



Ensaio Não-Destrutivo e o Uso de Inibidores Migratórios de Corrosão como Solução Corretiva nas Obras de Retrofit do Hotel Glória no Rio de Janeiro

Victor Gustavo Chiari, MSc.¹, Jessica Terenzi Ramos², Leonardo Braga Passos, MSc.³, Igor Portela Garcia de Carvalho, MSc.³, Carlos Amado Britez, Dr.⁴, Matheus Rocha da Silva¹

¹ Corr Brasil / victor@corrbrasil.com.br / matheus@corrbrasil.com.br

² CEC Cia de Engenharia Civil / jessica@ciadeengenharia.com.br

³ PI Engenharia / pi@piengenharia.com.br

⁴ Britez Consultoria / britez.consultoria@gmail.com

Resumo

O *retrofit* de edifícios antigos em grandes centros urbanos é uma prática essencial para a revitalização dessas áreas. Este tipo de obra demonstra que é possível conciliar preservação histórica com modernização e sustentabilidade. No entanto, a implementação desses projetos enfrenta diversos desafios, desde a complexidade técnica até a burocracia envolvida. O antigo Hotel Glória, localizado na cidade do Rio de Janeiro, é um exemplo emblemático de um *retrofit* em andamento. A obra visa transformar o edifício histórico em um empreendimento residencial moderno e sustentável, mantendo suas características originais. O empreendimento é composto por três blocos, possui aproximadamente 60 mil metros quadrados e sua fachada é tombada pelo patrimônio histórico. Devido à paralisação temporária das obras em 2011, as estruturas de todos os blocos apresentavam diversos tipos de manifestações patológicas, sendo que algumas precisavam ser recuperadas e outras reforçadas. A fim de definir quais seriam as estratégias e soluções que seriam adotadas no projeto, foi necessário realizar inúmeros levantamentos e ensaios diagnósticos nas estruturas de concreto armado do antigo hotel com o intuito de avaliar sua integridade de modo quantitativo e qualitativo. Dentre os métodos utilizados como intervenção corretiva relacionada com a durabilidade e vida útil das estruturas, destacam-se os inibidores migratórios de corrosão, aplicados nas vigas e pilares localizados nas regiões mais vulneráveis e agressivas. Este artigo registra, portanto, os estudos, inspeções, ensaios, análises e discussões dos resultados, detalhes do projeto estrutural e o uso dos inibidores de corrosão nas estruturas recomendadas. Como resultado, observou-se que a elaboração de um bom plano de inspeções e a execução correta dos ensaios, ambos alinhados à elaboração apropriada do projeto, além do acompanhamento técnico especializado, foram fatores determinantes para o sucesso executivo das obras.

Palavras-chave

Retrofit; Inibidor de corrosão; Ensaio não-destrutivo; Concreto armado; Hotel Glória

1. Introdução

O antigo Hotel Glória é um dos marcos históricos do Rio de Janeiro e está passando por um *retrofit* para se transformar em um edifício residencial de luxo. Após anos de abandono, o hotel foi vendido ao grupo Opportunity, que está liderando a restauração e modernização do prédio. O projeto visa preservar a arquitetura neoclássica original do hotel, enquanto incorpora elementos contemporâneos para oferecer conforto e tecnologia aos futuros moradores.

Este *retrofit* não só revitaliza um importante patrimônio histórico, mas também contribui para a valorização do bairro da Glória e para a geração de oportunidades econômicas na região. A transformação do Hotel Glória em um edifício residencial é um exemplo de como a preservação histórica pode ser aliada à modernização e ao desenvolvimento urbano sustentável. O empreendimento (Figura 1) é composto por três blocos, com as seguintes características:

- Bloco 01 (torre histórica): 102 anos de idade – considerada a primeira estrutura em concreto armado da América do Sul;
- Bloco 02 (torre anexa): idade aproximada de 60 anos;
- Bloco 03 (torre executiva): idade aproximada de 64 anos;



Figura 1. Maquete da vista frontal do empreendimento Glória Residencial.
Fonte: GLÓRIA RESIDENCIAL (2023)

Este artigo técnico complementa a publicação de CHIARI & RAMOS (2024), o qual descreveu o projeto estrutural e inseriu detalhes executivos muito relevantes de cada um dos blocos do empreendimento Glória Residencial. Este registra, portanto, registra os estudos, inspeções, ensaios, análises e discussão dos resultados, por amostragem, com vistas a subsidiar o diagnóstico e prognóstico sobre a conformidade das estruturas por meio de amostragem e modelagens parciais simplificadas para, inclusive, contribuir com as verificações da projetista responsável, além das questões pertinentes relacionadas com reforços estruturais e durabilidade e sobrevida útil; referente ao *retrofit* do antigo Hotel Glória.

Embora os ensaios terem sido realizados em todos os blocos do empreendimento, este artigo abordará os resultados encontrados no Bloco 1 e no Bloco 2 por ser a parte onde os inibidores migratórios de corrosão foram efetivamente aplicados durante a execução das obras.

2. Ensaios não-destrutivos realizados nas estruturas de concreto no antigo Hotel Glória

A Britez Consultoria elaborou um plano de inspeções e ensaios, cujos resultados corroboraram com as premissas que vinham sendo usadas para o desenvolvimento do projeto das estruturas elaborado pela CEC - Cia de Engenharia Civil. Os ensaios foram realizados pelas empresas PI Engenharia e Falcão Bauer.

A seguir serão descritos os principais ensaios não-destrutivos realizados nas estruturas do Bloco 1 e Bloco 2 que serviram como base para definição das intervenções corretivas que foram aplicadas no concreto relacionadas com a durabilidade e vida útil das estruturas existentes do empreendimento, especialmente os inibidores migratórios de corrosão.

2.1. Profundidade de carbonatação

Esse ensaio é fundamental para garantir a segurança e a vida útil das estruturas de concreto. A despassivação por carbonatação é resultante da ação do gás carbônico da atmosfera, que penetra por difusão e reage com os hidróxidos alcalinos da solução dos poros do concreto reduzindo o pH dessa solução.

A despassivação deletéria só ocorre de maneira significativa em ambientes de umidade relativa abaixo de 98% e acima de 60%, ou em ambientes sujeitos a ciclos de molhagem e secagem, possibilitando a instalação da indesejada e destrutiva corrosão das armaduras. Apesar de não haver uma normalização nacional para esse tipo de ensaio, a metodologia do CPC-18 publicada pelo CCC RILEM é uma das maiores referências ao assunto.

No escopo do plano de ensaios elaborado, esse ensaio serviu para identificar uma eventual vida útil residual da estrutura de concreto, relacionada com esse mecanismo de envelhecimento e deterioração, ou seja, nos

aspectos referentes à durabilidade e vida útil da edificação. Em geral, a frente de carbonatação do concreto (Figura 2) é medida por meio de ensaios com indicadores químicos como a fenolftaleína, borrifados ou aspergidos em perfis de concretos recém-rompidos. A fenolftaleína muda de cor dependendo do pH do concreto (Figura 3), revelando a zona carbonatada, onde o pH diminuiu devido à reação do CO_2 com compostos presentes no cimento.



Figura 2. Exemplo de ensaio de profundidade de carbonatação em um dos pilares do Bloco 2.



Figura 3. Aspecto do concreto após aplicação da fenolftaleína.

Esse ensaio, simples e expedito, serviu para avaliar o avanço da frente de carbonatação presente no concreto antigo do Hotel Glória frente ao meio agressivo associado com a idade da edificação (de pouco mais de 100 anos) para determinação de eventual sobrevida útil. No Bloco 01 o ensaio de profundidade de carbonatação foi realizado em 32 pilares. Conforme observado, 11 dos 32 pilares ensaiados (34,4% da amostragem) apresentam concreto carbonatado com armadura já despassivada.

Já no caso do Bloco 02, 5 dos 20 pilares ensaiados (25% da amostragem total) apresentam concreto carbonatado com armadura já despassivada. Destes, 4 encontram-se na edificação antiga. Os pilares ensaiados pertencentes à parte nova da edificação (com cerca de 12 anos de idade), não estão carbonatados e apresentam, em sua maioria, risco baixo de despassivação (65% da amostragem total).

2.2. Teor de cloretos

O ensaio de teor de cloretos em estruturas de concreto armado tem como função principal avaliar a presença de íons cloreto, que podem comprometer a durabilidade do concreto e, principalmente, a proteção do aço armado contra a corrosão. A presença de cloretos, especialmente em ambientes agressivos, como áreas costeiras ou industriais, pode acelerar a corrosão do aço, levando à degradação da estrutura e redução de sua vida útil. Portanto, esse ensaio é essencial para identificar a necessidade de intervenções de manutenção e para garantir a segurança das edificações.

O procedimento do ensaio geralmente envolve a coleta de amostras de concreto (Figura 4 e Figura 5), que podem ser obtidas por meio de perfuração ou corte, dependendo do tipo de estrutura. As amostras são então submetidas a uma extração química, onde são tratados com uma solução que dissolve os cloretos presentes. O teor de cloretos é medido utilizando métodos como titulação ou espectroscopia, que permitem quantificar a concentração de cloretos na amostra. A análise deve ser realizada em condições controladas e com equipamentos adequados para garantir a precisão dos resultados.

Conforme estabelecido na ABNT NBR 12655 (2022), o teor máximo de íons cloreto no concreto armado, para evitar a degradação do mesmo, deve ser de até 0,15% sobre a massa de cimento (para a classe de agressividade III). Considerando como premissa o consumo de cimento de 320kg/m^3 e a massa específica do concreto em 2400kg/m^3 , o teor de cloreto máximo aceitável seria de 0,02%. Nos ensaios realizados, observou-se que apenas 4 pontos dos 32 ensaiados (12,5% do total) encontravam-se contaminados por cloretos, sendo os demais valores encontrados inferiores ao limite máximo.



Figura 4. Coleta de material do Bloco 1 para o ensaio de cloretos.



Figura 5. Coleta de material do Bloco 2 para o ensaio de cloretos.

2.3. Ultrassonografia dinâmica

O ensaio de ultrassonografia dinâmica em estruturas de concreto armado é utilizado para avaliar a integridade e a homogeneidade do concreto, bem como detectar possíveis falhas internas, como vazios, fissuras e delaminações. Este método não destrutivo é especialmente útil na inspeção de estruturas existentes, permitindo identificar problemas sem causar danos adicionais. A ultrassonografia dinâmica também auxilia na determinação da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas no material, o que pode ser correlacionado com propriedades mecânicas do concreto.

Para a realização do ensaio, são utilizados transdutores que emitem e recebem ondas ultrassônicas. Esses transdutores são posicionados em diferentes pontos da superfície do concreto, e as ondas ultrassônicas geradas atravessam o material. Ao encontrar descontinuidades internas, as ondas sofrem variações em sua velocidade e amplitude, permitindo a identificação e a localização de defeitos. A análise dos dados obtidos pode ser feita por meio de gráficos e imagens, possibilitando uma avaliação detalhada do estado da estrutura. A ABNT NBR 8802 (2019) estabelece os requisitos para a realização do ensaio, incluindo os procedimentos para preparação das superfícies, calibração dos equipamentos, execução dos testes e interpretação dos resultados.

Tendo em vista que é um ensaio não destrutivo de execução rápida, ele foi realizado em 26 pilares importantes distribuídos na estrutura, 16 no Bloco 1 e 10 no Bloco 2. Optou-se por realizar três leituras nos elementos ensaiados (Figura 6), totalizando 208 pontos de ensaio. Na Figura 7 é possível visualizar um exemplo do procedimento de ensaio, realizado através de medida direta. Em conformidade com a BS 1881-203 (1986), 96,6% dos resultados individuais de cada leitura foram bons (entre 3500m/s e 4500m/s), 1,9% foram regulares (entre 3000m/s e 3500m/s) e 1,4% duvidosos (menor do que 3000m/s, somente 1 pilar).



Figura 6. Procedimento do ensaio de ultrassonografia dinâmica em pilar do Bloco 1.



Figura 7. Ensaio de ultrassonografia dinâmica realizado pelo método direto.

2.4. Massa específica, absorção de água e índice de vazios

Os ensaios de massa específica, absorção de água e índice de vazios em estruturas de concreto armado são essenciais para avaliar a qualidade e a durabilidade do concreto. A massa específica (ou densidade) indica a compactação e a qualidade do material, a absorção de água fornece informações sobre a porosidade e a capacidade de retenção de água, e o índice de vazios revela a quantidade de espaços vazios presentes no concreto, que podem afetar sua resistência e durabilidade. Estes ensaios são fundamentais para garantir a conformidade do concreto com os requisitos de projeto e desempenho esperados.

O ensaio de massa específica é realizado pesando uma amostra de concreto em três estados diferentes: seca ao ar, saturada com superfície seca e imersa em água. A absorção de água é determinada pela diferença de peso entre a amostra seca e a saturada com superfície seca, expressa como um percentual do peso seco e o índice de vazios é calculado com base na relação entre a massa específica e a massa específica dos sólidos do concreto.

Da mesma forma como nos ensaios de ultrassonografia dinâmica, foram feitos ensaios em 26 pilares, 16 no Bloco 1 e 10 no Bloco 2. A norma de referência desse ensaio é a ABNT NBR 9778 (2005), versão corrigida de 2009. Em todos os pavimentos ensaiados, os resultados foram similares. A massa específica seca variou entre 2,47 g/cm³ a 2,67 g/cm³, com média de 2,59 g/cm³. A absorção de água variou entre 3,71% e 8,43%, com média de 5,78%. O índice de vazios variou de 8,43% a 18,14%, com média de 12,98%. A maioria dos pontos ensaiados correspondeu a resultados de ultrassom classificados como bons (entre 3500m/s e 4500m/s).

Conforme a ABNT NBR 8953 (2015), os resultados demonstram concretos classificados como normais, segundo a massa específica. Quanto à absorção de água e índice de vazios, HELENE (1993) classifica concretos com porosidade maior ou igual a 15% e absorção de água maior que 6,3% como deficientes do ponto de vista da qualidade do material.

2.5. Esclerometria

O ensaio de esclerometria é um método não destrutivo utilizado para avaliar a dureza superficial do concreto e estimar sua resistência à compressão (desde que acompanhado de ensaios destrutivos), portanto permite identificar áreas potencialmente problemáticas em estruturas de concreto armado. Além de fornecer uma estimativa da resistência do concreto, o ensaio de esclerometria pode ser empregado para monitorar a uniformidade do material ao longo do tempo.

Dentre os métodos não destrutivos é um dos mais utilizados em função de sua praticidade e rapidez. O ensaio basicamente consiste em impactar uma superfície de concreto de maneira padrão, com uma dada energia de impacto e, então, medir o rebote ou a reflexão de uma massa padrão após o impacto no concreto. A norma técnica que rege este ensaio no Brasil é a ABNT NBR 7584 (2012) e define os procedimentos para a realização do ensaio (Figura 8), incluindo a calibração do martelo de Schmidt (Figura 9), a preparação da superfície e a interpretação dos resultados.



Figura 8. Execução do ensaio de esclerometria em um dos pilares do Bloco 2.



Figura 9. Martelo de Schmidt, equipamento usado no ensaio de esclerometria.

Tendo em vista a rapidez da execução dos ensaios, foi proposta sua execução em 100% dos tramos de pilar da estrutura no Bloco 1, cerca de 800 pontos, e Bloco 2: cerca de 700 pontos, totalizando 1500 pontos. Dada a quantidade elevada de pontos, orientou-se o uso de 8 impactos por ponto de ensaio e possibilidade de redução de 50% desse quantitativo em função do fator de simultaneidade dos resultados.

Em geral, os ensaios de esclerometria serviu para demonstrar que poucos dos pilares avaliados apresentaram indicadores anômalos relacionados com uma possível baixa resistência à compressão do concreto, e incluí-los no plano de extração de testemunhos, de modo a subsidiar a verificação do projeto estrutural, no que tange às condições de segurança e estabilidade da edificação.

2.6. Demais ensaios

Com a finalidade de subsidiar e que complementar as informações para o desenvolvimento do projeto estrutural, foram realizados ainda ensaios de agressividade do solo, análise petrográfica, levantamento de espessuras do cobrimento do concreto, levantamento geométrico dos elementos estruturais da fachada do Bloco 1, levantamento reforços da fibra de carbono instaladas durante a primeira retomada do projeto em 2011, verificação e aferição do diâmetro das armaduras dos arranques existentes dos Blocos 1 e 2, além da inspeção visual e levantamento geométrico das fundações do Bloco 2.

3. Inibidor migratório de corrosão para recuperação das estruturas

3.1. Descrição

A tecnologia de inibidores migratórios de corrosão (tradicionalmente conhecida como MCI – *Migrating Corrosion Inhibitors*) atua no interior do concreto ligando-se às armaduras para formar uma proteção monomolecular ao redor do aço. Com isso, inibe quimicamente a corrosão e faz com que as estruturas de concreto armado tenham uma vida útil significativamente maior, mesmo em ambiente de alta agressividade, como é o caso do antigo Hotel Glória, cuja classe de agressividade é III, de acordo com a ABNT NBR 6118 (2023).

Embora existam diferentes bases químicas e mecanismos de proteção (catódico e anódico), recomenda-se o uso de produtos mistos, que combinam ambos os mecanismos, e orgânicos, pois atuam para proteger igualmente as áreas anódica e catódica em uma célula de corrosão. Além disso, os produtos de base orgânica apresentam baixo risco à saúde durante a aplicação.

O objetivo da aplicação dos inibidores de corrosão é evitar e/ou reduzir a corrosão das armaduras para expandir sua vida útil de serviço. Eles podem ser aplicados em elementos estruturais novos, através de adição no concreto, argamassa e/ou gROUTe fresco, ou em elementos estruturais existentes, através de aplicação por aspersão e impregnação na superfície externa. Este tipo de inibidor foi desenvolvido para migrar através do concreto por mecanismos naturais (Figura 10) como capilaridade, difusão de vapor e atração iônica ao metal (MEYER, 2017).

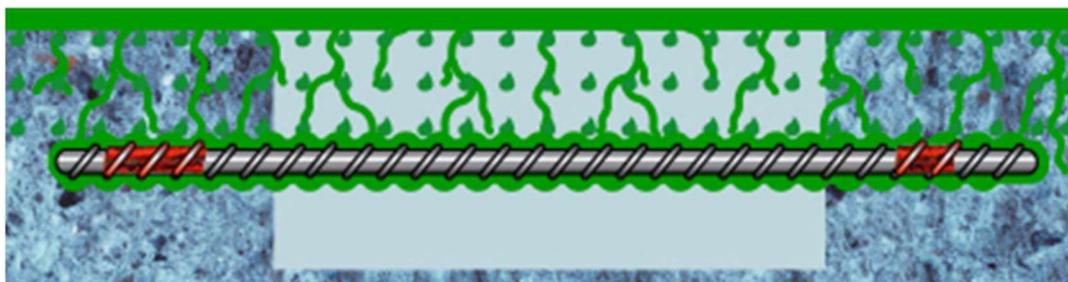


Figura 10. Mecanismo migratório do inibidor de corrosão
Fonte: MEYER (2017)

As moléculas do nano inibidor migram até o metal e, uma vez em contato com ele, forma-se uma forte ligação ao metal com o objetivo de protegê-lo de duas formas distintas: a primeira é manter o metal em um ambiente “confortável”, ou seja, que ele não tenha a tendência de corroer; e a segunda é uma proteção de

barreira formada pelo escudo monomolecular que se forma ao redor do aço (Figura 11), protegendo-o dos agentes agressivos (CORR BRASIL, 2024). Ainda, em função de sua característica hidrofóbica, ele impedirá que a água e outros agentes entrem em contato com o metal.

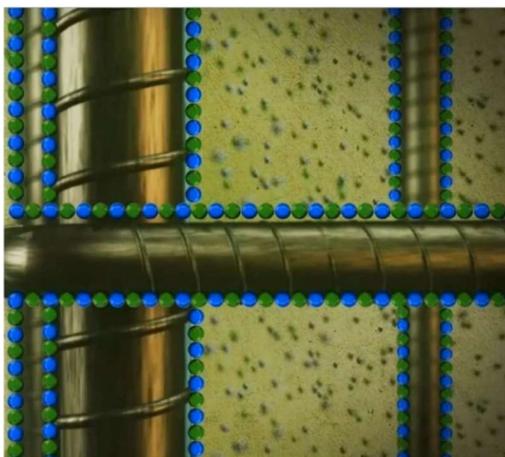


Figura 11. Formação da proteção iônica molecular do inibidor de corrosão
Fonte: CORR BRASIL (2024)

3.2. A importância da avaliação do nível de desempenho da estrutura

Por ser uma das primeiras estruturas construídas em concreto armado no Brasil, ainda nos anos 1920, a estrutura do Hotel Glória foi calculada para resistir a uma determinada vida útil, certamente já ultrapassada, e que vai sendo reduzida ao longo do tempo. Devido ao abandono e, principalmente, a falta de manutenção das estruturas, seu nível de desempenho vinha caindo ano após ano.

Na Figura 12, ilustrada por POSSAN & DEMOLINER (2013), pode-se verificar a influência das ações de manutenção em uma edificação, as quais são necessárias para garantir ou prolongar a vida útil de projeto (VUP). A norma de desempenho ABNT NBR 15575 (2013) chama atenção para o fato de que “é necessário salientar a importância da realização integral das ações de manutenção pelo usuário”, destacando que se este não realizar a manutenção indicada corre-se o risco de a VUP não ser atingida. Esta mesma norma destaca que a (VUP) mínima para estruturas de concreto armado deve ser pelo menos 50 anos.

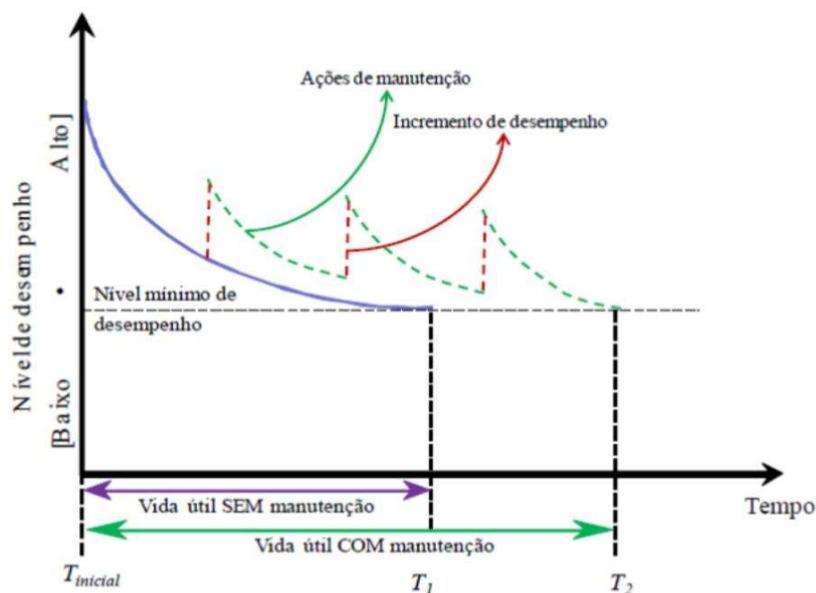


Figura 12. Gráfico genérico do nível de desempenho de uma estrutura com e sem intervenções corretivas.
Fonte: POSSAN & DEMOLINER (2013)

Considerando a idade dos elementos estruturais do Hotel Glória ensaiados e as características do concreto (resistências à compressão baixas), considera-se que, apesar de homogêneos e íntegros (sem vazios ou ninhos de concretagem), os concretos possuem elevada porosidade, propício para o ingresso de agentes agressivos, o

que corrobora para a opção de tratamento com inibidor de corrosão. Inclusive, essa elevada porosidade colabora com a melhor penetração do inibidor de corrosão.

A solução proposta para intervenção corretiva das estruturas já envelhecidas permite o aumento do nível de desempenho e/ou vida útil de serviço sem que se faça uma intervenção destrutiva nos locais onde as armaduras ainda não iniciaram seus processos corrosivos e/ou não corroeram o suficiente para provocar falta de aderência na camada de cobrimento de concreto. Portanto, o resultado esperado, a longo prazo, é de que se prolongue a vida útil da estrutura com a menor quantidade de intervenções destrutivas possíveis, buscando ao máximo manter sua integridade e desempenho.

3.3. Aplicação na superfície de concreto

Com base no plano de inspeções e ensaios proposto e implementado e, ainda, em função dos resultados obtidos e analisados nos ensaios não destrutivos, a Britez Consultoria (tecnologista do concreto) recomendou o uso dos inibidores de corrosão por impregnação a base de amina (MCI[®] 2020 MSC) para serem aplicados diretamente na fachada do Bloco 1, além dos pilares e vigas do Bloco 2.

Para que isso bem-sucedido, foi necessário atender na íntegra as recomendações do fabricante dos inibidores migratórios de corrosão (Cortec Corr Brasil) em relação à preparação da superfície e aplicação do material. Inicialmente foi necessário fazer uma lavagem com lava-jato sob pressão média com o objetivo de remover resíduos, poeira, partículas soltas, contaminantes, bem como promover abertura de poros.

A fim de homogeneizar a solução, o inibidor de corrosão foi diluído em uma proporção 1:1 (1 litro d'água para 1 litro de produto) e, com o auxílio de um pulverizador costal manual de baixa pressão, foi aplicado em duas demãos diretamente na superfície de concreto na fachada do Bloco 1 e pilares e vigas (já reforçados) do Bloco 2 (Figura 13). É importante salientar que o jato deve sair em formato de “leque” (Figura 14) para evitar o chamado efeito-rebote e que a segunda demão foi aplicada após o substrato estar seco ao toque, o que ocorreu cerca de 30 minutos após a primeira devido às altas temperaturas no Rio de Janeiro.



Figura 13. Aplicação do inibidor migratório de corrosão por aspersão em um dos pilares do Bloco 2.



Figura 14. Detalhe da aspersão do inibidor de corrosão em formato de “leque”

4. Conclusões

O projeto, a execução, a seleção dos materiais, a caracterização do ambiente de exposição e as estratégias de manutenção e reparo são de suma importância para a garantia de durabilidade (qualidade) de uma estrutura ou componente, e conseqüentemente, sua vida útil. Qualquer negligência em relação a estes aspectos torna o desempenho das mesmas insatisfatório quanto à durabilidade, afetando diretamente a vida útil requerida.

Com base no plano de inspeções e ensaios proposto e implementado e, ainda, em função dos resultados obtidos e analisados, das recomendações de intervenção corretiva prevendo além de uma sobrevida útil de mais 50 anos, a segurança contra incêndio da edificação, bem como das verificações das estruturas; pode-se afirmar, com as limitações normais de um processo de amostragem, que o antigo Hotel Glória, construído há pouco mais de 100 anos, pode atender à maioria dos requisitos e critérios de durabilidade (vida útil) expressos na normalizações brasileiras vigentes, encontrando-se apto aos fins a que se destina, evidentemente considerando a implementação da intervenções corretivas propostas.

Ainda, os ensaios não-destrutivos realizados por profissionais capacitados foi imprescindível para a correta análise dos resultados obtidos. A especificação dos inibidores migratórios de corrosão como uma das soluções corretivas para aumento da sobrevida útil da estrutura, se mostrou acertada, pois além de ser de simples aplicação, contribuirá muito para o aumento da sobrevida útil da estrutura.

Referências bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. ABNT NBR 9778. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão — Método de ensaio. ABNT NBR 7584. Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575 - Partes 1-6: Desempenho de edifícios habitacionais. ABNT NBR 15575. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Concreto para fins estruturais - Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência. ABNT NBR 8953. Rio de Janeiro, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Concreto endurecido - Determinação da velocidade de propagação de onda ultrassônica. ABNT NBR 8802. Rio de Janeiro, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação – Procedimento. ABNT NBR 12655. Rio de Janeiro, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. ABNT NBR 6118. Rio de Janeiro, 2023.
- ASTM INTERNATIONAL (ASTM). *Standard Test Method for Determining Effects of Chemical Admixtures on Corrosion of Embedded Steel Reinforcement in Concrete Exposed to Chloride Environments*. ASTM G109-07, 2013.
- HELENE, Paulo R. L. Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. 1993. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 1993.
- BAVARIAN B. and REINER L., Current progress in corrosion inhibition of reinforcing steel in concrete using migrating corrosion inhibitors, Corrosion 2006, Paper No. 06347, San Diego, NACE, 2006.
- BRITISH STANDARD (BS). *Testing concrete Part 203. Recommendations for measurement of velocity of ultrasonic pulses in concrete*, 1986.
- CHIARI, V.G., RAMOS, J.T. Utilização de luvas soldáveis para emenda mecânica das barras de aço nas obras de retrofit do Hotel Glória no Rio de Janeiro. 65º Congresso Brasileiro do Concreto IBRACON, Maceió, 2024.
- CORR BRASIL. Catálogo técnico – Inibidores migratórios de corrosão CORTEC MCI. Blumenau, 2024. 12 p.
- GLÓRIA RESIDENCIAL. 10 ago. 2023. Disponível em: <https://lançamento.invexo.com.br/rj/ gloria-residencial/>. Acesso em: 5 mar 2025.
- MEYER, J. Organic corrosion inhibitors – New build and existing structures performance. Brian Cherry International Concrete Symposium, Australia, 19 p., 2017.
- POSSAN, E., DEMOLINER, C. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: Abordagem geral. Revista Técnico-Científica do CREA-PR, 1ª ed. 14p. 2013.
- RILEM RECOMMENDATIONS. CPC-18. *Measurement of hardened concrete carbonation depth*, 1988.