

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

**METODOLOGIA REPLICÁVEL
DE RESTAURO E PROTEÇÃO
DE FACHADAS TOMBADAS: O
CASO DA ESTAÇÃO DA LUZ**

Maria Laura Rolim Novais
Reginaldo de Alcântara Siqueira
Filho

QUEM SOMOS

MARIA LAURA ROLIM NOVAIS

Eng. Civil

Pós-Graduada em MBA de Gerenciamento de Obras, Produtividade, Racionalização e Desempenho da Construção.

Pós-Graduada em Projeto, Desempenho e Construções de Estruturas e Fundações

Na CPTM desde 2013, experiência na fiscalização, acompanhamento físico-financeiro e controle de qualidade de contratos de obras civis. Atuação com foco em projetos de restauro e conservação do patrimônio histórico da Estação Luz.

REGINALDO DE ALCÂNTARA SIQUEIRA FILHO

Eng. Civil/ Téc. Edificações

Pós Graduado em MBA de Finanças Corporativas e Gestão Empresarial

Experiência como projetista de estruturas de concreto armado e demais concepções estruturais. Na CPTM atua na fiscalização e implantação de obras novas, restauro e adequações, auxílio à gestão, projetos, interfaces e gerenciamento.

O DESAFIO

Como conservar uma fachada histórica sem dissociá-la da operação ferroviária?



O desafio: Preservar um patrimônio em operação

Como conservar uma fachada histórica sem dissociá-la da operação ferroviária?

- Analisar, sob a ótica da fiscalização técnica e da engenharia de manutenção, a metodologia de restauro aplicada na Estação da Luz, com potencial de replicabilidade.
- Conciliar preservação patrimonial, desempenho dos materiais e continuidade da operação.
- Foco analítico: proteção preventiva dos muros periféricos de tijolos aparentes.

PRESERVAÇÃO + ENGENHARIA + OPERAÇÃO

Estação da Luz: Patrimônio ativo



Estação King's Cross em Londres e Estação Luz em São Paulo. Fonte: Ensinar História, 2025.

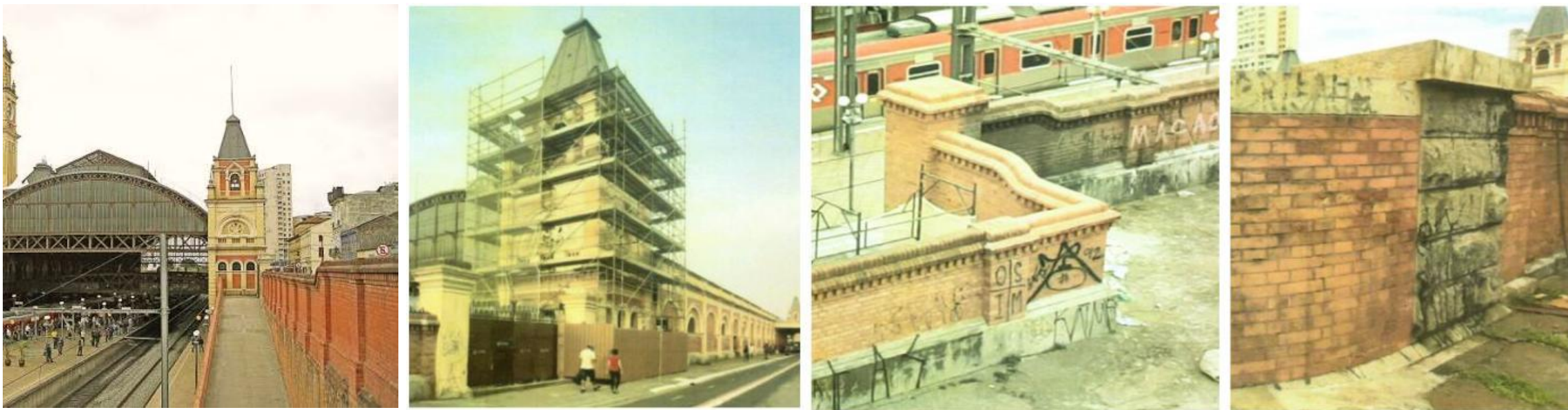
- Infraestrutura centenária e marco da engenharia ferroviária nacional.
- Tombamento nas esferas federal, estadual e municipal.
- Conservação condicionada simultaneamente por autenticidade, segurança, disponibilidade e continuidade operacional.

Tombamento nas três esferas:

- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN)
- Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT)
- Conselho Municipal de Preservação do Patrimônio Histórico, Cultural e Ambiental da Cidade de São Paulo (CONPRESP)

**Um laboratório em escala real
para validação de campo.**

Sistema construtivo integrado e manifestações patológicas



Estação da Luz – Vista da Gare, Torreões, Muros e Cantarias. Fonte: Caderno de Manutenção, Sarasá.

- Cobertura/Gare → falhas de estanqueidade e fluxo de umidade.
- Torreões e Cantarias → crostas negras, sulfatação e degradação superficial.
- Muros de Tijolos → umidade, eflorescências, perda de seção e pichações.

Tratar apenas o sintoma local favorece a recorrência do dano.

Lacuna Tecnológica, Justificativa da Pesquisa e Objetivos do Estudo



Lacuna Tecnológica

- Predomínio de intervenções corretivas e empíricas no setor ferroviário nacional, quando relativo à procedimentos de restauro
- Uso de vernizes formadores de película que bloqueiam a respirabilidade do substrato.
- Escassez de protocolos executivos padronizados e integrados à engenharia diagnóstica.



Justificativa da Pesquisa

- A Estação da Luz como laboratório real de alta complexidade operativa e patrimonial.
- Necessidade de conciliar o rigor das três esferas de tombamento (IPHAN, Condephaat, Conpresp).
- Transição da manutenção corretiva custosa para a preservação preventiva de longo prazo (OpEx).



Objetivos do Estudo

- Geral: Analisar a metodologia de restauro e proteção preventiva sob a ótica da fiscalização.
- Específicos: Validar o desempenho da tecnologia molecular e comprovar sua replicabilidade na malha.

ENGENHARIA DIAGNÓSTICA: O MÉTODO COMEÇA ANTES DA INTERVENÇÃO

Procedimentos,
caracterização de
manifestações e
planejamento executivo



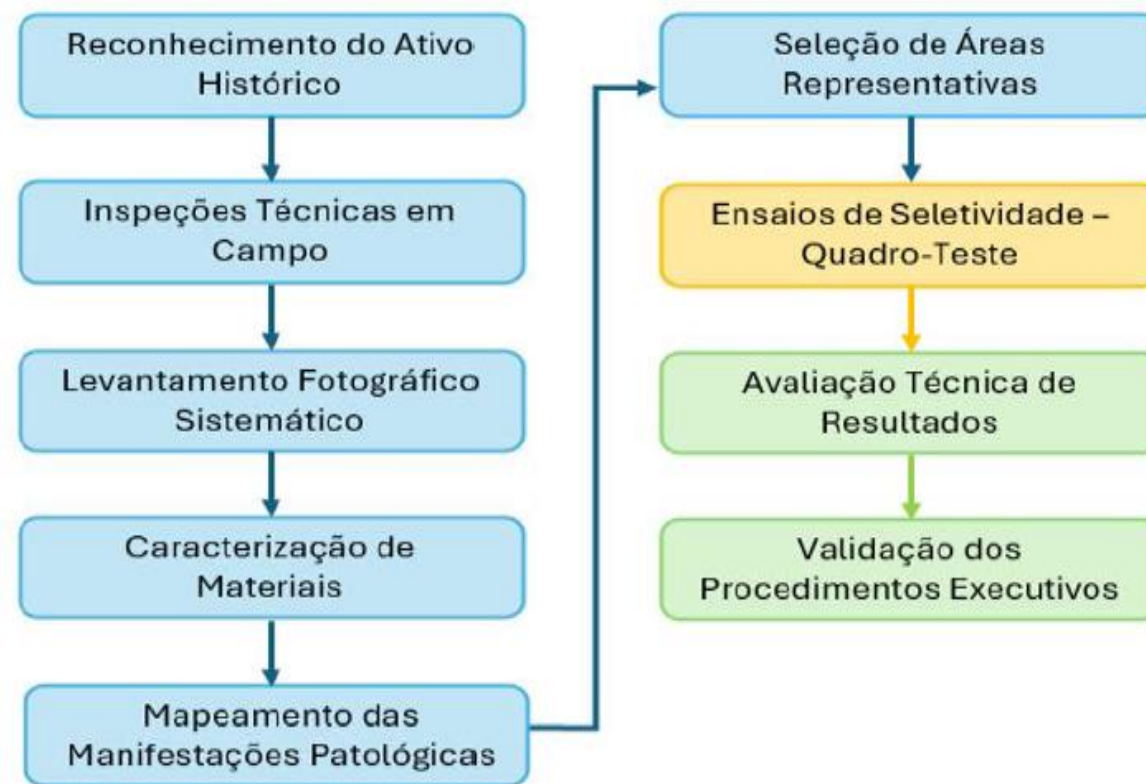
Mosaico de Patologias



Quadro-Teste para definição de produtos e processos

Engenharia Diagnóstica: o método começa antes da intervenção

- Reconhecimento do ativo e levantamento fotográfico sistemático;
- Base documental para permitir identificar a anatomia dos torreões, fachada de muros e cantarias;
- Caracterização do materiais e suas propriedades intrínsecas, mineralogia e porosidade;
- Consolidação do mapa de danos, com seleção de áreas representativas para ensaios de seletividade, dosagem de reagentes químicos e pressões hidrostáticas;
- Avaliação técnica dos resultados e validação dos procedimentos executivos. Transformar testes experimentais em diretrizes técnicas.



Fluxograma metodológico da engenharia diagnóstica para validação de campo.
Fonte: Baseado no Relatório Técnico – Sarasá.

Caracterização das manifestações patológicas

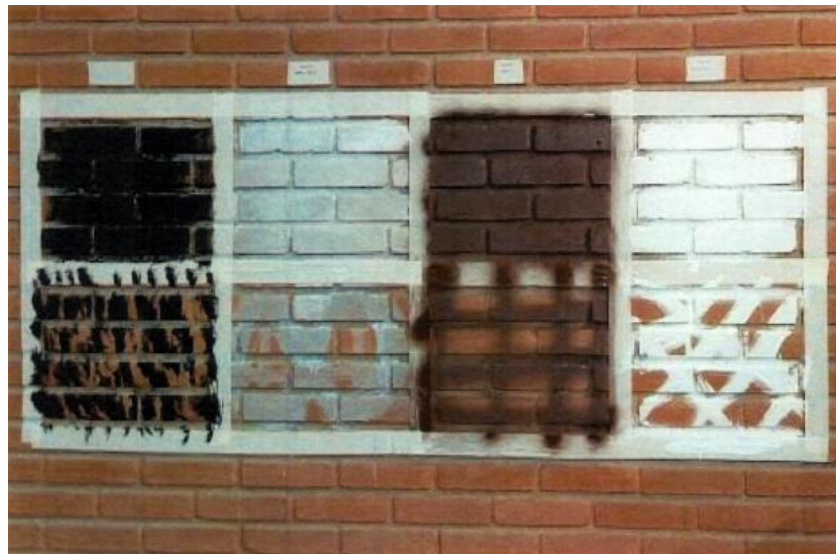


Mosaico fotográfico de patologias, crostas negras, pichações e perda de seção em tijolos. Fonte: Caderno de Manutenção, Sarasá.

Manifestação Patológica	Mecanismo de Degradação	Substrato Mais Afetado	Consequência Física no Ativo
Crostas negras	Sulfatação por deposição de material particulado e umidade	Cantarias, torreões e molduras de janelas	Formação de película impermeável e destacamento superficial
Eflorescências	Dissolução e posterior cristalização superficial de sais solúveis	Muros de alvenaria em tijolos aparentes	Depósitos salinos alvos e degradação estético-visual
Perda de seção	Criptoflorescência interna e desgaste por intemperismo natural	Juntas de argamassa de cal e faces dos tijolos	Pulverulência crônica, perda de coesão e fragilização estrutural
Pichações	Absorção capilar de polímeros e pigmentos de tintas spray	Muros perimetrais e bases em alvenaria aparente	Impregnação profunda na matriz mineral e bloqueio de vapor

Síntese das manifestações patológicas identificadas na Engenharia Diagnóstica. Fonte: Caderno de Manutenção, Sarasá.

Ensaio de Seletividade: Quadrados-teste - calibração antes da escala



Quadro-Teste para definição de produtos e processos. Fonte: Caderno de Manutenção, Sarasá.

- Ensaio de seletividade em áreas representativas.
- Ajuste de dosagem, tempo de contato e resposta do substrato.
- Calibração dos parâmetros hidromecânicos: pressão, distância e ângulo.
- Conversão dos testes em procedimentos executivos validados para a obra.

A fiscalização acompanhou a definição e o controle dos procedimentos.

Validação dos Procedimentos Executivos



Limpeza técnica nos muros



Removedor pastoso nas pichações



Limpeza de cimalkhas dos torreões



Recomposição volumétrica nos muros



Fresagem boleada nos rejuntas

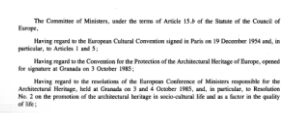
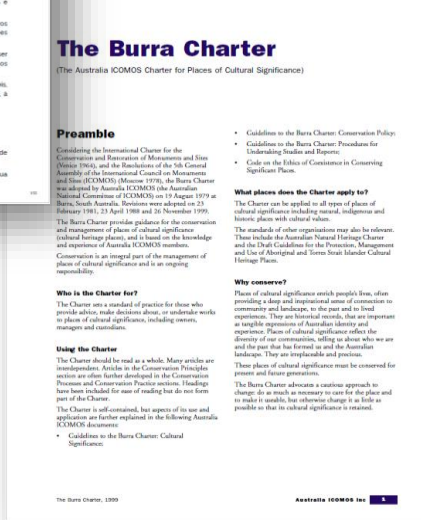
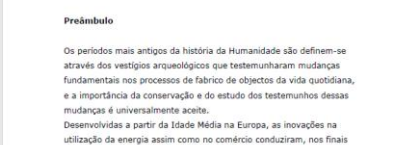
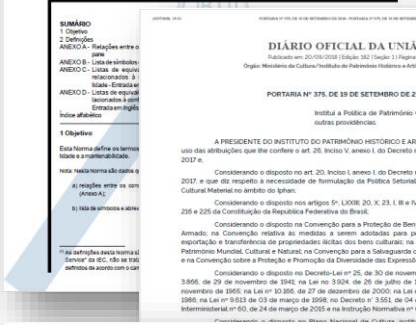
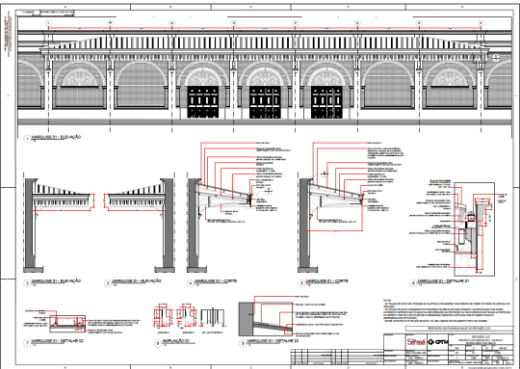
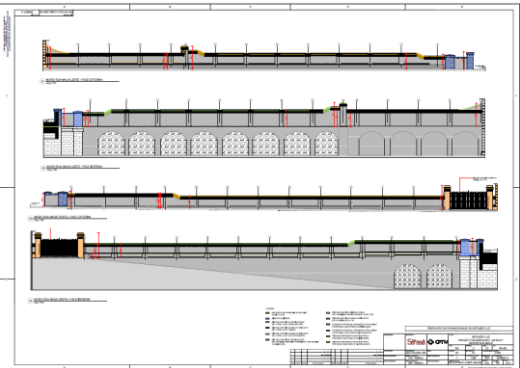
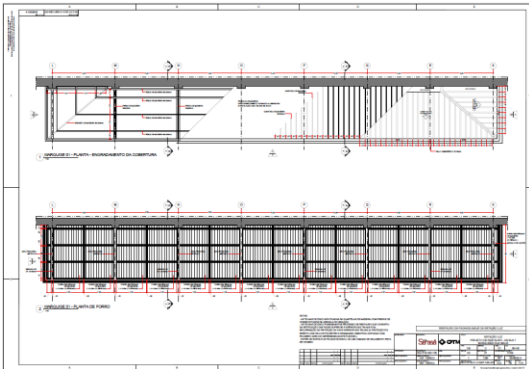
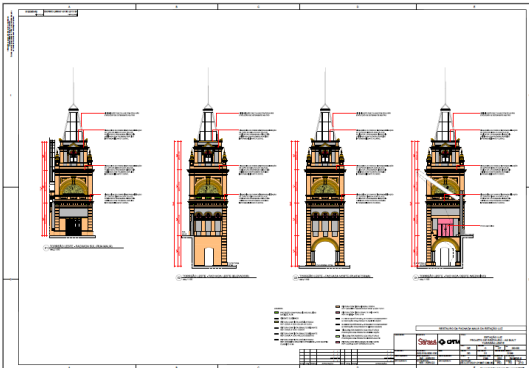
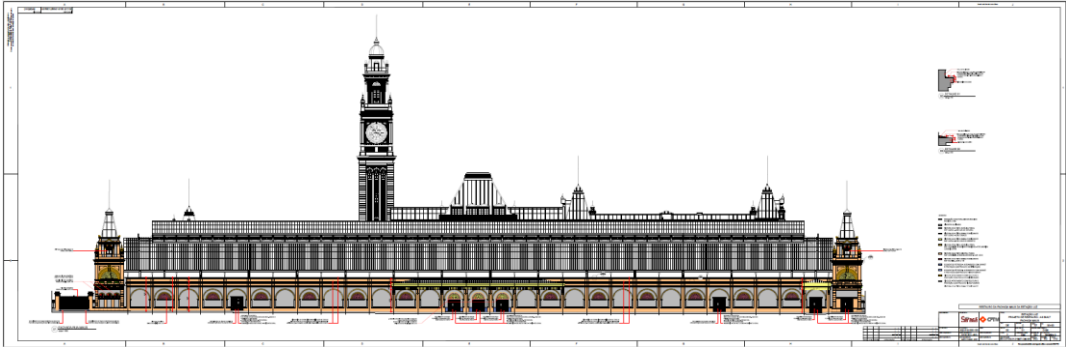


Recomposição volumétrica nos muros

Aspecto Avaliado	Critério Técnico Observado	Parâmetro / Decisão Executiva Validada
Crostas negras	Grau de aderência e sensibilidade mineral do paramento	Aplicação localizada de detergente químico biodegradável de pH neutro com tempo de contato controlado.
Pichações	Profundidade de impregnação de polímeros e pigmentos	Associação de composto removedor pastoso e hidrojateamento controlado com água.
Juntas históricas	Estado de coesão mecânica da argamassa de cal original	Restrição da pressão hidrodinâmica do enxágue (baixa pressão operacional) para evitar erosão física.
Cantarias porosas	Sensibilidade superficial e integridade microestrutural da pedra	Emprego exclusivo de escovas de cerdas macias e bicos aspersores com ângulo de incidência aberto.
Proteção superficial	Manutenção da taxa de respirabilidade e repelência hídrica	Aplicação de tecnologia molecular de base hidrofugante, sem formação de película impermeável ou alteração de brilho.

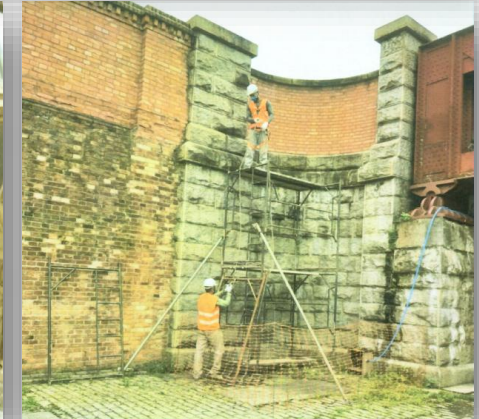
Mapa de Validação de procedimentos executivos para a Estação da Luz. Fonte: Sarasá.

Critérios Técnicos e Embasamento Normativo



APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS EXECUTIVOS

Tratamento dos muros
históricos de tijolos
aparentes, cantarias e
torreões



Muros históricos: sequência executiva validada

1

LIMPEZA QUÍMICA SELETIVA

- Pré-umedecimento com água
- Aplicação de detergente neutro, proporção 1:10
- Escovação manual
- Enxague em baixa pressão



Aplicação de detergente neutro e limpeza.
Fonte: Sarasá

2

HIDROJATEAMENTO CONTROLADO

- Hidrojateamento com água com bicos aspersores em leque
- Em casos específicos de pichações foi utilizado removedor pastoso



Aplicação de removedor pastoso nas crostas negras.
Fonte: Sarasá

3

PROTEÇÃO MOLECULAR

- Aplicação de proteção com hidrofugante à base de silanos, com dupla demão



Aplicação proteção a base de silanos para respirabilidade. Fonte: Sarasá

Proteção molecular: preservar a respirabilidade

FACE INTERNA

- Sistema hidrofugante
- Mitigação da absorção de água por capilaridade



Aplicação de detergente neutro, limpeza e aplicação de hidrofugante.
Fonte: Relatórios Mensais, Sarasá.

FACE EXTERNA

- Sistema molecular antipichação.
- Redução da penetração e aderência de tintas spray
- O hidrofugante antipichação suporta de sete a dez ciclos de remoção de pichação num mesmo local



Aplicação de hidrofugante antipichação nos muros externos.
Fonte: Relatórios Mensais, Sarasá.

Intervenções integradas: cantarias e torreões

CANTARIAS

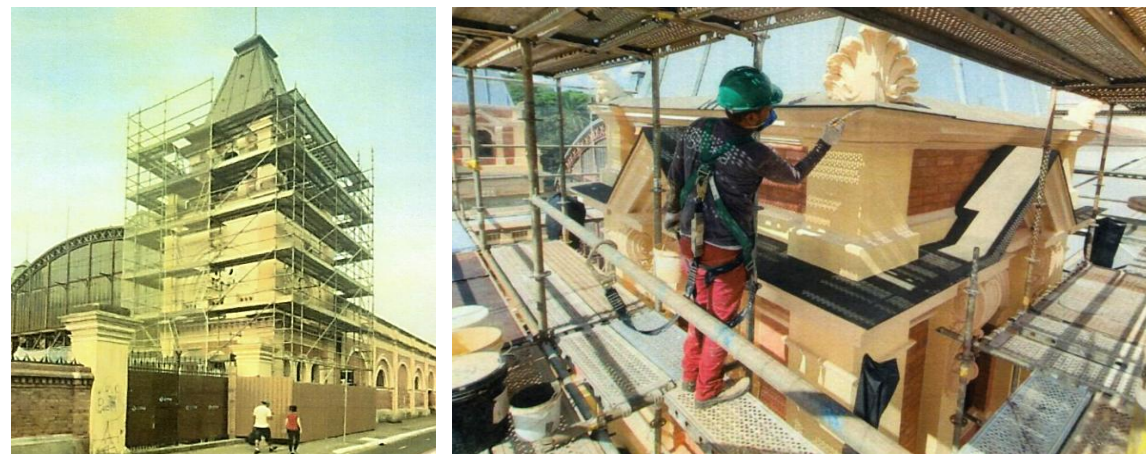
- Remoção de crostas negras
- Removedor pastoso
- Microjateamento controlado com Garnet (jateamento com mineral natural de granada - Aluminossilicato $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$ - isento de sílica livre, no lugar de jateamento de areia)
- Aplicação de proteção molecular (hidrofugante)



Intervenções nas cantarias. Fonte: Relatórios Mensais, Sarasá.

TORREÕES

- Montagem de andaime multidirecional
- Consolidação e recomposição volumétrica dos ornamentos e molduras decorativas
- Pintura com tinta mineral à base de silicato de potássio
- Restauro das esquadrias de madeira e ferro



Intervenções nos torreões. Fonte: Relatórios Mensais, Sarasá.

RESULTADOS OBSERVADOS E REPLICABILIDADE

Desempenho da
metodologia aplicada
aos muros históricos, na
envoltória e potencial
replicabilidade



Resultados observados nos muros históricos

- Recuperação da leitura cromática e da uniformidade visual
- Preservação da textura característica da alvenaria e das juntas
- Padronização das etapas executivas ao longo dos muros perimetrais
- Proteção preventiva compatível com o substrato mineral poroso



Resultado do restauro no Muro Oeste e Torreão Oeste da Rua Mauá. Fonte: Caderno de Manutenção, Sarasá - 2021.

Replicabilidade: Metodologia, não receita

A replicabilidade não pressupõe repetir os mesmos produtos ou parâmetros.

DIAGNÓSTICO

- características e estado do ativo



ENSAIOS

- resposta dos materiais



VALIDAÇÃO

- ajuste dos parâmetros



CONTROLE

- execução e acompanhamento



Aplicação da metodologia de restauro. Fonte: Relatórios Mensais, Sarasá - 2021.

Aplicável a outros ativos minerais porosos mediante caracterização e adequação às condições locais

Replicabilidade: Usos da proteção molecular a base de silanos no mundo



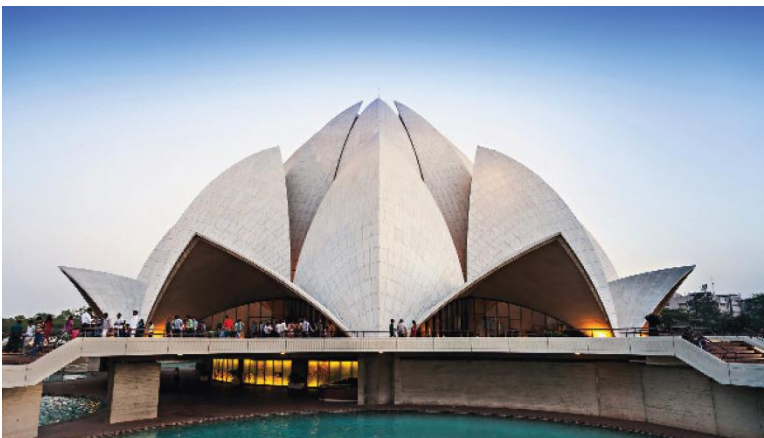
1990 Princeton University, New Jersey, USA



1991 Opera House, Sydney, Australia



2003 Louvre, Paris, France



1999 Bahai Temple, New Delhi, India



2008 Budapest Castle, Hungary



2010 Moyland Castle, Bedburg-Hau, Germany

Casos da utilização da proteção molecular a base de silanos no Mundo, conforme catálogo da Protectosil – Evonik.

Gestão de ativos: potencial de impacto no ciclo de vida

CapEx

- Diagnóstico especializado
- Ensaaios e acessos
- Tecnologias de proteção



OpEx

- Potencial de reduzir recorrência corretiva
- Manutenções futuras menos agressivas
- Racionalização das despesas operacionais



MTBF

- Potencial de ampliar intervalos entre intervenções
- Confirmação quantitativa depende de monitoramento ao longo do tempo



Aplicação da metodologia de restauro. Fonte: Relatórios Mensais, Sarasá - 2021.

O artigo apresenta uma análise qualitativa — não uma redução de custos já mensurada

Conclusões

1

Engenharia Diagnóstica + ensaios prévios + controle executivo reduziram incertezas e riscos de incompatibilidade.

2

A associação entre limpeza seletiva, hidrojateamento controlado e proteção compatível recuperou a leitura arquitetônica das superfícies.

3

O principal legado é um fluxo de decisão adaptável a outros ativos históricos, preservando a função ferroviária do patrimônio.



OBRIGADO

“Preservar o patrimônio é permitir que sua história continue em operação”



32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

OBRIGADO(A)!

Maria Laura Rolim Novais

Maria.rolim@cptm.sp.gov.br

Reginaldo de Alcântara Siqueira Filho

Reginaldo.filho@cptm.sp.gov.br



13ª Edição
Prêmio
**Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários**

ANP TRILHOS
Associação Nacional dos Transportadores
de Passageiros sobre Trilhos

TIC TRENS

 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ