

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE CADASTRAMENTO E INSPEÇÕES DE ANOMALIAS DAS ESTRUTURAS CIVIS DO METRÔ DE SÃO PAULO

Carlos Alberto M. Fernandes
Arnold Freedy Steiner

Lucy Inês Oliven
Luércio Scandiuzzi
Nelson L. M. Borelli

Cia. do Metropolitano de São Paulo

Maubertec Engenharia e Projetos Ltda.

RESUMO

Descreve-se a metodologia adotada para desenvolvimento de sistema de inspeções e cadastramento de anomalias segundo padronização e enfoque sistêmicos, detalhando conceitos de etapas de elaboração dos serviços de inspeção e de manutenção integrada.

Para a elaboração do Plano de Manutenção, houve a necessidade de uma organização de procedimentos de acompanhamento, do estabelecimento de critérios e metodologias que permitissem criar uma linguagem uniforme e homogênea e proporcionassem condições para a avaliação periódica das estruturas.

Foram desenvolvidos procedimentos de Cadastramento e Classificação das Obras, Metodologia de Inspeção, Critérios de Decisão, Procedimentos de Reparos, Previsões Orçamentárias, Cronogramas de Serviços.

1. INTRODUÇÃO

A Companhia do Metropolitano de São Paulo - Metrô, é a responsável pela implantação, operação e manutenção da malha metroviária da Cidade de São Paulo. Uma de suas atribuições importantes diz respeito à manutenção de todas as obras civis implantadas e operacionalizadas. No âmbito de manutenção civil das Linhas 1-Azul (Norte-Sul) e 3-Vermelha (Leste-Oeste) do Metrô de São Paulo as obras correspondem a um universo de estruturas elevadas, enterradas e de superfície que totalizam aproximadamente 52 km de vias, 46 estações e 3 pátios de estacionamento e de oficinas para as composições, além de outras instalações de apoio menores distribuídas pelas linhas.

QUANTITATIVOS FÍSICOS DO METRÔ

ESTAÇÕES	QUANT.	ÁREA (m ²)
Superfície	11	145.912
Elevadas	9	99.663
Enterradas	26	287.963
Total Geral	46	533.538

VIAS	TRECHOS (un.)	EXTENSÃO (m)	ÁREA (m ²)
VCA	25	17.620	229.060
Shield (Anel Metálico)	8	3.923	50.999
Shield (Anel Concreto)	3	2.118	27.534
NATM	8	4.899	63.687
VCA -Estações	4	1.376	17.888
Elevado	13	7.441	96.733
Superfície	13	15.051	195.663
Total Geral	74	52.428	681.564

PÁTIOS		Jabaquara	Itaquera	Belém	Totais
Linha		1	3	3	
Área Total (m ²)		254.488	318.000	27.795	600.283
Área construída (m ²)	Concreto	13.426	18.205	3.400	35.031
	Metálica Aço *	25.005	---	200	25.205
	Cobertura Espacial Alumínio *	---	47.427	---	47.427
	Total	38.431	54.818	3.600	96.849
Almox.céu aberto (m ²)		6.050	6.950	---	13.000

Total da área construída (m²)	LINHA 1	LINHA 2	LINHA 3	Total
Estações	247.231	44.944	241.363	533.538
Vias	261.963	105.001	314.600	681.564
Pátios	38.431	---	58.418	96.849
Totais	547.625	149.945	614.381	1.311.951

Trechos Operacionais Linha 1 - Jabaquara/Tucuruvi
 Linha 2 - Ana Rosa/Vila Madalena
 Linha 3 - Itaquera/Barra Funda

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 pelo sistema operacional do Metrô e também pela disponibilidade de recursos a serem aplicados.

Os gastos anuais do Metrô com a manutenção e a conservação civil das instalações e estruturas representam hoje em torno de 3% do orçamento total ou 11% dos gastos com a manutenção dos diversos sistemas como um todo.

Para melhor compreensão da abrangência da Manutenção Civil do Metrô, são citados a seguir os elementos integrantes de seu campo de atuação dentro da Companhia:

- Estruturas:
 - Concreto Armado e Protendido;
 - Estrutura Metálica;
 - Túneis *Shield*;
 - Túneis NATM;
 - Estações/Concreto Projetado;
 - Enfilagens/Concreto Projetado;
- Vedações;
- Acabamentos;
- Redes Hidráulicas;
- Coberturas;
- Impermeabilizações;
- Pavimentos;
- Obras de Terra;
- Jardins (Pátios).

O trabalho de inspeção, cadastramento e emissão de laudos técnicos da situação de todas as estruturas de Vias e Estações das Linhas 1 e 3, incluindo Pátios de Manutenção,

representa investimento de 0,6 % do orçamento anual do Metrô ou 2% do orçamento com manutenção de todo sistema ou 20% do orçamento quando considerada apenas manutenção e conservação civil.

Ressalta-se que o investimento inicial com o cadastramento visa criar, no prazo de 2 anos de trabalho, a base de dados iniciais, envolvendo etapas que na vida futura do gerenciamento não se repetirão com a mesma intensidade e abrangência, envolvendo portanto custos menores.

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

2. CONCEITUAÇÃO

A manutenção civil, hoje reconhecida como atividade indispensável para garantir a durabilidade e a disponibilidade das obras civis e o adequado funcionamento dos equipamentos eletromecânicos a elas anexados, vem tendo sua importância incrementada pela constatação de que o material concreto não é perene e que as obras necessitam ser monitoradas, conservadas e, se necessário, reparadas.

Dentro dessa visão de eficiência e eficácia, estão sendo desenvolvidos serviços de cadastramento do estado atual das estruturas do Metrô dentro de uma visão sistêmica, com linguagem e procedimentos padronizados.

Os trabalhos de inspeção, cadastramento e análise de durabilidade, resistência e funcionalidade das obras, conduzidos segundo um procedimento sistemático e abrangente, serão a base para o estabelecimento do plano de manutenção corretivo e preventivo das estruturas civis do Metrô.

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

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 subseqüentes 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 é menor para o equipamento e aumenta em direção à estrutura;
- a frequência de manutenção exigida é, no entanto, muito maior nos equipamentos, mas;

- o tempo necessário para executar a manutenção é menor, ou seja, as paradas são mais frequentes e consomem menos tempo.

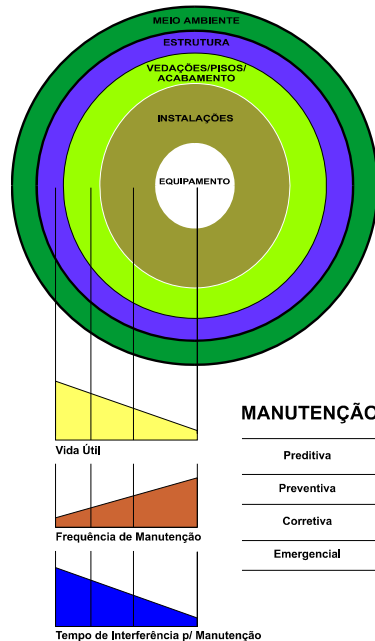


Figura 1. Conceito da Maubertec de Manutenção Integrada

A interpretação dessa figura mostra claramente que, 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, que de nada adiantaria estar perfeitamente mantido se não puder funcionar 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 sua interface com a obra esteja dentro de padrões aceitáveis, caso contrário deverá estar sujeito a ações preventivas ou corretivas definidas pelo Plano de Manutenção.

Essa conceituação de Manutenção Integrada vem sendo desenvolvida pela Maubertec, constituindo a base de seu Sistema de Manutenção e vai de encontro com os objetivos do Metrô.

Sendo a Garantia da Qualidade o conjunto de todas as ações planejadas e sistêmicas necessárias para prover confiança e disponibilidade adequada a um produto ou a um serviço, pode-se entendê-la resumidamente como:

- conhecer o produto ou serviço;
- planejar o que se vai executar;
- executar conforme o planejado;
- registrar o executado;

- avaliar o sistema adotado.

O desenvolvimento das inspeções, do mapeamento das anomalias e da análise dentro de um enfoque sistêmico faz parte integrante do plano de manutenção, com as atividades conhecidas, planejadas, executadas, registradas e avaliadas para atender aos critérios de garantia da qualidade que fazem parte das normas do Metrô.

Um programa de serviços de inspeção e manutenção preventiva objetiva, em primeiro lugar, aumentar a durabilidade e a disponibilidade, reduzindo ao mínimo as interferências com a operação dos sistemas e, em segundo lugar, otimizar os recursos humanos e materiais disponíveis, reduzindo custos. Por último, viabiliza o acompanhamento e o controle dos serviços, que resultarão no sistema de qualidade total.

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. Esta etapa dos serviços é importante, pois fornece uma base de informações para alimentação dos trabalhos de acompanhamento e monitoramento das obras. Sendo inserida dentro do contexto de um sistema de forma padronizada e continuada, possibilita criar um registro do histórico da obra, a partir do qual se balizarão as análises e tomadas de decisão e se estabelecerão critérios de avaliação do desempenho da estrutura.

1ª Etapa: Padronização de linguagem e de procedimentos de inspeção

Para possibilitar uma uniformidade dos trabalhos e da obtenção dos dados representativos do estado de conservação das estruturas, previamente às inspeções, foram elaboradas padronizações de:

- linguagem e definição dos termos empregados;
- definição e codificação das anomalias e problemas patológicos típicos;
- fichas (croquis) para mapeamento das anomalias;
- critérios para identificação das anomalias;
- critérios para o registro fotográfico;
- procedimentos detalhados a serem seguidos no decorrer das inspeções;
- tabelas a serem preenchidas quando da análise da inspeção.

Assim, cada tipo específico de estrutura apresenta uma padronização própria de inspeção, contendo:

- “*Check-list*” de Providências Prévias, onde são relacionados os procedimentos preliminares a serem seguidos na etapa de preparação das inspeções;
- a rotina detalhada dos procedimentos de inspeção;

- “*Check-list*” de acompanhamento das inspeções;
- fichas de inspeção conforme o tipo de obra, com uma tabela síntese das anomalias mais comumente detectáveis;
- a tabela de classificação e codificação das anomalias;
- a legenda das anomalias para ilustração dos registros de mapeamento;
- os procedimentos detalhados para preenchimento das fichas e tabelas, e elaboração do registro fotográfico.

2ª Etapa: Cadastramento

Por cadastro entende-se o registro organizado da documentação, das informações e dos dados administrativos, funcionais e próprios de cada Obra para o estabelecimento de um sistema que propicie condições para a classificação da mesma e que seja a base para as análises e tomadas de decisão.

A qualidade e a consistência do cadastro são funções diretas do cadastramento regular e cuidadoso dos dados de cada Obra e da agilidade e eficiência na alimentação e na recuperação dos registros do banco de dados.

Os dados cadastrais consideram informações administrativas de operação, de projeto, de construção e as resultantes das inspeções. Principalmente os dados referentes à operação da malha metroviária e aqueles obtidos das inspeções às estruturas são mutáveis ao longo do tempo e, portanto, devem ser constantemente atualizados.

Assim, o cadastramento é um processo contínuo, composto por uma primeira fase de implantação, seguida de uma fase de complementação e aferição e por fases sucessivas e rotineiras de atualização da evolução do estado de conservação das estruturas.

A escolha dos dados cadastrais deve ter por base as seguintes diretrizes:

- identificar de forma inequívoca cada uma das Obras (nome, código, localização);
- caracterizar o sistema e, eventualmente, o subsistema no qual a Obra está inserida;
- caracterizar a Obra por sua função e por sua condição física;
- possibilitar a elaboração de condições de contorno operacional para situações excepcionais;
- caracterizar o ambiente no qual a estrutura se insere;
- registrar as alterações de estado das estruturas ao longo do tempo;
- possibilitar comparações e análises para a retro-alimentação de Especificações e Procedimentos de Projeto, de Execução e de Operação.

As fichas de cadastro deverão conter basicamente as seguintes informações:

- Dados Gerais: tipo de estrutura, dimensões características básicas, esquema estrutural, materiais etc; localização, ano de construção, nomes da construtora e da projetista etc;
- Disponibilidade de Documentação: existência dos documentos, tipos, localização;

- Anomalias: tipo da anomalia, elementos nos quais ocorre, extensão e data da constatação;
- Registro de Intervenções e de Ocorrências Significativas: tipos de intervenções, data da intervenção e localização da documentação técnica.

3ª Etapa: Inspeção visual e mapeamento

Esta etapa dos serviços tem por objetivo o levantamento cadastral do estado patológico da estrutura, através da realização da inspeção visual, do mapeamento das anomalias existentes e do registro fotográfico de seus aspectos mais relevantes, sendo realizada utilizando a padronização e os procedimentos elaborados nas etapas anteriores.

Foram executadas inspeções civis pormenorizadas das obras, sendo fotografados e registrados graficamente todos os detalhes mais importantes. As inspeções foram complementadas através de ensaios e instrumentação, quando necessários.

A inspeção teve seus dados registrados no Relatório de Inspeção Visual, que contém informações detalhadas do levantamento das anomalias propriamente dito.

Nesse Relatório são apresentados croquis de mapeamento das anomalias para cada elemento estrutural que apresentar algum tipo de anomalia, o respectivo registro fotográfico e uma tabela resumo das anomalias constatadas.

Na inspeção é efetuado um mapeamento detalhado das anomalias, com anotações criteriosas durante as inspeções, registradas em croquis elucidativos que ilustrarão, em conjunto com as plantas gerais e fotografias, o estado patológico da estrutura.

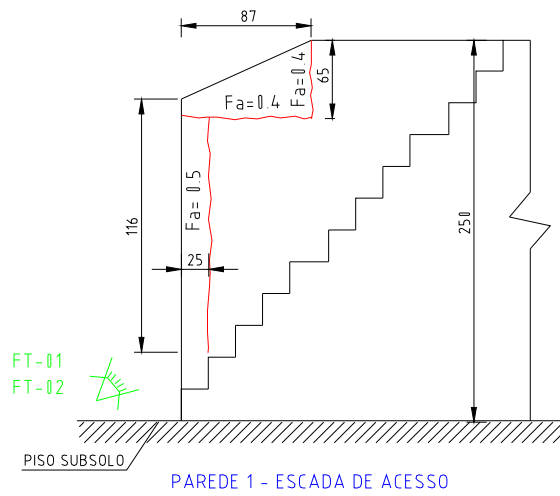
Basicamente, o registro das anomalias está fundamentado na realização de duas modalidades de mapeamento:

- macro-mapeamento, que consiste em identificar a anomalia constatada em um elemento estrutural e locá-la geograficamente no plano estrutural representado pela planta de formas (planta geral);
- micro-mapeamento, que nada mais é do que um detalhe ampliado de uma anomalia locada em determinado elemento estrutural no macro-mapeamento.


Assim, o micro-mapeamento está inserido no macro-mapeamento como uma ampliação das anomalias em seus detalhes, em suas configurações e dimensões, em exata localização no elemento estrutural.


A equipe de inspeção, munida dos documentos de inspeção e de apoio, e devidamente equipada conforme estabelecido no “*Check-list*” de Providências Prévias, efetua a inspeção através da vistoria de todos os elementos estruturais componentes. Os elementos são devidamente identificados em plantas gerais da estrutura.

Cada anomalia identificada é locada e numerada na planta geral (macro-mapeamento) e registrada em detalhes em croquis integrantes do relatório (micro-mapeamento), conforme exemplificado a seguir.



LEGENDA

 FOTO

 FISSURA - Abertura em mm.

As dimensões das anomalias constam no quadro resumo de anomalias

Dimensões em cm.

LINHA: 1 AZUL - NORTE/SUL		TRECHO: 10	
SUB-TRECHO: 4 - PÁTIO JABAQUARA		BLOCO: D	
OBJETO: PORÃO DE ALTA TENSÃO			
ESCALA S/ESCALA	DATA 03/07/97	No DESENHO:	D1
ESCALA S/ESCALA	DATA 03/07/97	No CROQUI:	C1



FT - 01

Parede 1 do acesso ao porão de alta tensão -
Vista geral da estrutura, onde se observam fissuras nas juntas de concretagem. Vide ampliação foto FT - 02.



FT - 02

Parede 1 do acesso ao porão de alta tensão -
Vista geral da estrutura, onde se observam fissuras nas juntas de concretagem e armadura exposta

Nos croquis de anomalias são claramente identificados:

- elemento estrutural, conforme nomenclatura estabelecida na planta geral;
- a sigla da anomalia, conforme padrão previamente estabelecido;
- a representação gráfica da anomalia, conforme padrão previamente estabelecido;
- a exata localização da anomalia no elemento estrutural;
- as dimensões básicas da anomalia e outras dimensões complementares, quando necessárias;
- eventual número da fotografia que registra e caracteriza a anomalia.

Simultaneamente ao mapeamento, é preenchida a Planilha das Anomalias, que nada mais é senão uma tabela resumo das anomalias constatadas, conforme modelo apresentado a seguir. Nessa tabela, serão fornecidos os seguintes dados sobre cada anomalia constatada:

- tipo e a sigla da anomalia;
- nível de alerta da anomalia, estimado pelo inspetor, definido conforme critérios estabelecidos previamente;
- a codificação da anomalia, conforme padronização estabelecida previamente;
- local da anomalia (nome do elemento estrutural);
- as dimensões básicas da anomalia;
- número da fotografia correspondente;
- observações gerais.

PLANILHA DAS ANOMALIAS

LOCALIZAÇÃO (SUB-TRECHO)	ELEMENTO ESTRUTURAL	TIPO DE ANOMALIA	NÍVEL DE ALERTA	QUANT. DE ANOMALIA	ESPAÇO MÉDIO (cm)	DIMENSÕES DA ANOMALIA					CAUSA PROVÁVEL	FOTO Nº	CROQU I Nº	OBSERVAÇÕES
						LARG. (cm)	ALT. (cm)	COMPR. (cm)	ABERTURA (mm)					
									MÍNIMA	MÁXIMA				
1.5. Escada de acesso ao porão	Parede 1	11	A	1	-	-	-	47,5	0,4	0,4	3	FT - 01 / 02	D1 - C1	Vide item 5.5 do relatório
	Parede 1	11	A	1	-	-	-	116	0,5	0,5	3	FT - 01 / 02	D1 - C1	Vide item 5.5 do relatório
	Parede 1	8	A	1	-	-	-	83	0,4	0,4	3	FT - 01 / 02	D1 - C1	Vide item 5.5 do relatório
	Parede 1	36	N	1	-	5	36,5	-	-	-	1	FT - 02	-	
	Parede 2	11	A	1	-	-	-	116	0,5	0,5	3	FT-03 / 04	D1 - C2	Vide item 5.5 do relatório
	Parede 2	36	N	1	-	10	10	-	-	-	1	FT-03 / 04	-	-
1.6 Poço de inspeção de autos	Parede 1	29	N	1	-	10	10	-	-	-	1	-	D2 - C1	-
	Parede 1	36	N	11	-	5	10	-	-	-	1	-	D2 - C1	-
	Parede 2	36	N	4	-	5	10	-	-	-	1	-	D2 - C2	-
	Parede 2	36	N	2	-	5	20	-	-	-	1	-	D2 - C2	-
	Parede 2	36	N	3	-	5	5	-	-	-	1	-	D2 - C2	-

4ª Etapa: Análise dos resultados da inspeção visual e definição de ensaios

Esta etapa engloba a análise preliminar da inspeção visual e do mapeamento das anomalias para definição dos tipos de ensaios/instrumentos necessários, com indicação das quantidades estatisticamente representativas, para estudo dos problemas patológicos encontrados e dos locais a serem ensaiados.

A análise do conjunto das anomalias detectadas na Inspeção Visual indica a necessidade da complementação de informações através de ensaios de campo ou de laboratório, para identificação das causas, da extensão das anomalias, da caracterização dos materiais da estrutura etc.

Nos casos em que são especificados ensaios complementares do tipo destrutivo, é determinado o local para sua execução, de forma a não afetar a estrutura sob os aspectos funcional, de estabilidade e de segurança estrutural.

5ª Etapa: Execução de ensaios, instrumentação e apresentação dos certificados

A inspeção através de ensaios/instrumentos compreende a execução de ensaios de desempenho e a realização de ensaios “in situ”, e destinam-se à obtenção de um aprofundamento na pesquisa das origens e causas das anomalias, embasando sua conceituação e fornecendo subsídios para análise do estado da estrutura. A descrição e o registro dos resultados desses ensaios são configurados nos Relatórios de Apresentação dos Certificados de Ensaios.

6ª Etapa: Elaboração de relatórios técnicos

a) Relatórios Técnicos

A elaboração dos relatórios técnicos inclui a atividade de análise global da inspeção visual e dos mapeamentos, associados às inspeções por ensaios/instrumentos para verificação dos desempenhos da estrutura. Registrar o executado é uma etapa do controle de qualidade que deve ser padronizada.

- **Relatório de Inspeção Visual:**

Este relatório apresenta o micromapeamento das anomalias encontradas, englobando:

- ficha padrão de inspeção com: data da inspeção, descrição da obra, referencial adotado, anomalias congênitas, etc;
- mapeamento das anomalias;
- registro fotográfico;
- tabela resumo da inspeção; conforme exemplificado anteriormente (3ª Etapa).

O objetivo do resumo da inspeção, é apresentar de forma concisa, padronizada e sistematizada as anomalias encontradas, e é essencial para a avaliação do estado da estrutura.

- **Relatório de Análise da Inspeção Visual para Definição de Ensaios:**

Este relatório tem como objetivo apresentar, com base nas informações contidas no Relatório de Inspeção Visual a análise para definição dos tipos e dos locais para execução de ensaios considerados necessários para o conhecimento da abrangência das anomalias encontradas, com o intuito de fornecer subsídios para a análise sobre o estado de conservação da estrutura.

- **Relatório Técnico:**

Este relatório tem como objetivo apresentar, com base nas informações contidas no Relatório de Inspeção Visual, no Relatório de Análise da Inspeção Visual para Definição de Ensaios e nos resultados dos ensaios, da instrumentação e das verificações efetuadas, uma análise global do estado de conservação da estrutura. Essa análise global é mostrada através de uma tabela que quantifica as anomalias classificadas em níveis de alerta Atenção e Crítico referente a cada localização ou plano estrutural, formando o macromapeamento das anomalias da estrutura.

b) Relatórios Técnicos Especiais

Os Relatórios Técnicos Especiais são previstos com o objetivo de comunicar ao Metrô as eventuais situações anômalas emergenciais encontradas e as providências imediatas recomendadas.

Caso, durante as inspeções, forem constatadas anomalias nas estruturas cujos tipo e estado/local e cujas causas e gradação configurem um adiantado estado de deterioração que possam proporcionar um comprometimento global ou parcial da estrutura, são previstos procedimentos de alerta e de tratamento emergencial à estrutura com o objetivo de fornecer ao Metrô, da forma a mais imediata possível, os subsídios necessários para manter o estado de normalidade da estrutura sem quaisquer riscos de acidentes ou interrupção repentina de operação.

As providências a serem tomadas durante a inspeção em situações especiais não eliminam a necessidade de uma avaliação posterior do estado global da estrutura comprometida.

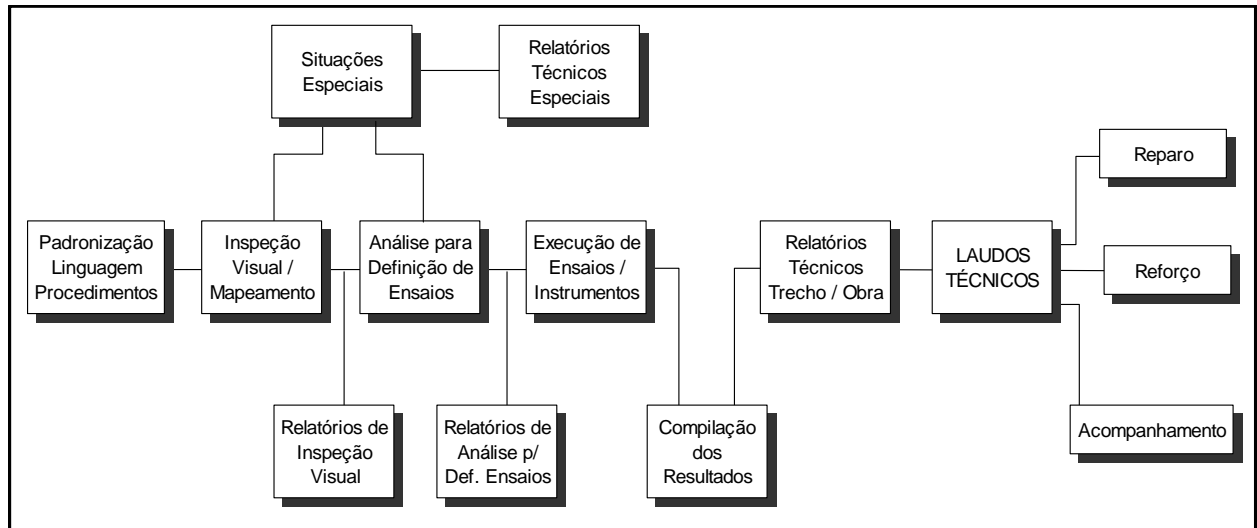
7ª Etapa: Laudos técnicos

Os Laudos Técnicos são emitidos ao final dos trabalhos gerais, sendo um laudo para cada estrutura apresentando, face a seu estado de conservação, a tomada de decisão quanto a acompanhamento da estrutura, reparo, reforço ou necessidade de verificação estrutural complementar por parte da área de projeto.

No caso de reparos, são ainda fornecidas as quantidades de cada tipo de serviço a ser realizado, com a precisa indicação de sua localização através dos registros contidos no Relatório de Inspeção Visual.

4. Fluxo de Atividades

As atividades descritas no item anterior encontram-se representadas no fluxograma apresentado a seguir.



5. Conclusão

A Manutenção do Metrô desenvolve regularmente as atividades de manutenção corretiva e emergencial de suas estruturas. Considerando que, no caso da Linha 1-Azul (Norte-Sul), as mesmas já estão com a idade de 30 anos, sentiu-se a necessidade de, através de uma empresa especializada, se proceder a uma vistoria detalhada, de forma a se obter um conhecimento atualizado e abrangente, que pode ser traduzido em uma nítida “fotografia” do estado das de conservação das estruturas das Linhas Norte-Sul e Leste-Oeste.

Esses dados e informações, levantados nas inspeções das estruturas, correspondem a cerca de 3,0 milhões de registros e fornecem uma “fotografia” precisa das anomalias e do estágio evolutivo em que se encontram.

A partir desse quadro e com base em ensaios e na análise das patologias, o Metrô, assessorado pela Maubertec, já tomou decisões de intervenções nos casos mais relevantes, enquanto em outros a decisão foi de acompanhamento das anomalias.

Para exemplificar, podem ser citados os casos do reforço dos pilares do Elevado Norte-Sul e a substituição das peças pré-moldadas pertencentes às passagens de emergência das vias em superfície. Obteve-se, além disso, a relação e a quantificação de todos os serviços de reparos a serem executados, que podem ser programados a curto, médio ou longo prazos.

Nos casos em que a decisão foi de acompanhamento das anomalias, fica evidente a necessidade de conhecer a evolução das patologias que ainda não exigem um nível de intervenção imediata.

Por outro lado, existe um grande número de ocorrências de fissuração que em um primeiro instante são próprios da natureza do concreto mas que, com o tempo e em função dos agentes ambientais ou mesmo do comportamento estrutural, podem caminhar para um estado patológico.

O gerenciamento contínuo do processo de degradação natural das estruturas emerge como uma necessidade básica para que haja, por parte da Manutenção Civil do Metrô de São Paulo, um domínio do seu comportamento evolutivo e possibilite condições para estabelecer estratégias de intervenções de manutenção, bem como planejamento e previsões orçamentárias a médio e longo prazos.

Esse processo contínuo de acompanhamento das anomalias propicia o pleno conhecimento da evolução dos processos de degradação instalados, tornando contínua a “fotografia” obtida da primeira vistoria detalhada, ou seja, transformando-a em um “filme”.

Nessas condições, será possível atuar nas estruturas no nível da manutenção preventiva, ou mesmo preditiva quando for o caso, o que proporcionará uma relação benefício/custo da manutenção sensivelmente maior tendo em vista que, quanto mais cedo se intervir em um processo de degradação, menor é o custo dessa intervenção.

O conhecimento do comportamento das estruturas permitirá também um nível de previsibilidade e de domínio dos processos, que agregará diretamente uma melhoria no nível de confiabilidade dos componentes e elevará a manutenção civil ao mesmo nível da manutenção dos elementos operados nas áreas de material rodante, equipamentos eletromecânicos e via permanente.

A operacionalização de toda a Manutenção do Metrô dentro de um mesmo nível é um passo importante na melhoria da confiabilidade do sistema como um todo, porque permite tratar todos os componentes com um mesmo grau de conhecimento e, portanto, fornecendo mais consistência à ponderabilidade dos diversos fatores que intervêm nas análises de tendências e de risco.