações.	Licenciamento Ambiental	1	Não há necessidade de licenciamento ou LI válida	▲	1	
			2	Baixa/média complexidade (Ex.: APRM, APA)			
			3	Alta complexidade (Ex.: EIA/RIMA, IPHAN, DAEE)	▼		
		Autorizações	1	Não há necessidade de autorizações ou autorização já obtida	▲	1	
			2	Baixa/média complexidade (Ex.: Prefeituras, Convias)			
			3	Alta complexidade (Ex.: Petrobrás, DERSA, DER, CPTM, DNIT, Concessionárias em rodovias)	▼		
		Regularizações, desapropriações e remoção social	1	Não há necessidade ou já possui regularização/desapropriação/Remoção social	▲	1	
			2	Baixa/média complexidade (Ex.: Desapropriações e regularizações de áreas/faixa de servidão)			
			3	Alta complexidade (Ex.: Remoção social, Aquisições sem escritura)	▼		
	Seção 2 - Interdependência	Com relação a existência de interdependência da intervenção:					
		Entre projetos de outras UNs	1	Não existe interdependência.	▲	1	
			2	Existe interdependência entre 2 UNs.			
3			Existe interdependência entre mais que 2 UNs.	▼			
Entre projetos de órgãos externos		1	Não existe interdependência.	▲	1		
		2	Existe interdependência com um órgão externo.				
		3	Existe interdependência com mais de um órgão externo.	▼			
Adequação do sistema		1	Mantém o sistema atual.	▲	1		
		2	Implica em adequações do sistema existente (coletores, interceptores, EEEs e ETES).				
	3	Implica em ampliações do sistema (coletores, interceptores, EEEs e ETES).	▼				
Seção 3 - Empreendimento	Com relação a existência de projeto executivo e sua viabilidade.						
	Técnica de Projeto/ Obra	1	Baixo grau de dificuldade técnica. (Ex.: Vala a céu aberto até 3 metros, locais sem restrição do entorno, sem travessias)	▲	1		
		2	Médio grau de dificuldade técnica. (Ex.: Método construtivo em tubo cravado ou furo direcional, ou vala a céu aberto acima de 3 metros, travessias em córregos)				
		3	Alto grau de dificuldade técnica. (Ex.: Método construtivo em NATM, restrições no entorno em locais de grande circulação, solo instável, travessias no Rio Tietê, no Rio Pinheiros ou Tamanduateí)	▼			
	Porte/ Abrangência	1	Intervenção que contemple investimentos abaixo de R\$ 10 milhões.	▲			
		2	Intervenção que contemple investimentos acima de R\$ 10 e abaixo de R\$ 70 milhões				
3		Intervenção que contemple investimentos maior ou igual a R\$ 70 milhões	▼	3			

Figura 2: Modelo dos questionários com base nos critérios e subcritérios.

Os questionários foram elaborados para cada item: impacto estratégico, complexidade e urgência.

A segunda etapa da metodologia é a de julgamentos comparativos. Nesta fase da avaliação utiliza-se uma escala de medidas, desenvolvida por Saaty, para determinar a prioridade dos critérios e subcritérios em relação ao objetivo principal. Saaty estabeleceu uma escala de nove níveis mostrados na Tabela 1.

Quando se atribui os valores de 1 a 9, para os critérios e subcritérios, determina-se a importância relativa de cada critério e subcritério em relação ao outro. Os critérios e subcritérios são avaliados dois a dois, e o objetivo desta avaliação é determinar a importância relativa de cada um e o seu peso relativo.

Tabela 1: Escala de Julgamento de Saaty.

INTENSIDADE DE IMPORTÂNCIA	DEFINIÇÃO	EXPLICAÇÃO
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande e essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra, sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.

Para realizar este julgamento par a par utiliza-se como base o software Excel desenvolvido para realizar cálculos de correlações e consistência. Este julgamento irá definir os pesos dos critérios e subcritérios (Figura 3). Nesta etapa nenhum dos critérios deve apresentar inconsistência acima do tolerável.

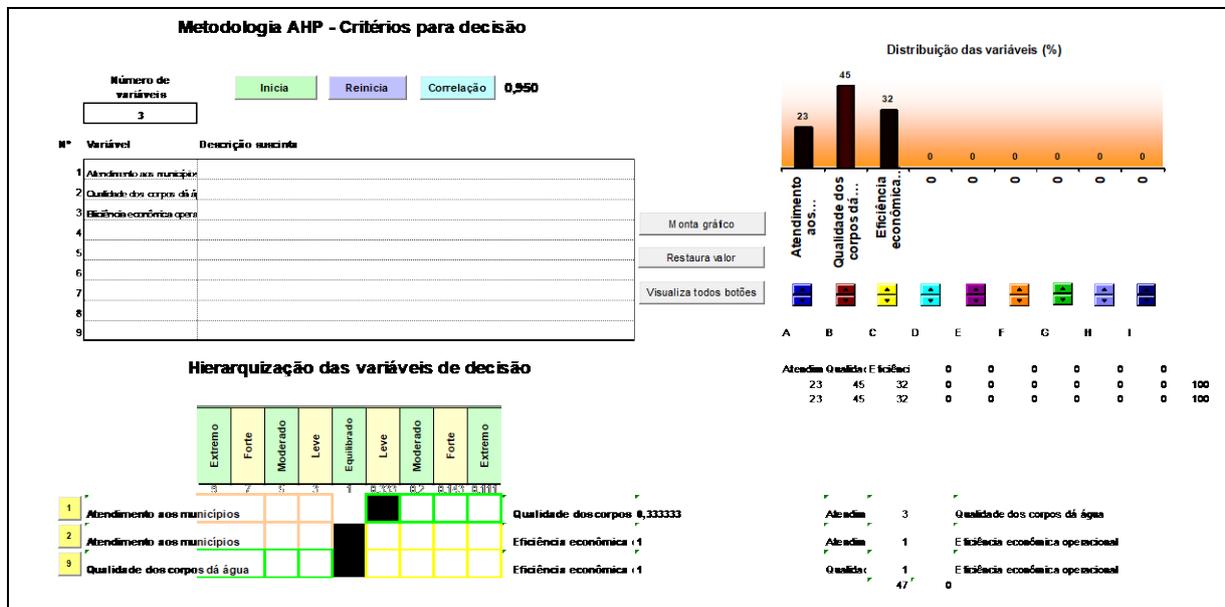


Figura 3: Programa do Excel para determinar os pesos dos critérios e subcritérios.

A terceira etapa compreende a síntese das prioridades. A pontuação dos questionários (respondidos pelos responsáveis dos empreendimentos) é lançada numa planilha Excel que ponderada com os pesos dos critérios e subcritérios e das alternativas dos questionários dão a pontuação final dos empreendimentos, e sendo a base para a matriz de prioridades.

RESULTADOS OBTIDOS

Com a árvore estruturada, as prioridades dos critérios estabelecidas e os questionários respondidos, é possível determinar como cada um dos empreendimentos candidatos comporta-se em relação aos critérios estabelecidos (Figura 4).

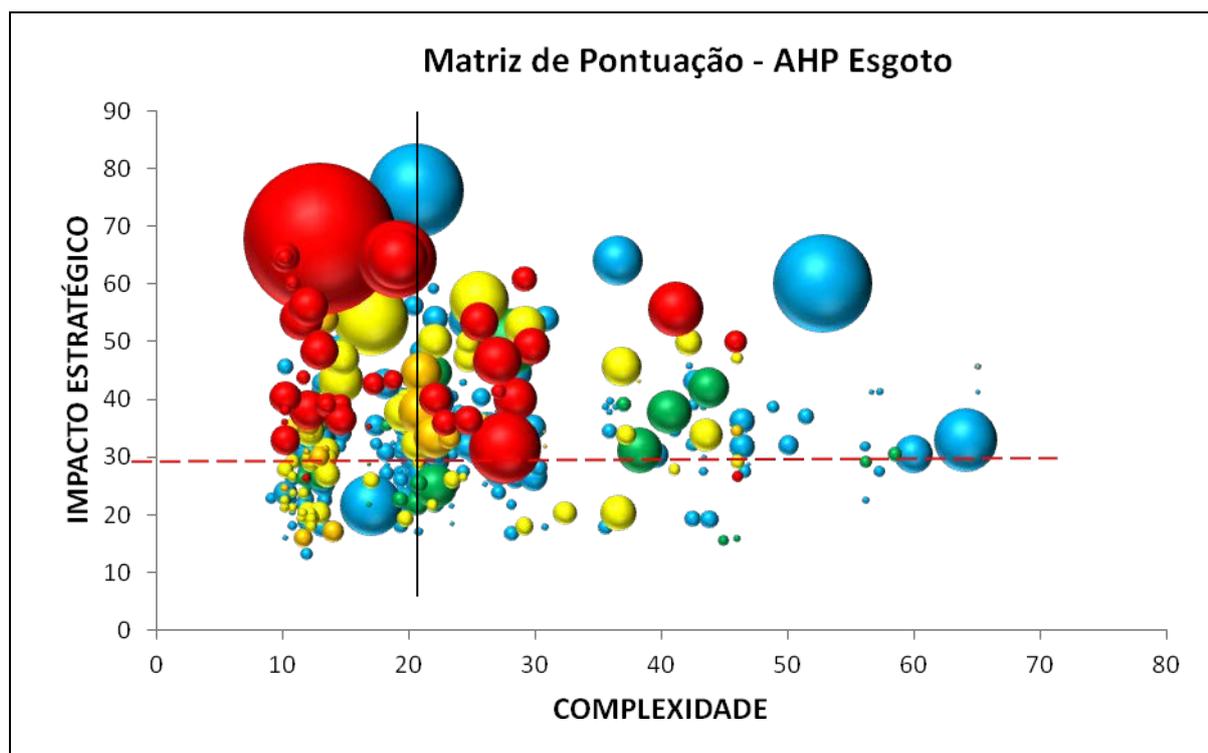


Figura 4: Matriz de Prioridades dos Empreendimentos do Programa Metropolitano de Esgoto.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A metodologia AHP tem a capacidade de simplificar e organizar de forma racional os critérios necessários para a avaliação dos futuros empreendimentos. Os empreendimentos priorizados por quadrantes, segundo os critérios de impacto estratégico e complexidade, são resultado da metodologia. Desta forma, os empreendimentos são classificados com uma visão sistêmica e permitirá nortear os investimentos nos sistemas de esgoto operados pela empresa.

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Um dos principais desafios das organizações está na sua capacidade de fazer as escolhas certas e consistentes, de modo alinhado ao seu direcionamento estratégico. A metodologia AHP atende ao processo de tomada de decisão e é caracterizada pela sua simplicidade. Ao considerar aspectos objetivos e subjetivos, numéricos e qualitativos, o método consegue um ótimo resultado e mostrou-se apropriado para definição de prioridades, resultando em uma importante ferramenta para auxiliar na tomada de decisão de empreendimentos do Programa Metropolitano de Esgoto. É importante ressaltar que a tomada de decisão pressupõe que as pessoas envolvidas em cada uma das etapas tenham um amplo conhecimento dos empreendimentos e que a metodologia irá orientar a priorização destes, e deve sempre estar alinhada com as diretrizes estratégicas da empresa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process, Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008.
2. VARGAS, R.V. Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. PMI Global Congress 2010 – North America Washington, DC, EUA, 2010.
3. GONÇALVES, M.C., CARVALHO, F.V., MOSTÉRIO, M.C.J.F., OSHIRO, F.O., Priorização dos futuros investimentos do Programa Metropolitano de Esgotos utilizando a metodologia AHP, Congresso AESABESP, Set., 2007.