

METODOLOGIA DE INSPEÇÃO E CADASTRAMENTO DE ANOMALIAS E SOLUÇÃO PARA RECUPERAÇÃO DE PRÉ-MOLDADOS DOS MUROS E DAS PASSAGENS DE EMERGÊNCIA DO METRÔ DE SÃO PAULO

Carlos Alberto M. Fernandes
Arnold Freedy Steiner

Lucy Inês Olivan
Luércio Scandiuzzi
Nelson L. M. Borelli

Cia. do Metropolitano de São Paulo

Maubertec Engenharia e Projetos Ltda.

RESUMO

Trabalho que aborda a importância da passagem de emergência para o sistema metroviário, a situação de degradação das peças, o levantamento da situação, a classificação das peças por níveis de degradação, o estudo das causas e soluções, melhorias na concepção do projeto e método executivo das intervenções corretivas.

Devido ao grande número de peças pré-moldadas integrantes dos muros de fechamento e das passagens de emergência do Metrô de São Paulo (cerca de 75.000 peças referentes às Vias em Superfície e Elevadas), ao prazo para a execução das inspeções e à necessidade de correção dos defeitos, além de restrições quanto ao horário de disponibilidade das estruturas para inspeção (01:00 às 04:00 horas), quanto à dificuldade da posição física para observação das faces inferiores das peças, quanto à iluminação do local e finalmente quanto à necessidade de se obterem critérios homogêneos de cadastramento e de análise, desenvolveu-se uma metodologia para a inspeção das peças através de filmagem, processo que será apresentado neste Trabalho.

Foram realizados também ensaios para verificar a aderência do critério adotado para análise e a realidade do estado físico, de funcionamento e de segurança dos pré-moldados, cujos resultados serão também apresentados e discutidos.

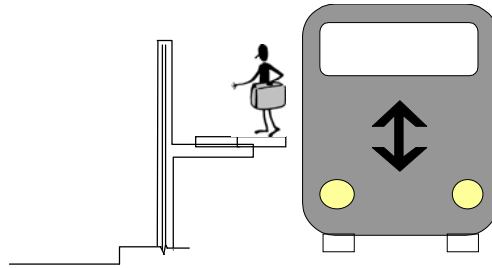
1. INTRODUÇÃO

As passagens de emergência são parte integrante de todas as vias dos trens do Metrô e têm como função permitir ao usuário o acesso à estação mais próxima, no caso de parada prolongada da composição entre estações.

Sua importância está ligada à segurança do usuário, uma vez que, havendo energia elétrica em alta tensão nas vias, há risco de vida no trânsito pelas mesmas.

As passagens de emergência são formadas por placas pré-moldadas de piso, no mesmo nível das plataformas de embarque das estações, apoiadas em consolos a cada 2,0 m

existentes nas paredes dos túneis ou nos muros de fechamento entre a faixa de domínio do Metrô com as vias públicas, como ilustrado no esquema abaixo.



2. METODOLOGIA ADOTADA

Foi solicitado pelo Metrô à Maubertec atenção especial ao estado de conservação das peças pré-moldadas dessas passagens de emergência, notadamente as localizadas nos trechos superficiais e elevados.

Na fase inicial de planejamento dos trabalhos foram constatadas, na maioria dos locais expostos à intempérie, anomalias generalizadas nas placas pré-moldadas que compõem o piso da passagem e, em menor escala, nos consolos que as suportam e nas placas de fechamento lateral dos trechos em superfície e elevados.

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 de anomalias em estruturas de concreto, ou seja, através de equipes técnicas fazendo inspeções “in loco”, com anotações e registro fotográfico das anomalias mais relevantes, trazendo os resultados para análise em escritório.

À medida que os trabalhos de detalhamento das atividades foram sendo desenvolvidos, destacaram-se os seguintes aspectos:

- seriam necessárias no mínimo 15 equipes compostas cada uma por 2 técnicos para realizar o levantamento dos 28 km de placas de piso das passagens de emergência, referentes aos trechos em superfície da Linha 3 (Leste/Oeste), em 30 dias efetivos de trabalho (noturno);
- haveria 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;
- as placas de fechamento lateral não seriam vistoriadas;
- seria necessária uma segunda inspeção para concluir os trabalhos de levantamento das faces internas das demais peças 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 realizar a inspeção nas faces internas das peças no prazo estipulado, diminuindo o tempo, número de equipes e interferências com a manutenção noturna do Metrô.

Este processo de busca de alternativas levou a uma perspectiva de se fazer uma inspeção visual com auxílio de filmagem através de câmeras de vídeo e interpretação em escritório.

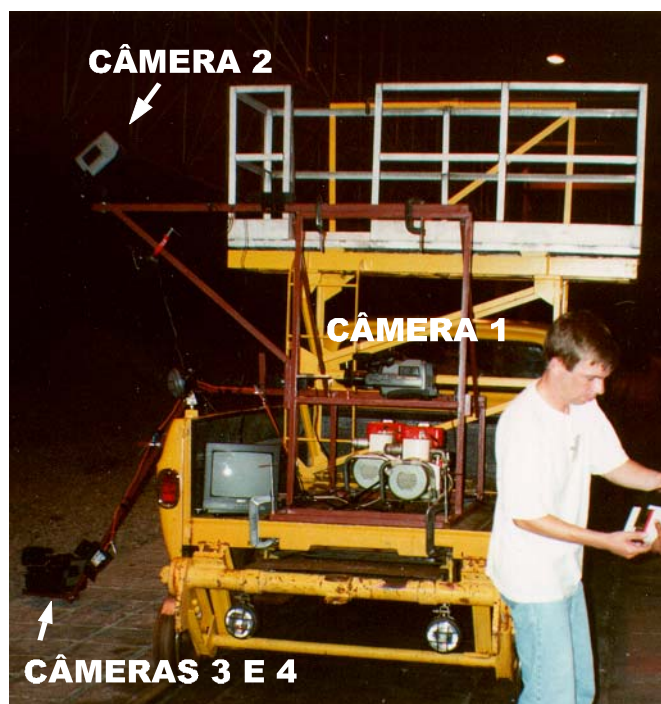
A avaliação dos resultados obtidos em testes iniciais mostrou que a alta qualidade e a nitidez das imagens colhidas permitam a realização da análise das peças através das imagens de vídeo qualificando, de forma sistêmica e padronizada, o estado de deterioração dos elementos pré-moldados, podendo-se tomar decisões quanto às providências que deveriam ser definidas sobre reparos, substituição ou não necessidade de intervenção imediata.

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

As câmeras foram posicionadas em braços da estrutura da seguinte forma:

- CÂMERA 1: filmou, em posição horizontal, a face vertical interna (acima do piso da passagem de emergência) das placas de fechamento lateral, onde estão locados também os marcos topográficos de referência das vias;
- CÂMERA 2: filmou, em posição vertical, 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 considerou, para as placas de piso:

- 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.

Para os consolos, as notas se compuseram da seguinte forma:

- NOTA 1: consolo em bom estado de conservação, sem anomalias aparentes;
- NOTA 2: consolo em estado médio de conservação, com pequenas anomalias localizadas e necessitando acompanhamento visando serviços de manutenção a médio prazo;
- NOTA 3: consolo em mau estado de conservação, ou em estado de deterioração total, com quadro fissuratório intenso, com fissuras geralmente acompanhando o caminhamento das armaduras.

Para as placas de piso e consolos foram atribuídas notas parciais para cada face. A nota final da peça correspondeu à maior das notas parciais.

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



3. ENSAIOS ESPECIFICADOS

Para que fosse possível tirar conclusões definitivas a respeito das causas que provocaram a deterioração precoce de parte dos elementos pré-moldados das passagens de emergência, especificou-se a execução dos ensaios indicados na tabela a seguir.

ENSAIO	OBJETIVO	NORMA
Reconstituição de Traço	Verificar a homogeneidade do concreto e seu teor de cimento.	Procedimento ABCP (traço em massa e consumo)
Teor de Cloretos e Sulfatos no Concreto	Verificar se há cloretos que podem ter acelerado a corrosão das armaduras e se há ataques por sulfatos ao concreto.	Procedimento ABCP
Presença de Reação Álcalis Agregado	Verificar se a deterioração do concreto pode estar ligada a esta reação.	Procedimento ABCP
Potencial de Corrosão	Verificar a suscetibilidade da armadura à corrosão.	
Profundidade de Carbonatação	Avaliar o grau de despassivação das armaduras	Procedimento ABCP (determinação do pH com fenolftaleína)
Cobrimento das Armaduras	Correlacionar deterioração das armaduras com cobrimento real das mesmas.	
Flexão	Comparar capacidade de suporte das placas em diferentes estágios de deterioração.	ASTM C78 modificado

Tabela 1 - Relação dos Ensaios Especificados

Para evitar que fosse feito um número excessivo de ensaios e ao mesmo tempo para permitir obter dados suficientes para uma conclusão sobre o universo das placas inspecionadas, para cada intervalo entre estações foi indicada uma peça para ser retirada, em função da característica de cada trecho.

Para a execução dos ensaios especificados foram escolhidas, entre todos os tipos de peças pré-moldadas inspecionadas, placas de piso de determinados trechos e apresentando todos

os graus de deterioração constatados nas inspeções como um conjunto representativo do fenômeno de deterioração que atingiu, de forma distribuída ao longo dos trechos, todo o universo de peças das passagens de emergência das vias em superfície e elevadas.

4. APRESENTAÇÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

4.1. Resultados dos Ensaios Realizados

Na Tabela 2, apresentada a seguir, estão indicados os resultados obtidos nos ensaios discriminados na Tabela 1.

TABELA 2
RESUMO DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS

NOTA	CARGA MÁXIMA (kN)	DEF. SOB CARGA MÁXIMA (mm)	TEOR (%)		TRAÇO UNITÁRIO EM MASSA CIMENTO: 1		PROF. COBRIM. MÉDIA (mm)		PROF. CARBONAT. MÉDIA (mm)		ABSORÇÃO APÓS IMERSÃO (%)	ÍNDICE DE VAZIOS (%)	MASSA ESPECÍFICA REAL (kg/m ³)	REAÇÃO ÁLCALI-AGREG.
			SO3	Cl ⁻	AGREG. MIÚDO	AGREG. GRAÚDO	FACE SUP.	FACE INF.	FACE SUP.	FACE INF.				
1	14,14	30,22	0,380	0,003	2,5	0,4	15,3	13,0	6,7	10,0	14,1	26,2	2.660	-
1	12,74	46,15	0,520	0,003	0,8	0,1	20,3	11,0	4,0	6,3	7,4	15,9	2.550	Não observada
4	12,74	62,11	1,280	0,130	3	2	7,7	21,3	4,0	4,3	5,9	13,4	2.600	-
4	3,14	23,54	0,640	0,130	2	4	8,3	12,0	6,7	10,0	4,6	10,7	2.610	Não observada
2	37,74	42,82	0,930	0,005	3	5	20,3	8,7	2,3	5,0	5,0	11,5	2.640	-
4	8,24	47,57	0,690	0,025	4	5	14,7	10,7	12,3	12,7	5,6	12,6	2.560	-
3	6,34	26,47	0,600	0,003	3	4	6,3	22,7	0,7	2,0	4,4	10,1	2.580	Não observada
4	2,44	9,38	0,700	0,130	3	4	9,0	10,3	1,7	8,3	5,4	12,2	2.590	-
3	7,74	42,25	0,580	0,004	4	4	6,0	11,0	10,0	10,7	4,1	9,5	2.540	-
1	13,54	37,31	0,840	0,004	1	2	13,0	16,3	0,7	0,7	4,5	10,7	2.650	-
4	3,74	36,94	0,520	0,019	5	5	14,7	14,0	13,3	11,7	6,9	15,0	2.560	-

4.2. Interpretação dos Resultados

a. Capacidade de Suporte

Os resultados de ensaios indicaram valores de carga máxima aplicada nos terços dos vãos das placas variando de 2,44 kN a 13,54 kN (isto é, 244 kgf e 1354 kgf respectivamente), e ainda um valor excepcional superando esta faixa, com 37,74 kN, sendo que os piores valores obtidos correspondem às placas mais deterioradas. Em geral, os resultados demonstram que a capacidade de suporte das placas apresenta-se compatível com as cargas de solicitação normal de utilização.

Observou-se ainda que até mesmo as placas com notas 4 (mais deterioradas) não apresentaram ruptura brusca neste ensaio de determinação da carga de ruptura por flexão.

b. Reconstituição de Traço

Os resultados de ensaios de reconstituição de traços dos concretos das placas demonstraram uma heterogeneidade muito grande, com variabilidade excessiva dos teores de agregados graúdos e miúdos em relação ao cimento, fato que demonstra grande variabilidade de execução.

Os teores de agregados graúdos e miúdos em relação a uma massa unitária de cimento apresentaram-se dentro de uma faixa que variou de 1:0,8:0,1 até 1:5:5 (cimento: agregado miúdo: agregado graúdo). Coerentemente com esses resultados, podem ser citados como exemplos a placa correspondente ao traço mais pobre em cimento (1:5:5) que obteve nota 4, enquanto que a placa referente ao traço mais rico em cimento (1:0,8:0,1) obteve nota 1.

c. Teor de Cloretos

Segundo levantamento de normas internacionais sobre os limites de cloretos toleráveis para estruturas de concreto, tem-se, em resumo (valores referidos em relação à massa de cimento, exceto onde indicado):

- Mercosul: 0,07% em relação à massa de concreto;
- EH-88 e 91 (Espanha): 0,40%;
- ACI 201, 222 e 318: 0,20 a 0,30%;
- CEB: 0,05% em relação à massa de concreto;
- CEB-FIP: 0,40%;
- ENV-206 (Europa): 0,40%;
- CP-110 e BS-8110 (Inglaterra): 0,35 e 0,40%;
- JSCE SP-2 (Japão): 0,60 kg/m³ em relação à massa de concreto;
- NS-3474 (Noruega): 0,6%;
- AS-3600 (Austrália): 0,22%;
- EUROCODE 2: 0,22%.

Conforme pode ser observado, a variação dos limites de cloretos fixados nas diversas normas pesquisadas demonstra a grande variabilidade desse parâmetro em função das condições atuantes. De qualquer forma, os valores obtidos nos ensaios variaram de 0,003% a 0,13%, situando-se dentro de valores que podem ser considerados normais.

d. Teor de Sulfatos

Os teores de sulfatos determinados através dos ensaios das amostras apontaram valores dentro de uma faixa de 0,38% a 1,28%.

O ataque de sulfatos a uma peça de concreto pode ocorrer de duas formas: de dentro para fora, em função do tipo de cimento utilizado (que, neste caso não é conhecido) e da porosidade do concreto; ou de fora para dentro, quando a peça encontra-se submetida ao contato com agentes agressivos com alto teor de sulfatos, como por exemplo, águas do mar ou águas subterrâneas sulfatadas, o que não é o caso das placas de piso das passagens de emergência. A configuração típica de uma peça de concreto atacada por sulfatos não foi verificada para este caso, uma vez que a mesma se caracteriza pelo destacamento de concreto em pontos localizados, ao contrário do que foi verificado para a grande maioria das anomalias que se caracterizam pela deterioração do concreto sempre junto à armadura.

e. Cobrimento das Armaduras

As espessuras médias de cobrimento das armaduras apresentaram valores variando, para a face superior, de 6,0 mm a 20,3 mm e, para a face inferior, de 8,7 mm a 22,7 mm. O valor especificado em projeto foi de 10 mm e, para uma parcela considerável das placas, essa espessura foi menor, principalmente com relação às faces superiores.

f. Profundidade de Carbonatação

Os valores de profundidade de carbonatação média medidos apresentaram variação de 0,7 mm a 13,3 mm para a face superior e 0,7 mm a 12,7 mm para a face inferior. Apenas um valor de profundidade carbonatada situou-se superior à medida da espessura do cobrimento da face inferior de uma das placas, sendo que, para o restante das medidas, a carbonatação não chegou a atingir as barras de armadura.

g. Absorção após Imersão e Massa Específica

Os resultados de absorção após imersão se mostraram em geral dentro dos limites máximos usualmente especificados que são de 8%, sendo que o único valor acima desse limite foi de 14,1%.

Os valores de massa específica situaram-se dentro da faixa normalmente especificada para o concreto, apresentando valores variando de 2540 a 2660 kg/m³.

h. Reação Álcali-Agregado

Não foram identificados quaisquer produtos de reações expansivas do tipo álcali-agregado nas amostras ensaiadas.

4.3. Correspondência entre os Resultados dos Ensaios e as Notas das Placas

Através dos resultados dos ensaios especificados e realizados na ABCP, foi efetuada uma triagem dos valores obtidos e seu correlacionamento com as notas atribuídas às placas correspondentes.

Dessa forma, foram elaborados gráficos apresentando Notas das Placas X Resultados dos diversos ensaios, contemplando os seguintes parâmetros:

- Gráfico 1: Capacidade de Suporte, em kN (Ensaio de Flexão);
- Gráfico 2: Quantidade Unitária Total de Agregado na Mistura (Y);
- Gráfico 3: Teor de Cloretos (Cl⁻), em %;
- Gráfico 4: Teor de Sulfatos (SO₃), em %;
- Gráfico 5: Profundidade de Cobrimento na Face Superior da Placa, em mm;
- Gráfico 6: Profundidade de Cobrimento na Face Inferior da Placa, em mm;
- Gráfico 7: Profundidade de Carbonatação na Face Superior da Placa, em mm;
- Gráfico 8: Profundidade de Carbonatação na Face Inferior da Placa, em mm.

Esses gráficos estão apresentados a seguir.

GRÁFICO 1
CAPACIDADE DE SUPORTE

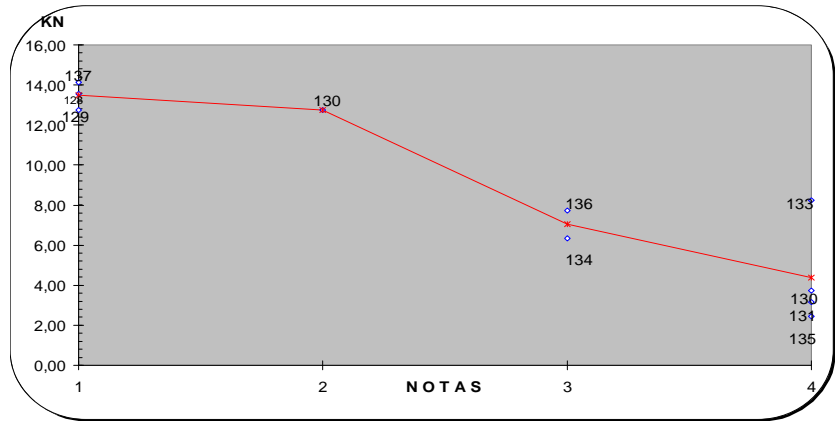


GRÁFICO 2
Y = QUANTIDADE UNITÁRIA
TOTAL DE AGREGADO
NA MISTURA

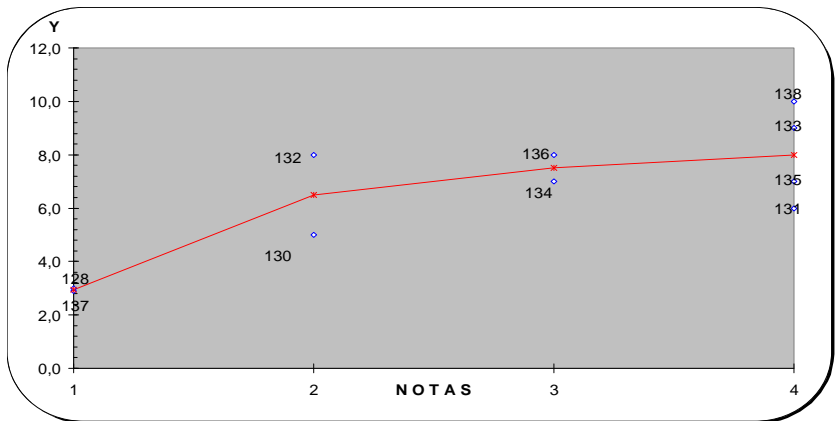


GRÁFICO 3
TEOR DE CL⁻ (%)

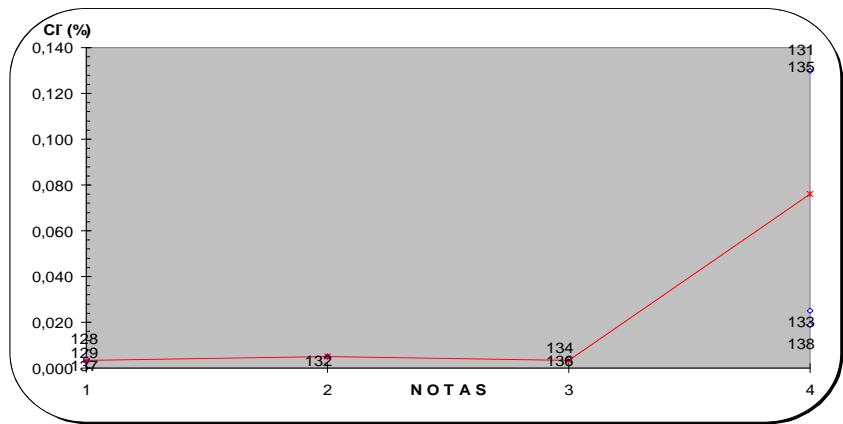


GRÁFICO 4
TEOR DE SO₃ (%)

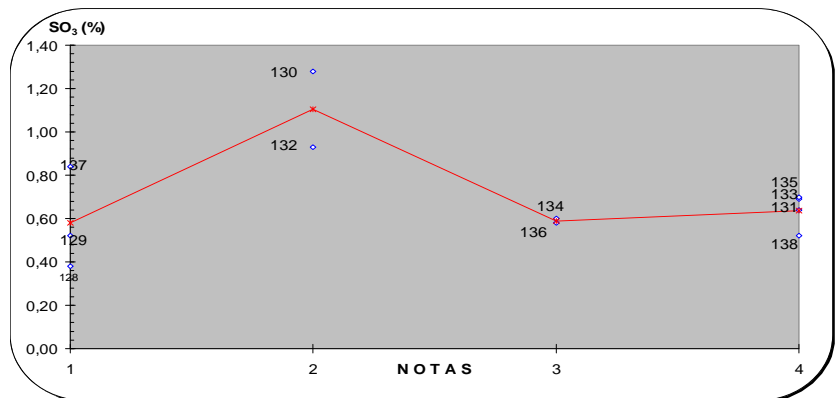


GRÁFICO 5
PROFUNDIDADE DE
COBRIMENTO (mm)
FACE SUPERIOR

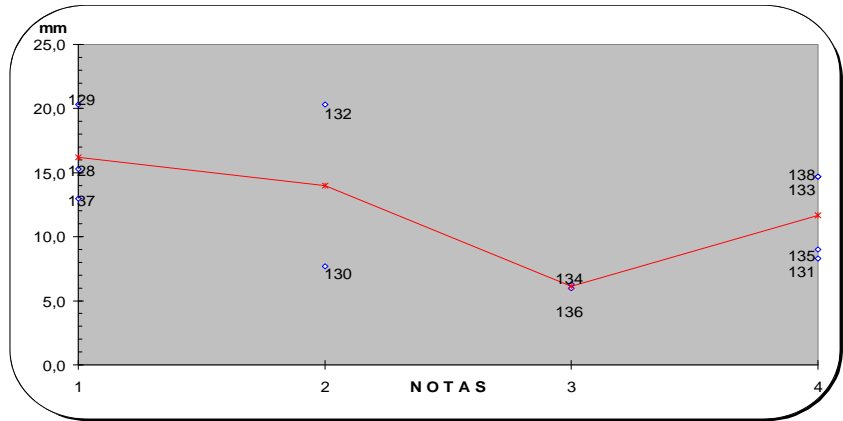


GRÁFICO 6
PROFUNDIDADE
DE COBRIMENTO (mm)
FACE INFERIOR

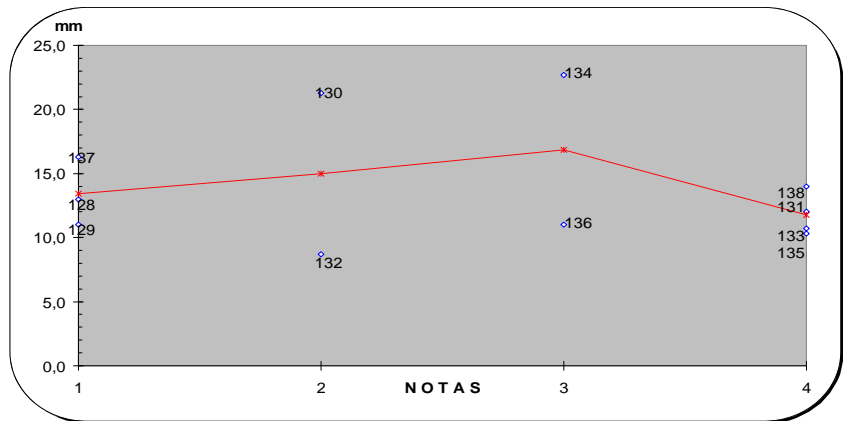


GRÁFICO 7
PROFUNDIDADE DE
CARBONATAÇÃO (mm)
FACE SUPERIOR

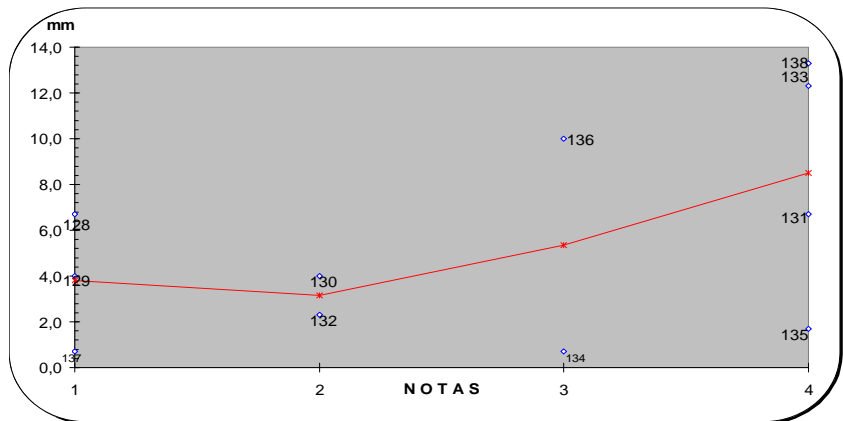
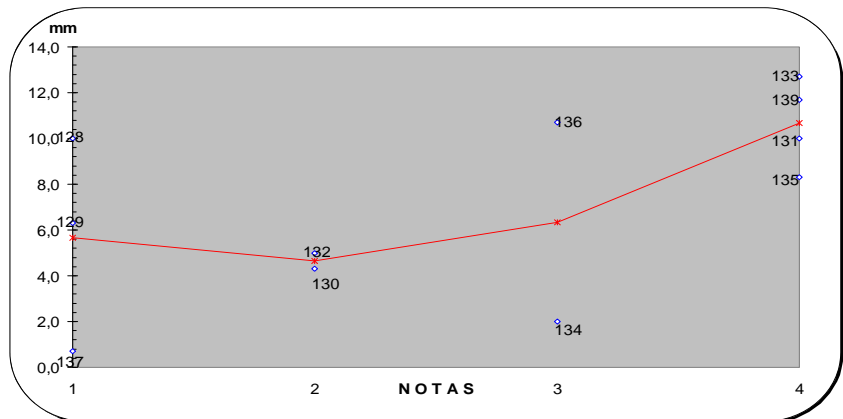


GRÁFICO 8
PROFUNDIDADE DE
CARBONATAÇÃO (mm)
FACE INFERIOR



5. CONCLUSÃO GERAL

5.1. Peças Localizadas em Vias de Superfície e Elevadas

Os serviços de inspeção visual com o auxílio de filmagem às peças pré-moldadas das passagens de emergência dos trechos em superfície e elevados, incluindo também as transições, tiveram seus resultados analisados em função dos dados obtidos nas inspeções e também no aprofundamento dos estudos efetivado pela realização de ensaios complementares.

O quadro geral de anomalias observado para as placas de piso foi o mesmo constatado também para as placas de fechamento, consolos e pilares das passagens de emergência. Esse quadro repetiu-se de maneira relativamente constante pelos trechos em superfície e pelas transições, comparecendo de forma bem menos intensa para as peças pré-moldadas das vias elevadas.

Em termos gerais, essas anomalias caracterizaram-se pela deterioração superficial do concreto, evoluindo para regiões das superfícies das peças que apresentavam fissuração do concreto ao longo do caminhamento da armadura, concreto friável com exposição e início de corrosão da armadura, fenômeno que evolui até a disgregação profunda (lascamento) do concreto junto a bordas e nas regiões junto a barras de aço corroídas.

Essas anomalias foram causadas provavelmente por deficiências de execução, caracterizadas pela grande porosidade observada nas superfícies das peças, pelo provável proporcionamento inadequado e com grande variabilidade dos componentes do concreto (com alta relação água/cimento e baixo consumo de cimento), espessuras insuficientes de cobertura das armaduras, entre outros.

Esses problemas executivos aliaram-se a inadequações de concepção como a adoção de placas de piso duplas apresentando juntas longitudinais que favoreceram a percolação d'água para as faces inferiores das peças, a falta de pingadeira para favorecer um escoamento adequado das águas de chuva, a adoção de uma malha dupla de armação que acarretou na execução de baixos cobrimentos em ambas as faces das peças, a falta de preocupação quanto à especificação de um concreto visando resistência aliada à durabilidade (conceito ainda pouco difundido na época do projeto), etc.

Porém, o agente causador fundamental para a existência desse problema foi a exposição das peças à intempérie que, juntamente com as deficiências de execução e de concepção citadas, provocou esse quadro avançado de anomalias.

Há, entretanto, que ser citado o caso das placas de piso das passagens de emergência dos trechos elevados que, apesar de estarem também expostas à intempérie, apresentaram características de execução e projeto que foram muito mais favoráveis à sua durabilidade,

fato que pode ser comprovado através de uma análise comparativa dos resultados das inspeções visuais desses trechos com os trechos superficiais e de transição.

Pelos ensaios realizados na ABCP, pode-se concluir que as suspeitas levantadas em fases preliminares de investigações sobre a ocorrência de ataques de cloretos e sulfatos e ainda sobre a possível ocorrência de reações álcali-agregados não se confirmaram, ficando essas hipóteses afastadas.

Os resultados dos ensaios de capacidade de carga indicaram valores que demonstram que é pequena a possibilidade de ocorrência de rupturas bruscas nas placas de piso que possam causar grandes acidentes nas passagens de emergência (afundamento de placas, queda de usuários etc) caso as mesmas fossem utilizadas para a retirada emergencial dos usuários do Metrô, quando as peças estariam sofrendo solicitação máxima. Após a observação da execução desses ensaios e da análise de seus resultados, não foram constatados casos de rupturas bruscas, mesmo nas placas que apresentaram graus de deterioração altos, verificando-se simplesmente aumentos gradativos na deformação das peças com a carga aplicada.

Os resultados dos demais ensaios confirmaram as possibilidades levantadas por ocasião da análise da inspeção visual para explicação das causas da deterioração precoce das peças, ou seja, inadequação de detalhes de projeto, deficiências e falta de controle da qualidade na produção das peças e principalmente a ação da intempérie sobre as superfícies.

5.2. Peças Localizadas em Túneis

As peças pré-moldadas das passagens de emergência dos trechos de túneis em Shield e em VCA (método de execução em “Vala a Céu Aberto”) das Linhas 1 e 3 apresentaram anomalias em número expressivamente inferior àquelas pertencentes aos trechos de superfície e elevados.

Foram constatadas apenas anomalias localizadas, estando o conjunto de peças pré-moldadas das passagens de emergência em bom estado, com praticamente a totalidade de notas 1, conforme critério apresentado no item 2.

Como aspecto de destaque a ser ressaltado, está o fato de que as passagens de emergência dos túneis em VCA, principalmente da Linha 1, apresentam placas de piso com as mesmas características geométricas em relação às peças pertencentes às vias em superfície e de transição, porém os graus de deterioração existentes nesses trechos diferem de forma muito acentuada.

Essa diferença entre os níveis de deterioração das peças pré-moldadas das passagens de emergência dos trechos em superfície e elevados em relação às mesmas peças pertencentes aos trechos em túneis pode ser explicada por uma eventual diferença na qualidade de execução das peças e, em menor escala, por uma diferença nas

características de projeto (exclusivamente para o caso dos túneis em Shield, cujo projeto difere bastante dos demais trechos).

Porém, o fator considerado básico para essa diferença é que a condição agravante de exposição à intempérie apresentada em trechos a céu aberto não existe para o caso dos túneis, diminuindo consideravelmente a agressividade do ambiente.

6. PROVIDÊNCIAS ADOTADAS

As providências adotadas para a recuperação dos elementos estruturais das passagens de emergência são apresentadas a seguir, em função das respectivas notas de conservação atribuídas de forma padronizada para cada tipo de peça. Em função do grau de deterioração de cada elemento, foram estabelecidos prazos para a tomada das providências necessárias.

a. Placas de Piso

- Nota 1: permanência da placa, com acompanhamento permanente de seu estado de conservação e levantamento detalhado em intervalos de 5 anos;
- Nota 2: permanência da placa, com acompanhamento permanente de seu estado de conservação e levantamento detalhado em intervalos de 2 anos;
- Nota 3: substituição da placa por outra executada de acordo com o novo projeto estrutural, dentro de um prazo máximo de 2 anos;
- Nota 4: substituição imediata da placa por outra executada de acordo com o novo projeto.

b. Juntas

- Nota 1: acompanhamento da evolução de sua vida útil, com manutenção permanente através de limpeza superficial;
- Nota 2: preenchimento ou refazimento da junta com concreto ou argamassa de dosagem adequada às condições de intempérie, dentro de um prazo máximo de 2 anos;
- Nota 3 ou junta adjacente a placa a ser substituída: preenchimento ou refazimento imediato da junta com concreto ou argamassa de dosagem adequada às condições de intempérie.

c. Consolos

- Nota 1: acompanhamento permanente do estado de conservação do consolo e levantamento detalhado em intervalos de 5 anos;
- Nota 2: acompanhamento permanente do estado de conservação do consolo e levantamento detalhado em intervalos de 2 anos;

- Nota 3: execução imediata de serviços de limpeza junto a armaduras expostas e proteção com argamassa a base mineral para a recomposição da camada de cobrimento.

d. Placas de Fechamento Lateral

- Nota 1: acompanhamento permanente do estado de conservação da placa de fechamento e levantamento detalhado em intervalos de 5 anos;
- Nota 2: execução imediata de serviços de limpeza junto a armaduras expostas e proteção com argamassa a base mineral para a recomposição da camada de cobrimento;
- Nota 3: execução imediata de serviços de limpeza junto a armaduras expostas e proteção com argamassa a base mineral para a recomposição da camada de cobrimento ou substituição da placa, em função da quantidade de anomalias.

e. Pilares

- Nota 1: acompanhamento permanente do estado de conservação do pilar e levantamento detalhado em intervalos de 5 anos;
- Nota 2: execução imediata de serviços de limpeza junto a armaduras expostas e proteção com argamassa a base mineral para a recomposição da camada de cobrimento;
- Nota 3: execução imediata de serviços de limpeza junto a armaduras expostas e proteção com argamassa a base mineral para a recomposição da camada de cobrimento ou substituição da placa, em função da quantidade de anomalias.

Estudos detalhados das soluções possíveis, considerando os efeitos das intervenções no sistema operacional do Metrô, indicaram melhor relação custo-benefício da substituição das peças pré-moldadas em relação à recuperação.

Com isso foi possível melhorar a concepção do pré-moldado das placas de piso, com aumento do cobrimento das armaduras e utilização de concreto de maior durabilidade.

Outra alternativa em estudo é a substituição do material concreto por material sintético.

Para pilares, consolos e placas de fechamento, que constituem o muro de isolamento das vias, a substituição será completa, por meio da construção de novo muro de fechamento, justaposto e externamente ao existente, com nova concepção visando maior durabilidade.

O novo muro será implantado em trechos onde os elementos se apresentam com degradação mais intensa, representando em torno de 5.000 m num total de 22.000 m.

Importante aspecto a ser ressaltado no caso é que o cadastramento sistemático permite uma programação de ações que resgata os níveis de segurança operacional do equipamento de forma prioritária e exata, ou seja, com gastos apenas onde e quando necessário.

A Figura apresentada a seguir ilustra o resultado da avaliação do estado de conservação através da atribuição de notas e as providências adotadas no processo decisório para a execução da manutenção das Placas de Piso das Passagens de Emergência das Vias em Superfície e Elevadas do Metrô-SP.

PLACAS DE PISO VIAS EM SUPERFÍCIE E VIAS ELEVADAS

