



## ENGENHARIAS

**Análise de manifestações patológicas e proposta de recuperação estrutural de um reservatório suspenso*****Pathology manifestation analysis and structural repair proposal of an elevated reservoir***

Thais Esmério Pimentel<sup>1</sup>, Franciele de Souza Alves<sup>2</sup>,  
Herik Wainer Franco Lima<sup>3</sup>, William Rubbioli Cordeiro<sup>4</sup>,  
Marina Lucia Evangelista<sup>5</sup>, Jefferson Martins<sup>6</sup>

**RESUMO**

A corrosão das estruturas de concreto armado é uma manifestação patológica encontrada na construção civil, decorrente de falha de controle tecnológico, e falta de manutenções preventivas. É importante o conhecimento da origem e das causas da corrosão da armadura e do histórico da construção, para que se possa apontar em que fase do processo aconteceu, o erro que veio a gerar determinado problema patológico e determinar as soluções mais viáveis. Para a execução deste estudo foi realizada visita técnica em um clube localizado em Juiz de Fora - MG que apresenta patologia de corrosão por íons cloreto na laje suspensa de uma piscina. Mediante uma investigação detalhada e minuciosa da bibliografia existente, a proposição da solução mais adequada para correção, recuperação e reforço estrutural inclui três fases, sendo a preliminar abrangendo a demarcação de áreas, escoramento, remoção do concreto e limpeza das armaduras; a fase de recuperação envolve reposição de armaduras, limpeza da superfície, revestimento do aço e concreto, e reparos; e a fase estrutural incorpora adição de armadura, ancoragem, grauteamento e impermeabilização. Apresenta-se a solução mais viável financeiramente aos recursos do clube.

**Palavras-chave:** Manifestação patológica; recuperação estrutural; reservatório suspenso.

**ABSTRACT**

*The corrosion in reinforced concrete structures is a pathological manifestation found in civil construction, due to a technological control failure, and lack of preventive maintenance. It is important to know the origin and the causes of the corrosion as well as the construction history, in order to point out in which phase of the process the error that generated the problem occurred and to be able to determine the most viable solutions. The study comprises a technical visit in a club located in Juiz de Fora – MG that presents pathological corrosion by chloride ions in the suspended slab of a swimming pool. Following the literature*

<sup>1</sup> Centro Universitário Estácio Juiz de Fora, Juiz de Fora/MG – Brasil. E-mail: [thais\\_pimentel@yahoo.com.br](mailto:thais_pimentel@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> E-mail: [francialves333@gmail.com](mailto:francialves333@gmail.com)

<sup>3</sup> E-mail: [herikjf@gmail.com](mailto:herikjf@gmail.com)

<sup>4</sup> E-mail: [rubbioli987@yahoo.com.br](mailto:rubbioli987@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> E-mail: [marina.evangelista@engenharia.ufjf.br](mailto:marina.evangelista@engenharia.ufjf.br)

<sup>6</sup> E-mail: [jeffersonsilvamartins@gmail.com](mailto:jeffersonsilvamartins@gmail.com)



*review, this study proposes the most appropriate solution for correction, recovery, and structural reinforcement, including three phases: the first phase is the demarcation of areas, shoring, removal of concrete, and cleaning the reinforcement; the recovery phase comprises reinforcement replacement, surface cleaning, steel and concrete coating, and repairs; finally, the structural phase incorporates the addition of reinforcement, anchoring, grouting, and waterproofing. The most financially viable solution for the club is presented.*

**Keywords:** *Pathological manifestations; structural recovery; suspended reservoir.*

## 1. INTRODUÇÃO

No cenário atual das construções brasileiras, a grande maioria das edificações são comumente construídas pelo sistema construtivo do concreto armado. Este método construtivo associa os termos vida útil e durabilidade para estabelecer um ciclo de utilização do empreendimento. Apesar de existir fóruns e estudos qualificados, ainda não foi estabelecido um protocolo para manutenção e conservação das estruturas. Sabe-se que a elaboração e execução dos projetos, uso do empreendimento, e manutenções preventivas e corretivas são fundamentais para o prolongamento da vida útil das construções em concreto armado. (ARAUJO, OLIVEIRA, SIMÃO; 2021).

Durante o ciclo de vida das estruturas de concreto armado, surgem patologias advindas do ambiente de exposição, das especificações inadequadas do projeto, e da execução em desconformidade com as normas técnicas. Quando os procedimentos de construção são ignorados, ou mal executados acarreta em consequências negativas para vida útil da construção, que passa a necessitar de constantes manutenções e vistorias para cumprimento do desempenho satisfatório da estrutura. (LOPES, 2019).

A corrosão das armaduras tem sido reconhecida como um fator de extrema importância para a redução da vida útil das estruturas de concreto armado. Segundo Lopes (2019), faz-se necessário estudos para criação de métodos que associem a viabilidade financeira com as técnicas de recuperação e reforço das estruturas de concreto armado afetadas por patologias provenientes da agressividade do ambiente que oferece a presença de agentes mecânicos, físicos, químicos ou biológicos, que atuam negativamente sobre as estruturas, agravando o processo de deterioração.

A construção civil encontra-se em constante evolução, por ser uma área muito abrangente, fomenta diversos campos da ciência, seja na busca por materiais alternativos, aperfeiçoamento, criação de novas técnicas construtivas, ou projetos revolucionários. Concomitantemente, os estudos sobre reparação estrutural para prolongamento da vida útil acompanham essa evolução. Quanto mais antiga for uma construção, mais necessária é a vistoria da estrutura por profissionais qualificados, a fim de identificar possíveis patologias que possam comprometer sua integridade estrutural. (JÚNIOR; FRAGA; MIRANDA; SILVA, 2021).

Atualmente, diversos tipos de recuperações foram realizados, tais como: Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério – CEFAM, pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP (MARTINS; FIORITI, 2016), a edificação histórica do Museu da Rampa (DA COSTA, 2019) e as Residências na região da Amazônia. (BONIFÁCIO; SANTANA; PERIOTTO, 2020). Apesar de essas reformas serem recentes, todas são baseadas, de alguma forma, nas propostas de Souza e Ripper (1998).



Neste trabalho foi realizada uma análise das manifestações patológicas ocorridas em um reservatório suspenso, assim como as devidas soluções propostas para a recuperação da estrutura em fase avançada de degradação. A obra foi construída no ano de 1951 e assumiu grande importância histórica para o lazer dos residentes em Juiz de Fora – MG. Neste horizonte temporal não era realizado o correto dimensionamento estrutural das edificações, de modo que as patologias se tornaram recorrentes, principalmente a corrosão, pois o cobrimento das armaduras não cumpria seu papel de proteger as armaduras da agressividade do ambiente. (SOEIRO; TRANCOSO, 2018).

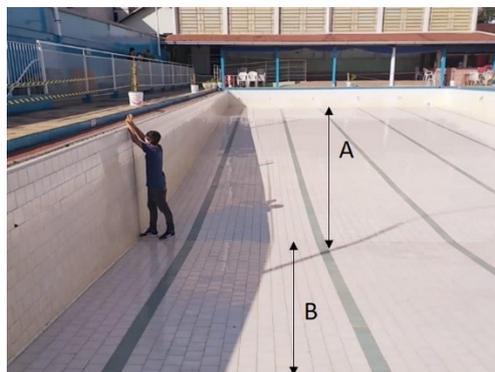
## 2. METODOLOGIA

Para a realização desta pesquisa apresenta-se um estudo de caso sobre as manifestações patológicas de um reservatório suspenso. A pesquisa foi realizada por meio de visita técnica ao clube localizado em Juiz de Fora - MG que apresenta patologias na laje suspensa de sua piscina. A piscina foi inaugurada em 1951 e passou pelo processo de reforma corretiva em 1982. A investigação deste estudo foi fundamentada por meio de vistorias técnicas e levantamento de bibliografias atualizadas. Em um primeiro momento foi realizado o diagnóstico das manifestações patológicas encontradas na construção suspenso e suas respectivas causas e, em seguida, apresentou-se uma proposta de recuperação da estrutura em análise.

## 3. OBJETO DE ESTUDO

A Figura 1 representa uma piscina construída em duas lajes A e B, sendo a laje maior indicada em A, com as dimensões 20,80 metros de comprimento e 12 metros de largura, com a estrutura apoiada ao solo. E a segunda laje representada em B, com dimensões menores de 4,20 metros de comprimento e 12 metros de largura. Sendo assim utilizou-se como objeto de estudo deste trabalho a estrutura suspensa representada em B, a qual foi analisada por meio de acesso ao subsolo.

**Figura 1** – Vista da piscina. (A) Laje apoiada no solo e (B) Laje suspensa.



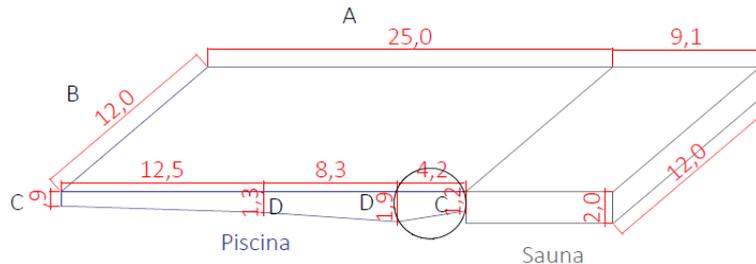
Fonte: Autores.

Segundo o projeto disponibilizado para leitura pela diretoria do Clube, as lajes foram construídas em concreto armado com 12 cm de espessura e com barras de aço liso. A piscina foi revestida com pisos cerâmicos, possuindo as seguintes dimensões: 25 m de comprimento, 12 m de largura, de



90 cm a 1,20 m de profundidade nas extremidades e com um desnível que varia de 1,30 m a 1,90 m no centro da piscina, como representado esquematicamente na Figura 2.

**Figura 2** – Representação esquemática da piscina. (A) comprimento, (B) Largura, (C) variação da profundidade e (D) variação do desnível.



Fonte: Autores.

Na Figura 2 destaca-se com um círculo a área da laje suspensa que foi o objeto de estudo deste trabalho. Na região em destaque foi identificado que a umidade proveniente dos constantes ciclos de molhagem e secagem da parte interna da estrutura formou pilhas de corrosão que fizeram o pH da estrutura diminuir, reduzindo a alcalinidade e aproximando-a da região neutra. Deste modo a camada passivadora de proteção das armaduras foi destruída, gerando a corrosão acentuada das armaduras.

### 3.1. DIAGNÓSTICO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS NA CONSTRUÇÃO SUSPENSA

A estrutura suspensa da piscina encontra-se confinada em ambiente extremamente agressivo ao concreto armado, em virtude do elevado grau de umidade e baixa ventilação. Os principais problemas encontrados na estrutura encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1** – Principais problemas da estrutura suspensa da piscina.

Principais problemas encontrados na estrutura	Consequências geradas nas estruturas de concreto armado
Falta de impermeabilização adequada	Presença de umidade e infiltrações na estrutura
Cobrimento inexistente	Exposição da armadura
Falta de manutenção e reforma inadequada.	Exposição da estrutura ao ambiente agressivo
Presença de agentes corrosivos	Destruição da camada passivadora que protege as armaduras e degradação da estrutura

Fonte: Autores.

Após anos de uso e sem manutenções periódicas e adequadas, o concreto da estrutura tornou-se permeável o suficiente para que os íons, junto com oxigênio, o penetrassem até chegar na armadura. Assim sendo, ocorreu a despassivação, com o surgimento dos compostos ferrosos expansivos, aumentando o volume original de aço ocasionando na fissuração e no lascamento do concreto, desencadeando no problema de corrosão das armaduras. À medida que a corrosão se agravou o cobrimento tornou-se ainda mais insuficiente para envolvê-las. (SOARES; VASCONCELOS; NASCIMENTO, 2015).



Ao relacionar a estrutura construída da piscina com as normas vigentes enquadra-se na classe de agressividade ambiental IV, com intensidade muito forte e alto risco de deterioração da estrutura. Para esta classe de agressividade ambiental determina-se no 45 mm de cobrimento para a laje e 50 mm de cobrimento para as vigas e pilares. (NBR 6118, 2014). Em contrapartida, na época de execução da obra não foram adotados tais procedimentos, além da dosagem do concreto ter sido realizada no local, bem como adensamento e amassamento manuais com auxílio de enxada, de modo a facilitar a existência de vazios durante a concretagem.

À proporção que o cobrimento foi sendo destruído, a armadura mostrou-se exposta e oxidada, como mostra a Figura 3. O ponto 1 destacado na Figura 3A mostra a laje escorada como forma de prevenção de acidentes, devido ao estado debilitado da estrutura. Ao redor do ponto 2 é possível identificar as armaduras expostas enferrujadas e corroídas e o ponto 3 mostra as armaduras rompidas. A Figura 3B mostra o resultado do processo de deterioração da parede da estrutura, no ponto 1, o concreto foi destacado pela ação do cloro e ocasionou a exposição da armadura no ponto 2, sucedendo na redução de sua seção transversal.

**Figura 3** – Deterioração da estrutura. Na laje (A), o ponto 1 mostra o escoramento da estrutura, o ponto 2 mostra-se as armaduras expostas e o ponto 3 mostra-se as armaduras rompidas. Na parede (B), o ponto 1 mostra o concreto destacado e o 2 mostra a armadura exposta.



Fonte: Autores.

A umidade afeta a estrutura diretamente após o processo de despassivação, como mostra a Figura 4. Com a falta de impermeabilização adequada, a pressão da água combinada com agentes agressivos, facilita a penetração da água no revestimento e acaba atingindo o concreto e a armadura e levando ao processo de corrosão. Na Figura 4A, o ponto 1 mostra o cobrimento da viga de sustentação da piscina destacado e a armadura exposta, o ponto 2 mostra o concreto degradado pela corrosão e o ponto 3 mostra a umidade que atingiu a armadura e o líquido ferruginoso resultado desse processo não evaporou e escoou pela parede lateral da piscina. O ponto 1 mostrado na Figura 4B evidencia o processo de destacamento do concreto de revestimento (reboco) e a demanda de deterioração resulta no destacamento do cobrimento, como mostra o ponto 2 e, finalmente, com a constante exposição da armadura à agressividade do ambiente o ponto 3 mostra a redução da seção transversal da armadura.

**Figura 4** – Deterioração da estrutura. Na parede (A), o ponto 1 mostra o destacamento do cobrimento da viga, o 2 mostra a corrosão e o 3 mostra o escoamento do líquido ferruginoso. No pilar (B) o ponto 1 evidencia o



destacamento do concreto de revestimento, o 2 mostra o destacamento do cobrimento e o 3 mostra a redução da seção transversal da armadura.



Fonte: Autores.

Quando a armadura se encontra nesse estado, perde diâmetro da seção transversal e capacidade de resistência ao longo do tempo, produzindo uma variação na distribuição de tensão sobre a área e causando um deslocamento angular no sentido do comprimento da barra rígida e uma redução na ligação armadura/concreto até o momento em que a armadura de aço se secciona. Essa situação pode ser visualizada na parte em que a piscina foi construída suspensa, conforme a Figura 5.

A Figura 5A, o ponto 1 mostra o fator que contribuiu para infiltração da água na laje da passarela da piscina, o revestimento adotado na passarela ao lado da piscina, conhecido como "Pedra de São Tomé". Um piso muito utilizado na arquitetura em espaços abertos, mas que apresenta permeabilidade elevada, o que agrava a situação do processo de corrosão. Conforme a Figura 5B, são facilmente identificáveis na laje que se encontra abaixo da passarela da piscina, as partes que foram mais danificadas pela infiltração. As armaduras enferrujadas e expostas sofreram o processo de corrosão, perdendo a seção transversal (como visto no ponto 1, até o cisalhamento mostrado no ponto 2) principalmente por se localizarem em espaços fechados, quentes e úmidos, com intensas infiltrações.

**Figura 5** – Corrosão das armaduras por infiltração. Na passarela (A) identifica-se o piso de revestimento altamente permeável no ponto 1. Na laje (B), o ponto 1 apresenta armadura cisalhada e 2 perda de seção transversal.

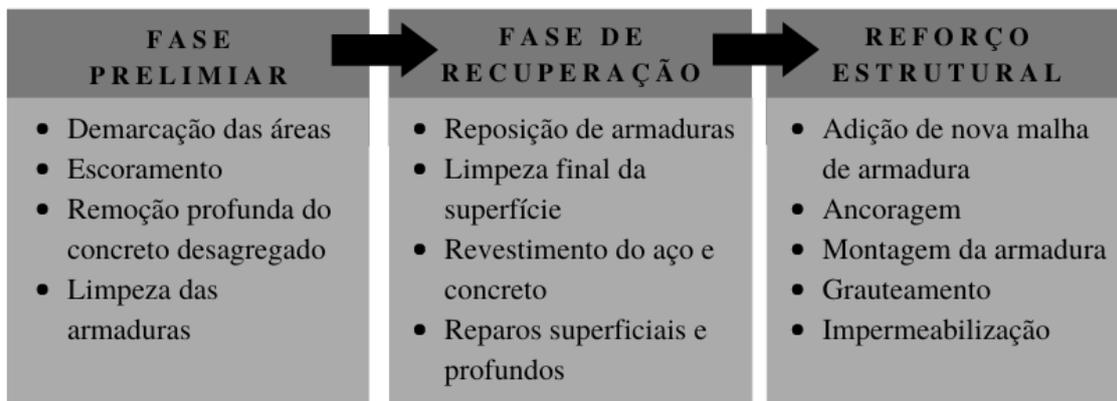


Fonte: Autores.

### 3.2. PROPOSTA DE RECUPERAÇÃO DA ESTRUTURA SUSPENSA

O cenário atual dos elementos estruturais das lajes, vigas e pilares da estrutura da piscina é resultado de anos de exposição a agentes corrosivos, a umidade e a falta de manutenções preventivas e corretivas durante os 70 anos de vida da estrutura. Deste modo, baseado em estudos de recuperação de Souza e Ripper, apresenta-se proposta de recuperação da estrutura. A proposta seguirá o diagrama disponibilizado na Figura 6.

**Figura 6** – Etapas para o processo de recuperação da estrutura.



Fonte: Autores.

#### 3.2.1. DEMARCAÇÃO DE ÁREAS

As áreas desagregadas, com falhas de concretagem e armaduras expostas e corroídas devem ser demarcadas em um processo visual, como na Figura 7, para orientação do profissional que executará a remoção do concreto em mau estado até o concreto sadio, de modo que possam ser recuperadas apenas as estruturas que atingiram os estados limites último e de serviço. Esse processo exige também o uso de martelo geológico, a fim de identificar via percussão os locais que não mostram as falhas visualmente. (GRIPP, 2018).

**Figura 7** – Área demarcada que deve receber tratamento de recuperação e reforço.



Fonte: Autores.

### 3.2.2. ESCORAMENTO

Durante todo o processo de recuperação, as lajes como a da Figura 8 devem ser escoradas, a fim de garantir a segurança da própria estrutura e daqueles que trabalham na obra. O material metálico adequa-se ao procedimento pela versatilidade e manuseio. (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019).

**Figura 8** – Laje que deve receber escoramento metálico.



Fonte: Autores.

### 3.2.3. REMOÇÃO PROFUNDA DO CONCRETO DESAGREGADO

Quando todas as áreas que necessitarão de intervenção forem identificadas e escoradas, deve-se iniciar a remoção do concreto degradado. O processo consiste na retirada do material nocivo, com cautela para não danificar as armaduras, até ao concreto sã da estrutura. O corte deve ir além das armaduras, com no mínimo 2 centímetros de profundidade, por meio do apicoamento e remoção com serra circular. (DNIT, 2006). A Figura 9 representa uma das áreas que deve ter o concreto removido.



**Figura 9** – Local onde necessita a remoção profunda do concreto degradado.



Fonte: Autores.

### 3.2.4. LIMPEZA DAS ARMADURAS

A limpeza das armaduras e do concreto é grande parte responsável pelo sucesso da recuperação. As armaduras expostas, conforme mostrado na Figura 10, do pilar de sustentação das cargas da piscina, devem ser limpas de modo que retire qualquer agente nocivo que possa gerar um novo processo de corrosão futuramente. Todas as barras existentes precisam ser escovadas com os denominados “escovões de aço” ou com equipamentos de alta rotação, a fim de remover os óxidos de ferro presentes na armadura.

**Figura 10** – Pilar de sustentação da laje suspensa da piscina.  
Armadura exposta que precisa passar por tratamento e anticorrosão.



Fonte: Autores.

### 3.2.5. REPOSIÇÃO DE ARMADURAS

A armadura de reposição deve passar pelo mesmo processo de limpeza executada na armadura existente, para evitar que apresente agentes nocivos que possam “infectar” as demais. As barras de aço devem ocupar o menor espaço longitudinal e transversal possível para que não haja remoção da área de concreto adicional. Esse será solicitado para combater os esforços de compressão quando o empreendimento voltar a cumprir sua utilização. Nos casos em que há espaço para se fazer o trespassa, esse será sempre o tipo de emenda mais recomendável. Nem



sempre existirá a possibilidade de soldagem, que dependerá do tipo de aço das armaduras existentes. (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019).

### 3.2.6. LIMPEZA FINAL DA SUPERFÍCIE

Para garantir que não haja nenhuma partícula que possa interferir no processo de recuperação deve-se fazer uma limpeza final nas superfícies. A limpeza com ar comprimido é a mais indicada, conforme norma DNIT 081/2006. Entretanto, para a realização da limpeza com ar comprimido, é recomendado que o compressor seja dotado de filtro de ar e óleo, para garantir que o ar não seja contaminado com óleo e que não venha a comprometer a estrutura. (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019).

### 3.2.7. REVESTIMENTO DO AÇO E CONCRETO

É recomendado o revestimento do aço com primer anticorrosivo antes da aplicação da argamassa ou do graute para aumentar resistência do mesmo à agentes ferruginosos e melhorar a aderência ao material de recuperação. (NBR 6118, 2014).

Para o concreto, deve-se utilizar uma ponte de aderência à base de adesivo epóxi para garantir uma boa fixação entre o reparo e o substrato do concreto. Os adesivos de base epóxi são polímeros fornecidos em dois componentes: monômero e catalisador. Após a mistura dos dois componentes, o material permanece viscoso durante um certo tempo, denominado Pot Life, depois endurece e se solidifica, adquirindo então elevada resistência mecânica. (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019).

### 3.2.8. REPAROS SUPERFICIAIS E PROFUNDOS

Os reparos superficiais que atingem uma profundidade de até dois centímetros e uma área de até 15 cm<sup>2</sup>, devem completar as áreas das seções que exigem um reparo estrutural. (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019). No processo, a superfície deve ser preparada em condições ideais de saturação, para que tenha mais aderência quando o material de recuperação for aplicado. Nesses reparos, deve-se usar argamassa à base mineral ou polimérica, indicada para anular o ambiente agressivo em que a estrutura se encontra. A preparação deve ser feita com auxílio de ferramentas mecânicas, garantindo homogeneidade da mistura de todos materiais e aditivos, de modo que atenda às características de compressão de 40 Mpa aos 28 dias de cura. (NBR 12655, 2015)

Os reparos profundos são aqueles que atingem uma espessura maior que 5 centímetros. Nesta etapa, a saturação do local de aplicação é crucial para a boa aderência entre o concreto novo e velho. Deve-se utilizar o graute, material constituído de cimento Portland, agregados miúdos, aditivos plastificantes e expansivos, que pode ser composto por base mineral ou à base de epóxi, que garante muita fluidez. Além disso, possuem elevada resistência química e mecânica, apresentando, no mínimo, 20 MPa nas primeiras 24 horas de aplicação. (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019). O graute à base mineral é indicado para uso em reparos estruturais, pois têm elevada resistência inicial, baixa permeabilidade e retração compensada. Recomenda-se, para esse caso, a utilização do graute G30, o que significa que a resistência nominal a ser atingida será de 30 MPa na idade de 28 dias.



O graute deve ser lançado numa forma de compensado, dotada de cachimbo e devidamente vedada para evitar que o material autonivelante vaze. Deve ser aplicado também um aditivo desmoldante, a fim de garantir que o material não agarre quando for retirado a forma. (SCHEIDEGGER; CALENZANI, 2019).

### 3.2.9. ADIÇÃO DE NOVA MALHA DE ARMADURA

Devido à redução de 15% do diâmetro da seção transversal apresentado pelas armaduras causando a perda de capacidade de carga, torna-se indispensável a adição de uma malha de armadura, garantindo que a estrutura recupere a capacidade inicial para a qual foi projetada.

### 3.2.10. ANCORAGEM

Todas as barras das armaduras devem ser ancoradas de forma que as forças a que estejam submetidas sejam integralmente transmitidas ao concreto, por meio de aderência com o ponto de apoio. (NBR 6118, 2014).

Os furos devem passar por uma limpeza por jateamento de ar, a fim de retirar resíduos que possam comprometer a fixação da barra. Devem ser feitos inclinados em um ângulo de 15° a partir da direção perpendicular da superfície do concreto, assim combatem a gravidade na concretagem da resina cimentícia ou epóxica. Esse processo deve ser feito com cautela para que não haja comprometimento das peças de concreto que já foram recuperadas. Recomenda-se realizar um ensaio de arrancamento e deslizamento em corpos de prova para garantir a eficiência.

### 3.2.11. MONTAGEM DA ARMADURA

A armadura deve ser dimensionada visando receber o peso da água quando a piscina estiver em funcionamento e seu processo construtivo, seguindo as normas estabelecidas pela NBR 6118:2014, em relação aos ambientes agressivos.

O método de reforço das armaduras deve ser o transpasse, como mostrado na Figura 11. A montagem das armaduras deve respeitar um espaçamento entre 8 a 20 centímetros e serem ancoradas às vigas e lajes que já foram recuperadas nos processos anteriores. As bitolas devem ser definidas a partir de um cálculo prévio, de acordo com a espessura da laje já existente e das armaduras antigas. (MARQUES, 2017).

Depois do processo de montagem e ancoragem, as armaduras devem passar por um processo de revestimento com produtos anticorrosivos, o prime anticorrosivo à base cimentícia.



**Figura 11** – Esquema de emenda de barras de aço corroídas e novas.



Fonte: Autores.

### 3.2.12. GRAUTEAMENTO

Seguindo o mesmo procedimento adotado para reparos profundos e rasos, o processo de saturação do local é crucial para a boa qualidade de fixação do graute. As montagens das formas de compensados devem ser acompanhadas de cachimbos e devidamente calafetadas para evitar vazamentos do material nas bordas e emendas das formas. A aplicação de um aditivo desmoldante também deve ser feita para evitar que as formas agarrem na hora da retirada.

O graute preencherá todos os espaços entre a forma, armaduras e a laje existente tratada. Deve apresentar uma resistência à compressão de no mínimo 20 Mpa num período de 24 horas da aplicação.

### 3.2.13. IMPERMEABILIZAÇÃO

Por fim, recomenda-se a aplicação de impermeabilizante cimentício. Os mais recomendados em estruturas de piscina são os compostos de polímeros acrílicos e aditivos; cimento Portland e aditivos selecionados. O processo deve ser renovado de acordo com o desgaste provocado pela infiltração da água, através de manutenções periódicas, de modo a evitar novas patologias. (RIBEIRO, 2019, p.2).

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa foi realizado o estudo detalhado de uma piscina suspensa, com estrutura em concreto armado e exposta a problemas físicos, químicos e mecânicos do ambiente. A partir disso, foi possível identificar as principais causas da corrosão nas estruturas de concreto armado e definir a melhor solução para correção dos problemas encontrados.

Pode-se verificar que a estrutura se encontra em ambiente extremamente agressivo, pois se encontra com infiltrações, umidade constante e presença de cloretos. Essas características encontram-se presentes em grande parte das piscinas e são produzidas pelo próprio espaço que são inseridas e por falhas na concepção da estrutura, como impermeabilização inadequada, materiais inadequados e, principalmente, falta de manutenções preventivas e periódicas na estrutura. Apesar das causas e das origens das manifestações patológicas se repetirem, cada caso



deve ser analisado e estudado separadamente, de maneira específica. (BONIFÁCIO; SANTANA; PERIOTTO, 2020).

Nesse caso, dada a situação da estrutura e com base em estudos sobre a patologia de corrosão, a solução mais adequada adotada foi a recuperação da estrutura, sendo necessário a execução de um reforço estrutural e a adição de uma nova malha de armaduras.

Em virtude dos fatos mencionados, conclui-se a importância de se atentar ao projeto e às fases de execução da obra. É preciso que estruturas que se encontram em ambientes agressivos sigam as regulamentações proporcionadas pelas Normas Brasileiras (NBRs). Em destaque, estruturas como piscinas devem passar por um processo de impermeabilização adequado e o cobrimento mínimo deve ser respeitado, a fim de proteger o concreto armado dos cloretos e umidade presentes no ambiente.

Ressalta-se também a importância de manutenções preventivas periódicas, executadas por profissionais capacitados na área. Nenhuma obra é eterna, mas o cuidado na execução e, durante sua vida, garantem um tempo de vida útil maior à estrutura.

Neste trabalho mostra-se a importância do estudo sobre patologias, para que profissionais tenham cada vez mais embasamento teórico para atuar em obras de recuperação de estruturas deterioradas.

## 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, Joaquim Júlio; FRAGA, Thales Sousa; MIRANDA, Beatriz Campos; SILVA, Victor Júlio Almeida. PATOLOGIA EM CONCRETO ARMADO E SEUS MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL. **Revista Científica Novas Configurações – Diálogos Plurais**, v.2, n.1, p.43-58, 2021.

ARAUJO, Adriana de; OLIVEIRA, Claudia de Andrade; SIMAO, Tatiana Regina da Silva. Current condition of the exposed concrete façades reinforcement of the Vilanova Artigas building: modern architectural heritage. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, São Paulo, v.14, n.1, e14113, 2021.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 6118**: Projetos de Estruturas de Concreto - Procedimento. 3. ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2014. 238 p.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 12655**: Concreto de cimento Portland: preparo, controle, recebimento e aceitação - procedimento. 3. ed. Rio de Janeiro: Dunas, 2015.

BONIFÁCIO, D. R.; SANTANA, F. R. C.; PERIOTTO, C. M. Análise de patologias em residências unifamiliares no ambiente quente e úmido da Amazônia. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v.12, n.2, 2020.

DA COSTA, R. F. *et al.* Análise de manifestações patológicas e do procedimento empregado para recuperação estrutural de uma edificação histórica: estudo de caso Museu da Rampa, Natal/RN. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v.11, n.1, p.144-155, 2019.

DNIT. **Remoções no concreto**: especificação de serviço norma DNIT 081/2006. Rio de Janeiro, 2006.



GRIPP, S. S. W. **Corrosão em estruturas de concreto armado**: fundamentos, processo e efeitos da corrosão e recuperação de estruturas corroídas. 2018. 19 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Ciências Gerenciais de Manhuaçu, Manhuaçu, 2018.

LOPES, Lincoln de Souza. Patologia da construção em concreto armado e as resoluções dos problemas de manutenção. **Revista Científica Faema**, v.10, n.1, p.23-33, jul. 2019.

MARQUES, M. P. B.; ALBUQUERQUE, M. V. F.; PIANCÓ, R. C.; MONTEIRO, E. B. Inspeção das Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado no Edifício Bom Pastor em Garanhuns-PE. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v.2, n.3, 2017.

MARTINS, Juliana Furtado Arrobas; FIORITI, Cesar Fabiano. Investigação de manifestações patológicas em sistemas estruturais de concreto armado: estudo de caso em edificação pública. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, Itapetininga, v.3, n.4, p.90-102, jan. 2016.

RIBEIRO, K. W. B. Impermeabilizante Cimentício–Impermeabilização de piscina construída em alvenaria estrutural em casa de alto padrão na cidade de Manaus-AM. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, n.166, p.1-18, 2019.

SCHEIDEGGER, Guilherme Marchiori; CALENZANI, Carla Lorencini. Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v.5, n.3, p.68-92, mar. 2019.

SOARES, Arthur Pimentel Falcão; VASCONCELOS, Lúvia Tenório; NASCIMENTO, Felipe Bomfim Cavalcante do. CORROSÃO EM ARMADURAS DE CONCRETO. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Maceió, v.3, n.1, p.177-188, nov. 2015.

SOEIRO, Joaquim Martins; TRANCOSO, Herika. Inspeção e diagnóstico de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: estudo de caso. **Revista Construindo**, Belo Horizonte, v.10, n.1, p.61-74, jan. 2018

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

Submetido em: **25/11/2020**

Aceito em: **19/05/2021**