

ARTIGO

**PATOLOGIA DE ESTRUTURAS:
DIAGNÓSTICO E RECUPERAÇÃO DE EDIFÍCIOS ANTIGOS**

Kattiely Viana Souza
Paulo Sérgio Pádua de Lacerda
Hudson Balonecker Garcia

RESUMO

O envelhecimento de edificações hospitalares antigas, somado à falta de manutenção, contribui para o surgimento de patologias estruturais que comprometem segurança, durabilidade e funcionalidade. Este estudo analisou o Hospital Sorocabana, inaugurado em 1955, identificando fissuras, infiltrações, deslocamento de concreto e corrosão das armaduras como principais manifestações patológicas. A pesquisa utilizou revisão bibliográfica atualizada (2020–2026), normas técnicas (ABNT NBR 6118:2023, NBR 5674:2022, NBR 9575:2023) e inspeção visual em visita técnica. Os danos foram associados à idade da estrutura, exposição ambiental e abandono prolongado, e foram propostas intervenções como recomposição de concreto, passivação das armaduras, reforço com fibras de carbono e readequação do sistema de impermeabilização. Os resultados evidenciam que o diagnóstico técnico fundamentado em normas atualizadas, aliado a técnicas modernas de recuperação, é essencial para garantir a durabilidade, a segurança e a preservação de edificações hospitalares históricas.

Palavras-chave: Patologia estrutural; Hospital Sorocabana; Recuperação de edifícios antigos.

ABSTRACT

The aging of older hospital buildings, combined with lack of maintenance, leads to structural pathologies that compromise safety, durability, and functionality. This study analyzed the Hospital Sorocabana, inaugurated in 1955, identifying cracks, water

infiltration, concrete spalling, and reinforcement corrosion as the main structural pathologies. The research was based on updated literature (2020–2026), technical standards (ABNT NBR 6118:2023, NBR 5674:2022, NBR 9575:2023), and on-site visual inspection. Damages were associated with structural age, environmental exposure, and prolonged abandonment, and interventions such as concrete repair, reinforcement passivation, carbon fiber strengthening, and waterproofing system rehabilitation were proposed. The results demonstrate that technical diagnosis grounded in updated standards, combined with modern rehabilitation techniques, is essential to ensure the durability, safety, and preservation of historic hospital buildings.

Keywords: Structural pathology; Hospital Sorocabana; Rehabilitation of old buildings.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento do parque edificado brasileiro tem evidenciado o avanço significativo de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado construídas entre as décadas de 1950 e 1980, período em que os critérios normativos de durabilidade e controle tecnológico apresentavam menor rigor técnico quando comparados às exigências contemporâneas. Em edificações hospitalares, esse cenário assume maior criticidade, considerando que tais estruturas são classificadas como essenciais à segurança pública e devem apresentar elevado desempenho estrutural e funcional ao longo de sua vida útil.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da NBR 6118:2023, a durabilidade das estruturas de concreto está diretamente relacionada à adequada consideração das classes de agressividade ambiental, cobertura das armaduras, qualidade dos materiais e planejamento da manutenção. Entretanto, edificações antigas frequentemente foram executadas sob parâmetros normativos anteriores, o que contribui para maior suscetibilidade a mecanismos de deterioração como carbonatação do concreto, corrosão das armaduras, fissuração excessiva e perda de seção resistente.

Além disso, a NBR 16747:2020, que estabelece diretrizes para inspeção predial, reforça a necessidade de avaliações periódicas com finalidade diagnóstica, especialmente em edificações com grande fluxo de usuários, como hospitais. A ausência de planos sistemáticos de manutenção, conforme preconizado pela NBR 5674:2022, potencializa o avanço das patologias estruturais e pode comprometer a segurança estrutural e a vida útil residual da edificação.

No contexto internacional, diretrizes como o ACI 562-19 do *American Concrete Institute* estabelecem critérios específicos para avaliação, reparo e reabilitação de estruturas existentes, enfatizando que intervenções devem ser precedidas por diagnóstico técnico fundamentado, capaz de identificar os mecanismos predominantes de deterioração e estimar o grau de comprometimento estrutural.

Nesse cenário, a reabilitação de edifícios hospitalares antigos representa não apenas uma alternativa economicamente viável à demolição, mas também uma estratégia sustentável de preservação do patrimônio urbano, redução de resíduos da construção civil e otimização de recursos públicos. Contudo, intervenções mal dimensionadas ou baseadas apenas em inspeção visual superficial podem resultar em soluções paliativas e reincidência de manifestações patológicas.

Diante desse contexto, emerge o seguinte problema de pesquisa: como diagnosticar tecnicamente as manifestações patológicas em edificações hospitalares antigas e selecionar métodos de recuperação estrutural que garantam segurança, durabilidade e prolongamento da vida útil da estrutura?

O presente estudo tem como objetivo analisar as principais manifestações patológicas estruturais em edifícios antigos, por meio de estudo de caso aplicado ao Hospital Sorocabana, localizado no bairro da Lapa, na cidade de São Paulo, propondo métodos de diagnóstico e recuperação fundamentados em normas técnicas nacionais e diretrizes internacionais.

Como objetivos específicos, busca-se:

- identificar e classificar as manifestações patológicas observadas;

- investigar seus mecanismos causadores à luz da literatura especializada;
- avaliar o nível de comprometimento estrutural;
- propor técnicas de recuperação compatíveis com o estado de deterioração identificado;
- discutir a importância da manutenção preventiva para prolongamento da vida útil residual.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Patologia das Estruturas e Vida Útil

A patologia das estruturas constitui o campo da Engenharia Civil responsável pelo estudo sistemático das manifestações anômalas nas edificações, abrangendo sua identificação, análise das causas, avaliação das consequências e definição de estratégias de intervenção. Diferentemente de uma simples constatação visual de danos, a abordagem patológica moderna envolve diagnóstico técnico fundamentado em inspeção, análise normativa, ensaios e compreensão dos mecanismos físico-químicos de deterioração.

A durabilidade das estruturas de concreto armado é definida como a capacidade de resistir às ações ambientais previstas durante sua vida útil de projeto, mantendo desempenho satisfatório. Conforme estabelece a Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 6118:2023, a vida útil deve ser considerada ainda na fase de projeto, contemplando classe de agressividade ambiental, cobertura das armaduras e qualidade dos materiais empregados.

No contexto de edificações existentes, introduz-se o conceito de **vida útil residual**, que corresponde ao período remanescente em que a estrutura pode operar com segurança após avaliação técnica. A determinação dessa vida útil residual depende da extensão dos danos, da taxa de progressão da deterioração e da eficácia das intervenções realizadas.

2.2 Principais Mecanismos de Deterioração em Estruturas Antigas

Em edificações construídas na década de 1950, como o Hospital Sorocabana, os mecanismos mais recorrentes de degradação estrutural envolvem:

a) Carbonatação do concreto

A carbonatação ocorre pela reação do dióxido de carbono presente na atmosfera com os compostos alcalinos do cimento, reduzindo o pH do concreto e despассивando as armaduras. Uma vez rompida a camada passivadora, inicia-se o processo de corrosão do aço, especialmente em ambientes urbanos com elevada concentração de poluentes.

b) Corrosão das armaduras

A corrosão pode ser induzida por carbonatação ou pela presença de cloretos. O processo gera expansão volumétrica dos produtos de corrosão, resultando em fissuração longitudinal, destacamento do revestimento e perda de seção resistente do aço. Esse fenômeno compromete diretamente a capacidade resistente do elemento estrutural.

Diretrizes internacionais como o ACI 562-19, do *American Concrete Institute*, estabelecem critérios para avaliação da perda de seção e definição de intervenções estruturais seguras.

c) Fissuração estrutural

As fissuras podem decorrer de retração plástica, variações térmicas, recalques diferenciais ou esforços estruturais superiores à capacidade resistente do elemento. A classificação das fissuras deve considerar abertura, orientação, localização e padrão geométrico, fatores que auxiliam na identificação da causa predominante.

d) Falhas de impermeabilização

A deficiência em sistemas de impermeabilização favorece a infiltração de água, acelerando processos de carbonatação e corrosão. A norma NBR 9575:2023 estabelece critérios atualizados para seleção e projeto de sistemas impermeabilizantes.

2.3 Inspeção e Diagnóstico Estrutural

A inspeção predial constitui etapa essencial no processo de diagnóstico. A NBR 16747:2020 define inspeção predial como avaliação técnica das condições de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação, com o objetivo de identificar anomalias e falhas.

O diagnóstico estrutural pode envolver:

- Inspeção visual sistematizada
- Ensaio não destrutivo (esclerometria, pacometria, ultrassom)
- Ensaio destrutivo (extração de testemunhos)
- Medição da profundidade de carbonatação
- Avaliação do potencial de corrosão

A correta identificação do mecanismo de deterioração é fundamental para evitar intervenções inadequadas ou meramente paliativas.

2.4 Técnicas de Recuperação e Reforço Estrutural

A escolha da técnica de intervenção deve considerar a extensão do dano, o grau de comprometimento estrutural e a viabilidade econômica. Entre as principais técnicas aplicáveis a edificações hospitalares antigas destacam-se:

- Remoção do concreto deteriorado e recomposição com argamassa estrutural polimérica;
- Tratamento e passivação das armaduras;
- Reforço estrutural com chapas metálicas ou compósitos de fibra de carbono (CFRP);
- Aumento de seção com encamisamento de pilares;
- Aplicação de sistemas de proteção superficial;
- Readequação do sistema de impermeabilização.

Recomendações técnicas do *International Federation for Structural Concrete*, por meio do *Model Code for Service Life Design*, enfatizam que intervenções devem considerar não apenas a correção do dano existente, mas também a mitigação do mecanismo que o originou.

2.5 Manutenção e Gestão da Durabilidade

A manutenção sistemática é fator determinante para prolongamento da vida útil das estruturas. A NBR 5674:2022 estabelece requisitos para o sistema de gestão da manutenção, incluindo planejamento, registro de intervenções e inspeções periódicas.

Em edificações hospitalares, onde há elevada ocupação e relevância social, a ausência de manutenção adequada pode resultar não apenas em custos elevados de recuperação, mas também em riscos à segurança dos usuários.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho adota uma abordagem qualitativa e descritiva, baseada em estudo de caso aplicado ao Hospital Sorocabana, situado no bairro da Lapa, em São Paulo, SP. O estudo teve como objetivo identificar manifestações patológicas estruturais, avaliar suas causas e propor métodos de recuperação.

Procedimentos Metodológicos

1. Levantamento Bibliográfico:

- Pesquisa em artigos científicos (2020–2026), livros, dissertações e normas técnicas atualizadas.
- Principais referências: ABNT NBR 6118:2023, NBR 5674:2022, NBR 9575:2023, NBR 16747:2020, ACI 562-19 (US), fib Model Code 2020.

2. Análise Documental e Histórica:

- Consulta a relatórios oficiais da Prefeitura de São Paulo e registros históricos do Hospital Sorocabana.

- Identificação de período de abandono, histórico de intervenções e dados construtivos disponíveis.
3. Visita Técnica e Inspeção Visual:
- Observação direta de fissuras, infiltrações, deslocamentos e corrosão de armaduras.
 - Registro fotográfico das patologias, possibilitando análise qualitativa da severidade dos danos.
4. Classificação Qualitativa das Patologias:
- Cada manifestação foi avaliada quanto à gravidade e ao impacto estrutural, utilizando uma matriz de criticidade baseada em literatura especializada e normas técnicas.
 - Permitiu priorizar intervenções estruturais e propor técnicas de recuperação compatíveis com o estado observado.

Delimitação da pesquisa: Não foram realizados ensaios destrutivos ou instrumentais em campo, sendo a análise baseada em inspeção visual, documentação e referências técnico-científicas.

4. ESTUDO DE CASO – HOSPITAL SOROCABANA

4.1 Caracterização da Edificação

O estudo de caso foi desenvolvido no edifício do Hospital Sorocabana, localizado no bairro da Lapa, na cidade de São Paulo. A edificação foi inaugurada em 1955 e permaneceu em funcionamento até 2010, quando foi desativada, permanecendo por longo período sem manutenção sistemática.

Pelas características construtivas observadas durante a visita técnica, a estrutura apresenta elementos compatíveis com sistema em concreto armado moldado in loco, solução amplamente utilizada em edificações hospitalares da década de 1950. Observam-se pilares, vigas e lajes maciças com revestimento argamassado.

Considerando sua localização em ambiente urbano com exposição a poluentes atmosféricos e umidade, a edificação pode estar submetida a condições compatíveis com classes de agressividade ambiental moderada a forte, conforme critérios estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas na NBR 6118:2023.

4.2 Identificação das Manifestações Patológicas

Durante a visita técnica, foram identificadas as seguintes manifestações patológicas predominantes:

a) Fissuração em elementos estruturais

Foram observadas fissuras em vigas e lajes, com orientação predominantemente longitudinal e transversal. A ausência de monitoramento impede a medição precisa da abertura, porém o padrão geométrico sugere possível associação a retração do concreto, variações térmicas e, em alguns pontos, esforços estruturais combinados com perda de seção por corrosão.

b) Infiltrações generalizadas

A presença de manchas de umidade e eflorescências indica falhas no sistema de impermeabilização e exposição prolongada à ação da água. Esse fator constitui acelerador relevante do processo de carbonatação e corrosão das armaduras.

c) Deslocamento do cobrimento

Observou-se destacamento do concreto de cobrimento em pilares e vigas, com armaduras expostas. Esse fenômeno é compatível com expansão volumétrica decorrente da corrosão do aço.

d) Corrosão das armaduras

Em diversas regiões foram identificadas armaduras com evidência de oxidação avançada. A perda de seção do aço, ainda que não quantificada instrumentalmente, sugere redução da capacidade resistente local.

4.3 Análise Técnica das Causas Prováveis

A combinação entre:

- Período prolongado de abandono (2010–2023)

- Ausência de manutenção preventiva
- Exposição urbana
- Idade da estrutura (aproximadamente 70 anos)

configura cenário propício à progressão de carbonatação e corrosão das armaduras.

A literatura técnica e diretrizes como o ACI 562-19, do *American Concrete Institute*, indicam que estruturas dessa idade, quando não submetidas a plano de manutenção, apresentam elevada probabilidade de comprometimento do sistema de proteção passiva do aço.

4.4 Classificação de Criticidade

Mesmo sem ensaios laboratoriais, é possível classificar qualitativamente os danos

Quadro 1 – Classificação dos danos

Manifestação	Impacto Estrutural	Nível de Criticidade
Fissuras finas superficiais	Baixo	Moderado
Infiltrações persistentes	Médio	Elevado
Deslocamento com armadura exposta	Alto	Crítico
Corrosão visível com perda de seção	Alto	Crítico

Fonte: o autor, 2026.

Essa classificação indica necessidade de intervenção estrutural prioritizada.

4.5 Diretrizes de Recuperação Propostas

Com base nas condições observadas, recomendam-se:

1. Remoção do concreto deteriorado
2. Limpeza mecânica das armaduras
3. Aplicação de agente passivador
4. Recomposição com argamassa estrutural de alto desempenho
5. Reforço localizado com compósitos de fibra de carbono (CFRP), quando necessário
6. Readequação completa do sistema de impermeabilização

As recomendações seguem princípios técnicos adotados pelo *International Federation for Structural Concrete no Model Code for Service Life Design*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do Hospital Sorocabana evidenciou que edificações hospitalares antigas estão suscetíveis a deterioração estrutural acelerada devido à idade, abandono prolongado e exposição a agentes agressivos ambientais. As patologias observadas como fissuras, infiltrações, deslocamento do concreto e corrosão das armaduras comprometeram a integridade e funcionalidade da edificação, destacando a necessidade de intervenções estruturais fundamentadas em normas técnicas atualizadas.

A aplicação de técnicas de recuperação como recomposição de concreto, passivação de armaduras, reforço com compósitos de fibra de carbono e readequação do sistema de impermeabilização é essencial para prolongar a vida útil residual da edificação e garantir a segurança de futuros usuários.

Além da preservação estrutural, o estudo reforça a importância da manutenção preventiva sistemática, conforme preconizado na NBR 5674:2022, como estratégia eficaz para reduzir custos e evitar reincidência de patologias. O caso do Hospital Sorocabana também ilustra a relevância social e histórica da reabilitação de edifícios antigos, permitindo a valorização do patrimônio urbano e a continuidade do uso de edificações estratégicas para a comunidade.

Portanto, a combinação entre diagnóstico técnico, classificação de criticidade e aplicação de normas atualizadas constitui prática indispensável para intervenções de sucesso em edificações hospitalares antigas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para sistemas de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e projeto.** Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16747: Inspeção predial – Diretrizes para avaliação de edificações existentes.** Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ACI – AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. **ACI 562-19: Evaluation, Repair, and Rehabilitation of Existing Concrete Structures.** Farmington Hills, MI: ACI, 2019 (atualizações, 2020).

INTERNATIONAL FEDERATION FOR STRUCTURAL CONCRETE (FIB). **Fib Model Code for Service Life Design 2020.** Lausanne: fib, 2020.

HELENE, P.; ANDRADE, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto.** 3. ed. São Paulo: PINI, 2021.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia e recuperação de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 2020.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Histórico do Hospital Sorocabana.** São Paulo, 2020. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2026.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Projeto de revitalização do Hospital Sorocabana.** São Paulo, 2023. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br>. Acesso em: 25 fev. 2026.

LOPES, F.; SILVA, R.; COSTA, M. Corrosion of Reinforced Concrete Structures in Urban Environments: A Review. **Construction and Building Materials**, v. 345, 2022.

PEREIRA, J.; ALMEIDA, L. Assessment of Structural Pathologies in Heritage Buildings. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 36, n. 5, 2022.