

Sistema de cadastramento de anomalias das obras civis do Metrô de São Paulo

C.A.M. Fernandes
A.F. Steiner
A. Lovato Jr.

Cia. do Metropolitano de São Paulo, São Paulo, Brasil

L.A. Borges
L.I. Olivani
L. Scandiuzzi
N.L.M. Borelli

Maubertec Engenharia e Projetos, São Paulo, Brasil

RESUMO: Descreve-se a metodologia adotada para desenvolvimento de sistema de cadastramento e inspeções de anomalias segundo padronização e enfoque sistêmicos, detalhando conceitos de Manutenção Integrada e etapas de elaboração dos serviços de inspeção. Apresentam-se dois exemplos de aplicação, um voltado para manutenção corretiva e outro para manutenção preventiva.

1 INTRODUÇÃO

A Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, é a responsável pela implantação, operação e manutenção da malha ferroviária da Cidade de São Paulo. Essa malha, hoje operando aproximadamente 45 km de linhas, 41 estações e 2 pátios de manutenção, corresponde a um universo de estruturas em superfície, elevadas e enterradas, englobando um conjunto bastante diverso de soluções arquitetônicas, modelos estruturais e métodos construtivos, aplicando extensa gama de materiais.

Como gestor desse patrimônio e considerando seu elevado nível de responsabilidade para manter o padrão operacional, o Metrô requer informações precisas a respeito de necessidades, prioridades e prazos disponíveis para realizar intervenções de manutenção.

A Manutenção Civil do Metrô tem constatado que essas estruturas encontram-se num estágio de vida útil em que a quantidade e a diversidade de anomalias estão demandando uma abordagem mais sistêmica e completa, que considere todas as condições e restrições impostas, por um lado, pelo sistema operacional do Metrô e, de outro, pela disponibilidade de recursos a serem aplicados.

2 CONCEITUAÇÃO

A manutenção civil, hoje reconhecida como atividade indispensável para garantir a durabilidade e disponibilidade das obras civis e o adequado funcionamento dos equipamentos eletromecânicos e eletrônicos a elas anexados, vem tendo sua

importância incrementada pela constatação de que as obras necessitam ser monitoradas, conservadas e, se necessário, reparadas.

Com esse enfoque, estão sendo desenvolvidos serviços de cadastramento e análise de durabilidade, resistência e funcionalidade das obras, conduzidos segundo um procedimento padronizado, sistemático e abrangente que serão a base para o estabelecimento de novos planos de manutenção corretiva, preventiva e preditiva das estruturas civis do Metrô.

As obras civis são, em geral, muito menos sensíveis do que os equipamentos eletromecânicos à degradação ao longo do tempo.

Se forem comparados qualitativamente os parâmetros (ver figura 1): vida útil, frequência e tempo de interferência para manutenção, imaginando que um empreendimento fosse representado por círculos concêntricos onde os equipamentos ocupassem o círculo central e os anéis concêntricos subsequentes fossem ocupados pelas instalações necessárias para a operação dos equipamentos, pelos pisos, vedações e acabamentos que os inserem, pela estrutura de sustentação e por último pelo meio ambiente em que o empreendimento está inserido, nota-se que:

- a vida útil do equipamento é menor e aumenta em direção à estrutura;
- porém, a frequência de manutenção exigida é muito maior nos equipamentos;
- o tempo necessário para executar a manutenção é menor, ou seja, as paradas são mais frequentes e consomem menos tempo.

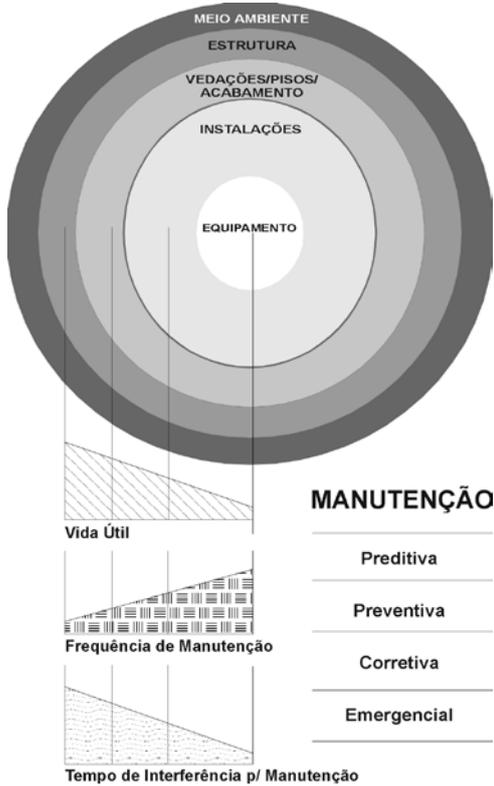


Figura 1. Conceito da Maubertec de Manutenção Integrada.

Quando ocorrem danos nas estruturas, os reparos exigem um tempo de interferência grande e, via de regra, os procedimentos de restaurações afetam a disponibilidade do próprio equipamento, por falta de suporte.

Por sua vez, o meio ambiente no qual o Empreendimento está inserido, também deve ser monitorado para garantir que o nível de agressividade na interface com a obra esteja dentro de padrões aceitáveis em relação às especificações da estrutura.

Tal conceituação de Manutenção Integrada vem sendo desenvolvida pela Maubertec, constitui a base de seu Sistema de Manutenção e se ajusta inteiramente aos objetivos do Metrô.

Este programa de serviços de inspeção e manutenção preventiva teve origem na necessidade de se manter o padrão operacional do sistema, reduzindo custos, aliado à implementação dos sistemas de garantia de qualidade, políticas adotadas pelo Metrô.

3 METODOLOGIA ADOTADA PARA OS SERVIÇOS DE INSPEÇÃO E CADASTRAMENTO DAS ANOMALIAS

A inspeção e o cadastramento das anomalias representam a etapa inicial de um sistema de manutenção que é de fundamental importância, pois está sendo considerada a base de informações para

alimentação dos trabalhos de acompanhamento e controle das obras.

As etapas de desenvolvimento dos serviços de inspeção e cadastramento das anomalias, descritas a seguir, podem ser ilustradas conforme o Fluxo de Atividades da Figura 2.

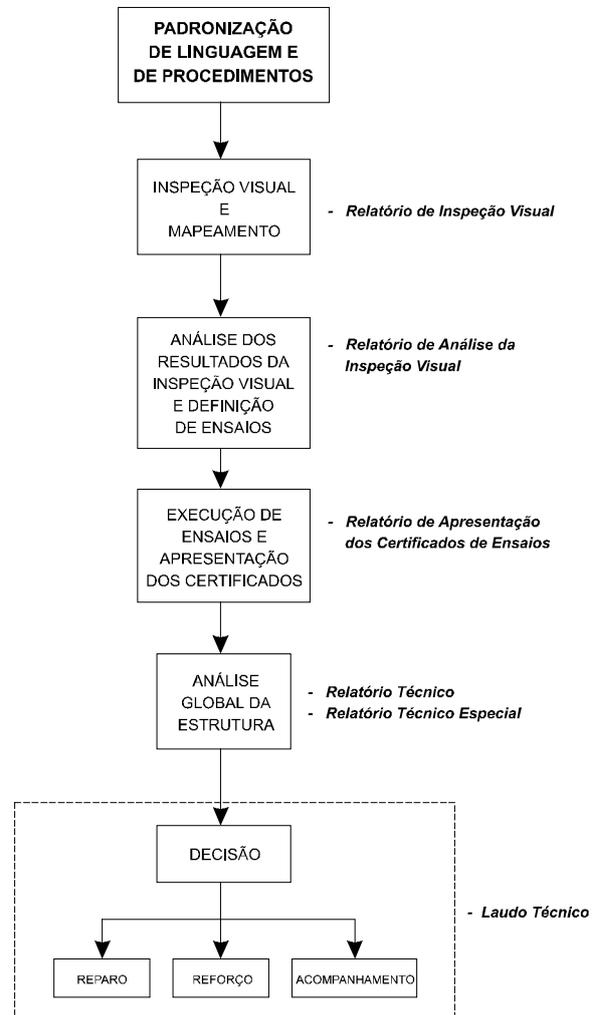


Figura 2. Fluxo de atividades dos serviços.

1ª Etapa: Padronização de linguagem e procedimentos dos serviços

Foram elaboradas as padronizações de:

- linguagem e definição dos termos empregados;
- definição e codificação das anomalias e problemas patológicos comuns de serem encontrados;
- cadernos de desenhos fonte;
- tabelas e croquis para mapeamento das anomalias;
- critérios para identificação das anomalias;
- critérios para o registro fotográfico e filmagem;
- procedimentos de inspeções.

Com relação aos cadernos de desenhos-fonte, dado o grande volume de projetos e a necessidade de facilitar a manipulação em campo (redução de tamanho), bem como disponibilizá-los no escritório, foi definida a obtenção de uma base de arquivos

digitalizados da documentação técnica original existente.

2ª Etapa: Inspeção visual e mapeamento

É o levantamento cadastral do estado patológico da estrutura, através da inspeção visual, do mapeamento das anomalias e do registro fotográfico utilizando a padronização citada na etapa anterior.

O relatório da Inspeção Visual apresenta o registro organizado da documentação técnica resultante de cada inspeção.

3ª Etapa: Análise dos resultados da inspeção visual e definição de ensaios

Engloba a análise preliminar, em relatório específico, da documentação proveniente da inspeção visual e definição dos tipos de ensaios/instrumentos necessários, com indicação das quantidades e locais de amostragem estatisticamente representativos.

4ª Etapa: Execução de ensaios e apresentação dos certificados

Compreende a execução de ensaios de desempenho que destinam-se ao aprofundamento na pesquisa das causas das anomalias. A descrição e o registro dos resultados desses ensaios são configurados nos Relatórios de Apresentação dos Certificados de Ensaios.

5ª Etapa: Análise global

Com os dados obtidos da inspeção visual e dos ensaios realizados é feita uma análise global para avaliação do estado da Estrutura, emitindo-se o Relatório Técnico desta análise.

No caso de situações anômalas emergenciais são previstos Relatórios Técnicos Especiais onde adicionalmente são informados ao Metrô as providências imediatas de intervenção.

6ª Etapa: Laudos técnicos

Os Laudos Técnicos são emitidos ao final dos trabalhos gerais, sendo um laudo para cada estrutura. Apresentam, face ao estado de conservação da mesma, a tomada de decisão quanto a acompanhamento, reparo, reforço ou necessidade de verificação estrutural complementar, orientando ainda futuras vistorias e serviços a serem executados por manutenção preventiva ou inspeções periódicas.

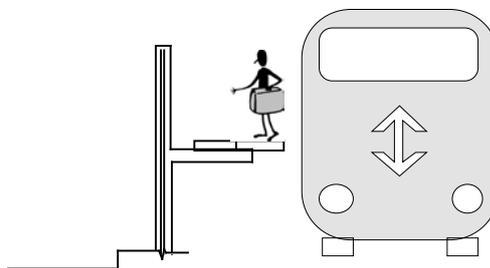
4 APLICAÇÕES

São apresentados dois casos que exemplificam a aplicação do sistema acima relatado; um voltado a manutenção corretiva, e outro eminentemente preventivo.

4.1 Passagens de emergência

As passagens de emergência são parte integrante de todas as vias do Metrô e têm como função permitir ao usuário o acesso à estação mais próxima, no caso de situações de emergência, evitando o trânsito pela via, que apresenta riscos em função da presença de linhas de alta voltagem.

Elas são formadas por placas pré-moldadas de concreto, estando o piso na mesma cota das plataformas das estações.



O Metrô, tendo já constatado degradação acentuada nestas estruturas, notadamente naquelas localizadas nos trechos expostos a intempéries (superficiais e elevados) solicitou à Maubertec, dentro de um cronograma exíguo, atenção especial para esses elementos.

A solicitação objetivou subsidiar as providências para: substituição imediata daqueles com acentuada degradação; e a médio prazo daqueles com degradação intermediária.

A análise de custo/benefício indicou a substituição dos elementos como opção mais vantajosa ao reparo, além de possibilitar a obtenção de um produto de maior durabilidade, através de uma nova concepção de projeto.

Inicialmente programou-se executar as inspeções visuais somente nas placas de piso e faces visíveis dos consolos que as sustentam, utilizando a metodologia tradicional de inspeção.

À medida que os trabalhos de planejamento das atividades foram sendo desenvolvidos, observou-se que:

- seriam necessárias no mínimo 15 equipes com 02 técnicos cada para finalizar o levantamento dos 28 km de placas de piso das passagens de emergência, referentes aos trechos em superfície, em 30 dias efetivos de trabalho (noturno);
- haveria riscos de divergências de critérios de avaliação entre as equipes;

- os consolos e as faces inferiores das placas seriam vistoriados com menor rigor dada a dificuldade de acesso;
- seria necessária uma reinspeção para concluir todos os trabalhos nas partes internas das passagens de emergência;
- as interferências dos trabalhos das equipes de inspeção com os das equipes de manutenção do Metrô seriam muito grandes nesse período.

Com base nestes aspectos, iniciou-se um processo de busca de soluções alternativas para otimizar os trabalhos, de modo a concluí-los no prazo estipulado. Este processo de busca de alternativas levou a uma perspectiva de se fazer a Inspeção Visual de campo com auxílio de filmagem com câmaras de vídeo e interpretação em escritório.

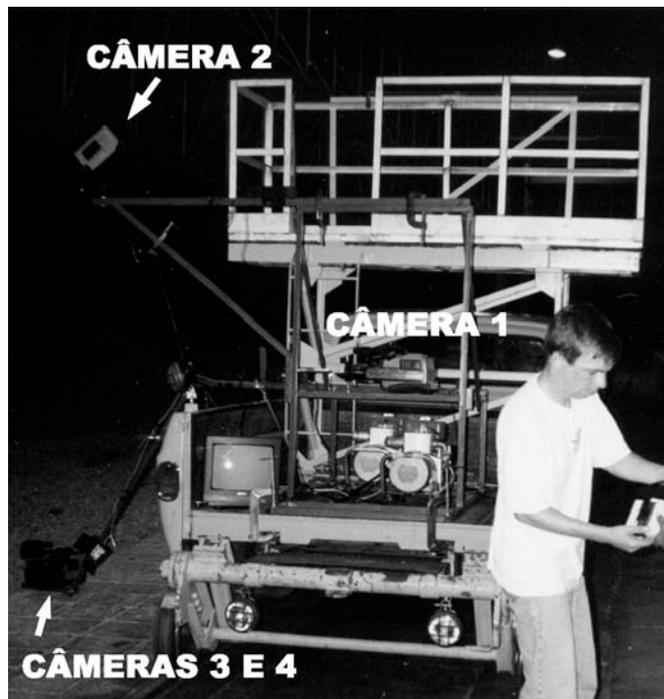
Os resultados obtidos demonstraram uma alta qualidade e uma grande nitidez nas imagens colhidas, proporcionando a realização da análise das peças em tela de vídeo objetivando qualificar, de forma sistêmica e padronizada, o estado de deterioração dos elementos pré-moldados, podendo-se tomar decisões quanto à necessidade ou não de intervenção imediata e à conveniência de reparar ou substituir a peça.

Na inspeção visual, feita através de filmagem, utilizou-se quatro câmeras fixadas em uma estrutura rígida, posicionada sobre a carroceria de uma “pick-up” que percorreu o trecho a uma velocidade que permitisse a análise dos elementos pré-moldados (aproximadamente 1,0 km/h).

As câmeras foram posicionadas da seguinte forma:

- CÂMERA 1: filmou a face vertical interna (acima do piso da passagem de emergência) das placas de fechamento que contêm também os marcos topográficos de referência das vias;
- CÂMERA 2: filmou a face superior das placas de piso;
- CÂMERA 3: filmou a face inferior das placas de piso e as faces inferior e anterior dos consolos;
- CÂMERA 4: filmou a face interna das placas de fechamento abaixo das placas de piso, a face inferior das placas de piso e as faces inferior e posterior dos consolos.

A foto a seguir ilustra a montagem dos equipamentos de filmagem:



A avaliação do estado de deterioração dos elementos pré-moldados foi feita através da atribuição de notas, conforme critério previamente estabelecido nos procedimentos para inspeção visual. Esse critério considera, para as placas de piso, e de forma similar para as demais peças:

- NOTA 1: placa em bom estado de conservação, sem indícios de anomalias;
- NOTA 2: placa em estado inicial de deterioração, com poucas anomalias e apenas superficiais;
- NOTA 3: placa em mau estado de conservação, a ser trocada em futuro próximo, porém sem risco iminente de ruptura;
- NOTA 4: placa em estado avançado de deterioração com risco de ruptura, devendo ser trocada imediatamente.

A seguir exemplifica-se, através de foto, uma placa da passagem de emergência que obteve nota 4.



4.2 Sistema de controle de postos de serviços automotivos

O sistema prevê o acompanhamento e a análise de riscos de infiltrações de combustíveis e eventuais explosões, nas áreas do Metrô, formadas pelas estruturas enterradas das estações e túneis, do maciço de solo e das instalações dos Postos de Serviços Automotivos - PSA (reservatórios, bombas de abastecimento e tubulações), face a um eventual vazamento de combustível.

Através de estudos do acervo de documentos técnicos do Metrô, da fase de implantação das obras (desenhos, especificações, métodos construtivos, sondagens geológicas, estudos, "as built") e cadastramentos atuais das condições operacionais dos PSA, foram preparadas análises de riscos de cada região compreendida entre as estruturas enterradas e as instalações do PSA.

Um sistema informatizado composto pelas bases gráficas de localização das três linhas em operação e dos PSA (ver Figura 3), informações cadastrais (ver figuras 4), resultado da análise de riscos (ver figura 5), plantas, seções longitudinais e transversais do maciço com sentido simulado do fluxo de vazamento (ver figuras 6, 7 e 8), permite emitir relatórios modulares, consultas, retro-análise e principalmente definir ações preventivas e corretivas de manutenção.

METRO		GAS STATION MANAGEMENT SYSTEM		23/11/95
		GAS STATION LIST - GREEN LINE		
CODE	OFICIAL NAME	SURNAME		
MO001	A.P.	SYSTEM OPTIONS		A.P. SUMAREZINHO
MO002	AUTO			AUTO POSTO NOBRE
MO003	SIMO	1 . . REGISTER DATA		SIMONETTA AUTO POSTO
MO004	P. S	2 . . HIDROGEOLOGY		P. SERVIÇO DINÂMICO
MO005	A. P	3 . . GEOLOGY / GEOTECHNY		A. P. SUPERPONTES
MO006	A. P	4 . . INTERFERING UTILITIES		A. P. HEITOR PENTEADO
MO007	A. P	5 . . CONSTRUCTION METHODS		A. P. J. BANDEIRAS
MO008	JARD	6 . . INSPECTIONS		JARDINS P. SERVIÇOS
MO009	AUTO	7 . . OPERACIONAL DATA		AUTO POSTO MADALENA
MO010	AUTO	8 . . RISK ANALYSIS		AUTO POSTO CARDEAL
MO011	POST	9 . . MONITORING ROUTINE		POSTO BELAS ARTES
MO012	POST	10 . . PROCESS HISTORIC		POSTO PAMPLONA
MO013	P. S	11 . . REPORTS		P. SER. AV. PAULISTA
MO014	AUTO	12 . . PASSWORD MAINTENENCE		AUTO POSTO TARUMA
MO015	GUAN			GUANABARA AUTO POSTO

F2-EDIT F3-INSERT F4-ERASE F5-EDIT n F6-OPTIONS F8-VIEWS F9-BASE

Figure 4. Opções de sistema

- MS-DOS		METRO		GAS STATION MANAGEMENT SYSTEM		23/11/95
				RISK ANALYSIS		
CODE	OFICIAL NAME	OP	GH	IN	CM	FINAL RISK
MO001	A.P. SUMAREZINHO	2	2	-	4	2,6
MO002	AUTO POSTO NOBRE	1	2	-	4	2,4
MO003	SIMONETTA AUTO POSTO	3	2	-	4	2,7
MO004	P. SERVIÇO DINÂMICO	4	4	-	4	4,0
MO005	A. P. SUPERPONTES	3	3	-	4	3,3
MO006	A. P. HEITOR PENTEADO	3	4	-	4	3,9
MO007	A. P. J. BANDEIRAS	4	4	-	4	4,0
MO008	JARDINS P. SERVIÇOS	2	1	-	4	2,0
MO009	AUTO POSTO MADALENA	3	2	-	4	2,7
MO010	AUTO POSTO CARDEAL	4	3	-	4	3,4
MO011	POSTO BELAS ARTES	4	1	-	1	1,4
MO012	POSTO PAMPLONA	2	2	-	3	2,3
MO013	P. SER. AV. PAULISTA	3	2	-	2	2,1
MO014	AUTO POSTO TARUMA	1	4	-	2	3,6
MO015	GUANABARA AUTO POSTO	3	1	-	2	2,1

ASPECTS: OP=OPERACIONAL DATA GH=GEOLOGY/HIDROGEOLOGY IN=INTERFERENCE
MC=CONSTRUC.METHOD RISK CLASS:1(VERY LOW) 2(LOW) 3(MEDIAL) 4(HIGH)

Figure 5. Análise de risco dos postos de gasolina da linha verde.

