

## V-123 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE GESTÃO DE ATIVOS NAS INSTALAÇÕES DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO

**Gabriel Minoru Cavalcanti Yoshida** <sup>(1)</sup>

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Especialista em Gestão Pública pela Universidade de Mogi das Cruzes - UMC. Gestor da Engenharia de Manutenção do Departamento de Engenharia da Unidade de Negócio de Tratamento de Esgoto da Metropolitana.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua das Hortências, 37 – Parque Santa Rosa - Suzano - SP - CEP: 08664-020 - Brasil - Tel: (11) 98452-1277 - e-mail: [gyoshida@sabesp.com.br](mailto:gyoshida@sabesp.com.br)

### RESUMO

A aplicação da Metodologia de Gestão de Ativos nas unidades operacionais das instalações de coleta e tratamento de esgotos oferece a possibilidade de racionalização das intervenções ao longo do ciclo de vida dos ativos de maneira objetiva, auxiliando na tomada de decisão e no planejamento de médio e longo prazo. O método apresenta critérios objetivos que possibilitam a avaliação do tempo restante de vida útil do ativo e do impacto de sua falha no local onde encontra-se inserido. Este impacto é calculado através da relação entre a Probabilidade de Falha (PoF) e a Consequência da Falha (Cof) resultando no Nível de Exposição ao Risco (NER). Este indicador possibilita a priorização das intervenções. A escolha da intervenção define-se através do Estudo de Viabilidade Econômica Financeira (EVEF) para diferentes tipos de intervenções caracterizadas por: recuperação, reabilitação ou substituição e o acréscimo de vida útil que cada intervenção oferece.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Ativos, Manutenção.

### INTRODUÇÃO

O setor de saneamento básico nacional encontra-se ainda incipiente em suas ações relacionadas à universalização da coleta e tratamento de esgotos, bem como no abastecimento de água, demandando a execução de obras de infraestrutura principalmente nas regiões economicamente deficitárias como as localizadas no norte e nordeste do país. Segundo o Instituto Trata Brasil apenas 50,3% da população tem acesso à coleta de esgoto e do esgoto coletado apenas 42,67% são tratados. As regiões Norte e Nordeste apresentam o menor índice de esgotos tratados, 16,42% e 32,11% respectivamente. Nos estados mais desenvolvidos da nação alguns municípios atingiram a universalização citada, entretanto ainda há um longo percurso até a universalização se tornar uma realidade palpável. Segundo esta mesma fonte, o custo para a universalização dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto é de 303 bilhões em 20 anos. Este contexto revela a caracterização dos países localizados na periferia do capital onde se pode notar o desenvolvimento combinado e desigual dos estados que compõe a nação. Por um lado, encontramos municípios onde a universalização é uma realidade enquanto, por outro lado, encontramos municípios onde crianças falecem de doenças relacionadas à falta de saneamento básico.

A Metodologia de Gestão de Ativos encontra campo de atuação tanto nas regiões onde se encontra consolidada a infraestrutura para a oferta adequada dos serviços de saneamento básico, quanto para aquelas que demandam de obras para esta consolidação. O foco deste método está no acompanhamento do ciclo de vida do ativo, possibilitando de maneira objetiva a intervenção na ocasião adequada e, quando consolidada, permite responder aos seguintes questionamentos:

- Quais ativos têm prioridade de intervenção?
- Qual o tipo de intervenção indicada?
- Quando a intervenção deverá ser executada?

A utilização deste método possibilita a alocação assertiva dos recursos destinados às intervenções nos ativos que compõe o sistema de saneamento básico possibilitando o cuidado e o zelo necessário na utilização destes recursos públicos destinados para tal fim.

## **OBJETIVO**

Apresentar os benefícios proporcionados pela aplicação da metodologia de Gestão de Ativos como ferramenta de auxílio na tomada de decisão na definição das intervenções nos ativos operacionais das instalações de coleta e tratamento de esgoto.

Como ativos operacionais consideram-se os equipamentos que compõem as instalações que contribuem para o processo de coleta e tratamento de esgotos como coletores e interceptores, equipamentos eletromecânicos e estruturas civis que compõem as estações elevatórias e as estações de tratamento de esgoto.

## **HISTÓRICO**

No ano de 2004 o Instituto de Gestão de Ativos (IAM) e a British Standard Institute (BSI), ambos de origem britânica, lançaram uma especificação para gestão de ativos que se tornou em 2008 disponível publicamente com o nome PAS 55. No ano de 2009 a especificação foi apresentada para a Organização Internacional de Normalização (ISO) como base para um novo padrão ISO para Gestão de Ativos. A proposta foi aprovada resultando na família de normas ISO 55000, desenvolvida com a participação de 31 países, inclusive o Brasil. Estas normas apresentam a descrição de um Sistema de Gestão para a Gestão dos Ativos, elas não descrevem o processo para a Gestão de Ativos, que é a proposta metodológica apresentada neste artigo. Estas normas entraram em vigor no Brasil a partir de março de 2014 com a série nomeada de NBRISO 55000.

A partir do ano de 2012 a Associação Brasileira de Manutenção (Abraman) modificou o nome da instituição para Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, a fim de estruturar o desenvolvimento de novas atividades e ampliar o escopo de atuação da associação. A partir desta data os congressos realizados por esta instituição apresentaram com relevância a discussão sobre o tema de Gestão de Ativos.

Além das fronteiras nacionais, a metodologia de Gestão de Ativos é amplamente utilizada em ativos relacionados à infraestrutura com a elaboração de manuais e treinamentos para diversos setores como os desenvolvidos pela EPA (Environmental Protection Agency) a Agência de Proteção Ambiental estadunidense voltada para o setor de saneamento, com publicações e treinamentos específicos para a área de coleta e tratamento de esgotos.

No Brasil o tema Gestão de Ativos voltado aos setores de infraestrutura, apresenta maior desenvolvimento no setor elétrico, como constatado nos trabalhos apresentados nos últimos congressos da Abraman. No setor de saneamento as empresas nacionais ainda não apresentaram metodologia consistente de implantação do método.

Internacionalmente as empresas responsáveis pela prestação de serviços de saneamento utilizam de forma corrente a metodologia de Gestão de Ativos, com a apresentação de estudos de casos comprovando a eficácia da aplicação de tal metodologia, como os apresentados pela Seattle Public Utilities (SPU) relacionado à gestão dos ativos do sistema de saneamento e pela cidade de Wellington, na Nova Zelândia relacionado ao sistema de coleta e interceptação de esgoto. Ambos apresentam como benefícios principais a melhora da previsão orçamentária, a definição dos ativos que oferecem maior risco ao negócio e a possibilidade de acompanhamento do ciclo de vida dos ativos.

## **METODOLOGIA**

A implantação da metodologia de Gestão de Ativos divide-se nas etapas apresentadas a seguir:

1. Desenvolvimento do inventário;
2. Avaliação do desempenho dos ativos e das categorias de falha;
3. Determinação da vida útil restante;
4. Determinação do ciclo de vida e os custos de substituição;
5. Definição do nível de serviço requerido;
6. Determinação dos ativos críticos e nível de exposição ao risco;
7. Aperfeiçoar as práticas envolvidas nos processos de operação e manutenção;
8. Aperfeiçoar os programas de investimentos;
9. Determinação de estratégia de financiamento no longo prazo;
10. Construção do plano de Gestão de Ativos

As seis primeiras etapas definem a fase do diagnóstico. A operacionalização destas etapas foi agrupada em três itens:

- Inventário;
- Avaliação da condição atual;
- Determinação do nível de exposição ao risco.

A avaliação da instalação ou do ativo inicia-se com a definição da Categoria de Falha com maior probabilidade de ocorrência, utilizando como subsídio a tabela 1 apresentada a seguir:

**Tabela 1: Categorias de Falha.**

CATEGORIAS DE FALHA	DEFINIÇÃO	CARACTERÍSTICA	ESTRATÉGIA DE GESTÃO
CAPACIDADE	DEMANDA EXCEDE A CAPACIDADE DO PROJETO	CRESCIMENTO POPULACIONAL, EXPANSÃO DO SISTEMA, ETC	REVISÃO DO PROJETO
NÍVEL DE SERVIÇO	REQUISITOS LEGAIS (FUNCIONAIS) EXCEDEM A CARACTERÍSTICA DO PROJETO ORIGINAL	LICENÇAS, LEGISLAÇÃO E EXIGÊNCIAS LEGAIS	REVISÃO DO PROJETO
MORTALIDADE DO ATIVO	UTILIZAÇÃO DO ATIVO REDUZINDO SEU DESEMPENHO ABAIXO DO NÍVEL ACEITÁVEL	DETERIORAÇÃO FÍSICA (IDADE, USO, ETC)	OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO
EFICIÊNCIA	CUSTO DE OPERAÇÃO EXCEDE AS ALTERNATIVAS VIÁVEIS (NOVAS TECNOLOGIAS)	CUSTO OPERACIONAL CAPEX/OPEX	SUBSTITUIÇÃO DO ATIVO

Esta avaliação inicial possibilita estabelecer o limite de ação da metodologia de Gestão de Ativos, uma vez que a estratégia de gestão recomendada para as duas primeiras categorias de falha se referem à Revisão do Projeto. A aplicação da metodologia nestes casos possibilita uma gestão eficaz dos ativos até o encaminhamento da solução do problema raiz. Já nas demais categorias a metodologia apresenta ganho significativo possibilitando a aplicação de política adequada de intervenção durante o ciclo de vida dos ativos.

Apresenta-se na sequência os três itens que compõem o diagnóstico.

- **Inventário.** Identificação dos ativos que compõem a instalação analisada e a data de início de operação. A execução desta etapa se dá através da consulta ao sistema informatizado de cadastro, ao sistema de gerenciamento de manutenção e através de visita à instalação, verificando a confiabilidade das informações obtidas pelos sistemas, atualizando-as caso haja divergências. Na elaboração do inventário os ativos são divididos por especialidades: Mecânica, Elétrica, Civil e Automação. Utiliza-se como referência para o cálculo da vida útil restante do ativo os valores de expectativa de vida apresentados na tabela 2.

**Tabela 2: Vida útil dos ativos.**

A-1 - Vida Útil (Anos)		
Classe	Tipo de Ativo	Expectativa de vida
1	Estrutura Civil	50
2	Tubulação pressurizada	50
3	Coletores e Interceptores	50
4	Bombas	20
5	Válvulas	10
6	Motores	20
7	Dispositivos elétricos	15
8	Instrumentos	10
9	Instalações prediais e viária	50
10	Área de Implantação (terreno)	-

- **Avaliação da condição atual do ativo.** Consiste na atribuição de notas conforme o estado de conservação constatado. Esta etapa é realizada através de inspeção visual e da análise do histórico de intervenção das equipes de manutenção, utilizando como suporte a tabela 3.

**Tabela 3: Avaliação da Condição.**

A-2 - Avaliação da Condição		
Classificação	Descrição	Nível de Manutenção
1	Novo ou Excelente	Preventiva Normal
2		
3	Apenas Pequenos Defeitos	Preventiva Normal e Corretiva Eventual
4		
5	Deterioração Moderada	Preventiva Normal e Corretiva Constante
6		
7	Deterioração Significativa	Reparo Constante, Reabilitação
8		
9	Praticamente Inutilizável	Reabilitação Improvável
10	Inutilizável	Substituição

- **Determinação do Nível de Exposição ao Risco.** Esta é considerada a principal etapa do método, onde se determina o nível de risco que o ativo apresenta em caso de perda de sua funcionalidade. Este nível varia de acordo com a importância do ativo analisado. Como exemplo pode-se comparar a diferença do nível de risco de falha de uma bomba de uma elevatória intermediária de um sistema de esgotamento que recalca 5% de toda a vazão resultante do sistema, com a falha de uma bomba localizada na elevatória final da estação de tratamento que tem como função o recalque de 100% da vazão do sistema. No primeiro caso a falha do ativo afeta apenas a instalação (estação elevatória) enquanto que no segundo caso todo o sistema de esgotamento é afetado. A determinação do Nível de Exposição ao Risco (NER) é obtida através da relação entre a Probabilidade de Falha (PoF) e a Consequência da Falha (Cof) levando em conta a existência ou não de redundâncias, o que altera a probabilidade de falha. A fórmula utilizada para a determinação do Nível de Exposição ao Risco é apresentada na figura 1. Apresenta-se a seguir a tabela 4 utilizada para a determinação da

Probabilidade de Falha (Pof), a tabela 5 utilizada para a determinação da Consequência da Falha (CoF) e a tabela 6 que apresenta os fatores de ajuste na existência de redundâncias.

$$\text{NER} = \text{PoF} \times (1 - R) \times \text{CoF}$$

**Figura 1: Fórmula para a determinação do Nível de Exposição ao Risco (NER).**

**Tabela 4: Probabilidade de Falha.**

D-1 Probabilidade de Falha	
% Efetiva de Vida Consumida	Classificação
0%	1
10%	2
20%	3
30%	4
40%	5
50%	6
60%	7
70%	8
80%	9
90%	10

**Tabela 5: Consequência de Falha.**

C-1 Consequência de Falha			
Classificação	Descrição	% Afetada	Nível
1	Falha Relativa nos Componentes	0-25%	Ativo
2	Falha Significativa nos Componentes	25-50%	Ativo
3	Falha no Ativo Principal	0-25%	Ativo
4	Falha em Múltiplos Ativos	25-50%	Instalação/ Sub Sistema
5	Falha Significativa na Instalação	50-100%	Instalação
6	Falha Minorada no Sistema Saneamento	20-40%	Sistema de Saneamento
7	Falha Média	40-60%	Sistema de Saneamento
8	Falha Intermediária	60-80%	Sistema de Saneamento
9	Falha Significativa	80-90%	Sistema de Saneamento
10	Falha Total	90-100%	Sistema de Saneamento

**Tabela 6: Fatores de ajuste - Redundância.**

D-2 Redundância	
Nível de Redundância	Redução da PoF
50% Backup	0,5
100% Backup	0,9
200% Secondary Backup	0,98

Como exemplo de aplicação do método, apresenta-se um caso hipotético de uma estação elevatória responsável pelo recalque de 6% da vazão gerada no sistema de esgotamento, que apresenta entre seus ativos uma bomba submersível que teve o início de operação no ano de 2004. Atualmente esta estação não apresenta conjunto de bombeamento reserva.

A idade deste ativo, no ano de 2017, é de 13 anos. O tempo estimado de vida útil do equipamento (tabela 2) é de 20 anos, portanto ainda restam 7 anos de vida útil. Entretanto na avaliação da condição verificou-se que este ativo apresenta a classificação 5 (tabela 3) o que diminui o tempo de vida útil restante para 3,5 anos ou seja 82,5% da vida útil deste ativo foi consumida. A probabilidade de falha é classificada como 9 (tabela 4) e a consequência de falha classificada como 5 (tabela 5) pois a falha deste ativo afeta 100% da instalação. O nível de exposição ao risco que este ativo oferece é:

$$\text{NER} = 9 \times (1-0) \times 5 = 45$$

Caso estas mesmas condições fossem encontradas em uma elevatória final de uma estação de tratamento de esgotos, o valor do NER seria igual a 90, uma vez que a falha do ativo comprometeria todo o sistema de esgotamento.

Através da aplicação deste procedimento aos ativos que compõe a instalação torna-se possível determinar as prioridades de intervenção comparando os valores do NER obtidos na avaliação.

Determinada a prioridade de intervenção através da comparação do indicador NER – Nível de Exposição ao Risco dos diversos ativos analisados, a escolha do tipo de intervenção se dá através de estudo de viabilidade econômica financeira através da metodologia de fluxo de caixa descontado. Os valores e parâmetros considerados são:

- Valor do Investimento (reforma, reabilitação ou substituição);
- Custo de Operação;
- Custo de Manutenção;
- Taxa de desconto;
- Vida útil para cada tipo de intervenção.

Como a análise de investimento ocorre para diferentes tipos de intervenções e consequentemente diferentes vidas úteis, o valor presente total é calculado através da média dos valores presentes de cada ano durante a vida útil considerada, possibilitando desta forma a comparação e a identificação da alternativa que apresenta maior viabilidade.

Apresenta-se a seguir a título de exemplo a análise de investimento comparando a reforma, reabilitação e a substituição de uma ponte removedora de lodo do decantador secundário de uma estação de tratamento de esgoto. Os parâmetros utilizados foram:

- Taxa de desconto: 8,06% a.a
- Acréscimo de vida útil com a reforma – 2 anos;
- Acréscimo de vida útil com a reabilitação – 10 anos;
- Acréscimo de vida útil com a substituição – 20 anos.

A tabela 7 apresenta os valores resultantes da análise.

**Tabela 7: Análise de investimento para diferentes tipos de intervenção**

Taxa de desconto	8,06%	Média Anual \$
<b>Reforma (VU=2 anos)</b>		
	<b>Total</b>	
Investimento	\$ 45.000	
Operação	\$ 2.580	
Manutenção	\$ 8.060	
<b>Custo Total</b>	<b>\$ 55.640</b>	<b>\$ 27.820</b>
<b>VP Custo Total</b>	<b>\$ 55.234</b>	<b>\$ 27.617</b>
<b>Reabilitação (VU=10 anos)</b>		
Investimento	\$ 435.000	
Operação	\$ 7.524	
Manutenção	\$ 18.759	
<b>Custo Total</b>	<b>\$ 461.283</b>	<b>\$ 46.128</b>
<b>VP Custo Total</b>	<b>\$ 333.384</b>	<b>\$ 33.338</b>
<b>Substituição (VU=20 anos)</b>		
Investimento	\$ 985.000	
Operação	\$ 16.256	
Manutenção	\$ 26.561	
<b>Custo Total</b>	<b>\$ 1.027.817</b>	<b>\$ 51.391</b>
<b>VP Custo Total</b>	<b>\$ 542.083</b>	<b>\$ 27.104</b>

O resultado da análise indica a substituição da ponte removedora de lodo como intervenção que apresenta maior viabilidade quando comparada com a reforma ou reabilitação por apresentar menor valor presente médio.

A análise econômica financeira compõe a metodologia de Gestão de Ativos possibilitando a indicação da intervenção que apresenta maior viabilidade, além de possibilitar a convivência racional com o risco quando o orçamento previsto não permite a execução desta solução, buscando a adoção de medidas de contingências na ocasião de falha do ativo.

## RESULTADOS ESPERADOS

Utilizando a metodologia descrita torna-se possível a racionalização das intervenções, determinando com maior clareza o que fazer, como fazer e quando fazer, possibilitando desta forma a assertividade das ações e a criação de um plano de Gestão de Ativos contemplado pela determinação de estratégias de financiamento e intervenções de médio e longo prazo. Possibilita ainda a análise crítica das práticas de operação e manutenção com recomendações visando a extensão da vida útil dos ativos com a adequada gestão do custo de ciclo de vida.

## CONCLUSÕES

A utilização da Metodologia de Gestão de Ativos se apresenta na atualidade como prática indispensável no gerenciamento das instalações de coleta e tratamento de esgoto, oferecendo, de maneira objetiva a possibilidade de definição da alternativa de intervenção que apresente o menor custo ao longo do ciclo de vida do ativo, que equilibre um adequado desempenho dos equipamentos atendendo ao nível de serviço requerido a um nível de risco aceitável.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY - <http://simple.werf.org/Books/Contents/Interactive-Training/EPA-Asset-Management-Training-Material>.
2. FINANCE CENTER, NEW MEXICO ENVIROMENTAL. Asset Management: A Guide For Water and Wastewater Systems, 2006.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 55000:2014 – Gestão de Ativos – Visão geral, princípios e terminologia. Rio de Janeiro, 2016.
4. ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY. Case Study Wellington, New Zealand Asset Management Program. Wellington, Novembro 2003.
5. WERF. Strategic Asset Management Case Study Seattle Public Utilities (SPU).
6. Comissão de Estudo Especial de Gestão de Ativos (ABNT/CEE 251). Salvador, Setembro 2013.
7. ABRAMAN – Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. <http://www.abraman.org.br>.
8. BRASIL, Instituto Trata. <http://www.tratabrasil.org.br>.