



Uso da Argamassa Polimérica na Recuperação Estrutural

OLIVEIRA Gabrielle, ALVES Laís

Núcleo de pesquisas em Planejamento e Gestão, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro.

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 00 Mês 2018

Revisão: 00 Mês 2018

Aprovação: 00 Mês 2018

Palavras-chave:

Concreto

Polímeros

Restauração

Resumo:

O concreto armado é um dos materiais mais utilizados na construção civil desde o século 20. Por esse motivo a cada dia há mais investimento em formas de recuperar estruturas em concreto armado, visto que, apesar de resistente, sofre alterações em sua estrutura e resistência devido a ações climáticas, falhas em projeto no decorrer dos anos. Como em qualquer estrutura, é necessária manutenção, nesse cenário surge a argamassa polimérica que é própria para reparos no concreto, com resistência equivalente e funções mecânicas, trazendo praticidade e qualidade para as obras de recuperação estrutural. No presente estudo de caso, vemos o processo de recuperação dessas estruturas através dessa nova técnica dominada e mais utilizada em países da Europa e que vem sendo explorada no Brasil recentemente, como é o caso da reforma do Edifício Lúcio Costa, localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro, mais conhecido como “banerjão” onde será instalada a nova sede da Alerj. O edifício possui mais de 50 anos, sua fachada estava deteriorada em muitos pontos, armaduras aparentes, então, visando à recuperação do mesmo com vistas à nova utilização, foi estabelecido um projeto de recuperação estrutural, utilizando a argamassa polimérica própria para reparo de concreto. O resultado foi satisfatório e é apresentado nesse artigo como forma de inteirar os profissionais que se interessem por inovação no ramo da construção civil.

1. Introdução

O concreto armado foi o material mais utilizado em construções no século XX. Como qualquer edificação, são necessárias manutenções na estrutura, pois o concreto pode se deteriorar por diversos fatores, atmosféricos até falhas durante a execução ou

detalhamento do projeto das estruturas. Estudos e materiais vêm sendo lançados no mercado para que facilitem esse processo de recuperação estrutural de edificações em concreto armado.

Neste cenário surge a argamassa polimérica, difundida no mercado de construção civil brasileira desde 2011, quando

foi lançada na principal feira de construção civil do Brasil.

O uso da argamassa polimérica na recuperação estrutural contribui para diminuição de resíduos, evitando a demolição, eliminando o uso de areia, contribuindo ainda para diminuir a retirada deste material de leitos dos rios, uma preocupação ambiental de autoridades ambientais em todo planeta.

As argamassas poliméricas comercializadas para reforço estrutural apresentadas nesse estudo de caso são argamassas cimentícias, polimérica, monocomponente, de consistência tixotrópica com fibras sintéticas.

2. Desenvolvimento

Argamassas poliméricas são cimentícias que contêm aditivos poliméricos, os quais melhoram o desempenho ou alteram suas propriedades, geralmente utilizadas para assentamentos de tijolos ou blocos na execução de alvenarias de vedação. Também sendo utilizadas para assentar pisos, azulejos e pastilhas durante aplicação desses revestimentos. Com o decorrer dos anos, novas argamassas foram fabricadas para diferentes finalidades, uma delas é a recuperação estrutural. Essa técnica ainda é pouco difundida no Brasil, porém vem sendo explorada por alguns profissionais. Necessita mão de obra especializada com treinamento realizado pelo fabricante para a melhor aplicabilidade e desempenho.

Nesse estudo de caso, é apresentado o Edifício Lúcio Costa localizado no Centro do Rio de Janeiro. O mesmo passou por uma reforma para abrigar os gabinetes dos deputados estaduais e as áreas administrativas da Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ). Popularmente conhecido como “Banerjão”, possui 31 pavimentos. O prédio ícone do modernismo foi construído na década de 1960, de acordo com o projeto do arquiteto Henrique Mindlin. Foi sede do Banco do Estado da Guanabara (BEG) e

posteriormente, do Banco do Estado do Rio de Janeiro (Banerj). O edifício recebeu o

nome para homenagear um famoso arquiteto e urbanista Lúcio Costa.

O prédio precisou de reforço estrutural para readequar as novas necessidades, como inclusão de elevadores, modernização, segurança e a construção de um novo auditório, sendo necessária abertura de alguns vãos e fechamentos de outros. Seguidamente solicitou em projeto a recuperação estrutural e reforço fazendo o uso da argamassa polimérica.

A recuperação estrutural é uma medida preventiva de recomposição de elementos estruturais em edificações para prevenir o colapso estrutural e prolongar a vida útil da edificação. O concreto deteriora por diversos fatores, de atmosféricos até falhas durante a execução ou detalhamento do projeto de estruturas. É uma solução para recuperação de estruturas em decomposição ou que apresentam patologias precoces em seus elementos, como por exemplo, pilares, vigas e lajes desgastadas, até mesmo com armaduras oxidadas. Para garantir o sucesso da recuperação é fundamental que as atividades sejam realizadas por profissionais além de fazer o uso de produtos eficazes e de qualidade.

“A recuperação integra a necessidade de restabelecer a integridade física de um elemento estrutural, buscando restituir as características mecânicas originais. A recuperação supõe a substituição de algo que se tenha perdido com o tempo como, por exemplo, a proteção do concreto de cobrimento carbonatado em uma estrutura com muitos anos de exposição a ambiente agressivo. Esse é o caso das estruturas em situação de colapso, após sofrerem danos violentos como incêndios ou choques de veículos. A intervenção mais tradicional para corrigir esse tipo de problema é a recomposição da geometria das peças após o tratamento do substrato de concreto deteriorado e das armaduras.” [1]

A qualidade dos serviços de recuperação de estruturas de concreto armado depende da análise precisa das causas que os tornaram

necessários e do estudo detalhado dos efeitos produzidos. Definidos estes dois pontos, passa-se então para a escolha da técnica adequada, que inclui a cuidadosa seleção dos materiais e equipamentos a serem empregados e mesmo da mão de obra necessária para a execução do serviço.

O custo final de obras de recuperação de estruturas de concreto é função direta da solução (projeto) adotada para a execução da mesma, considerando-se cálculos, metodologias, especificações de materiais e trabalhos complementares, como escoramentos e andaimes, por exemplo, que são muitas vezes determinantes na avaliação da própria viabilidade econômica da obra.

“O concreto armado foi o material de construção civil mais utilizado no século XX, segundo Mehta e Monteiro (1994), sendo um dos materiais mais importantes da construção civil. Portanto, as estruturas de concreto armado têm elevados estudos de técnicas de reforço, para que cada vez mais possam atender as necessidades de adequação dos espaços das edificações públicas à vida moderna.” [2]

No passado, em função do pouco conhecimento sobre o comportamento estrutural, as soluções limitavam-se à adição de novos elementos e apoios, e ao incremento das seções resistentes. Métodos que são constantemente empregados até hoje. O aprimoramento das técnicas de reforço estrutural tem apresentado satisfatórios resultados nos últimos anos, apesar da grande variedade de lesões as quais estão sujeitas as edificações. Quase sempre há uma solução técnica para reforçar estruturas danificadas, propondo soluções para preservar sua arquitetura original. O reforço é uma intervenção no elemento estrutural que visa principalmente o aumento de sua capacidade de resistir às solicitações perante as quais está submetido.

Ele geralmente é necessário diante do aumento de um carregamento ou mesmo para corrigir uma falha do projeto estrutural quando há avaliação dos carregamentos.

Como tudo que envolve a estrutura, é importante que o dimensionamento do reforço seja pautado pelo conhecimento das cargas que serão depositadas sobre a estrutura. Afinal, cargas em excesso inevitavelmente vão exigir novos esforços.

É importante lembrar que se a estrutura, depois de reforçada, tiver uma carga inferior àquela considerada no momento da intervenção, o reforço vai inverter sua utilidade e, em alguns casos, pode perpetuar uma deformação já existente. [3]

Argamassas de base mineral (cimentícias) são produtos que não apresentam retração, o que é fundamental para as obras de recuperação ou de reforço de estruturas de concreto armado. Não são corrosíveis (alta resistência química) nem inflamáveis e têm pH alcalino. São apresentadas sob a forma de dois componentes, que devem ser misturados na hora da aplicação, sem adição de água e sempre conforme as instruções dos fabricantes. No Brasil existem indústrias que produzem uma linha de argamassas pré-misturadas de cimento e areia com adição de resina acrílica, normalmente apresentada em duas modalidades: argamassas autonivelantes, com grande fluidez, recomendadas para aplicações em superfícies horizontais e argamassas tixotrópica, que não escorrem, podendo ser aplicadas em superfícies com qualquer inclinação em relação à horizontal.

Esse produto leva ainda um acréscimo de fibras poliamidas. Argamassas de base resina epóxi são as chamadas argamassas de polímeros, que são produtos obtidos com agregados miúdos e um ligante de polímero (acrescentando-se à mistura agregados graúdos, obtêm-se concretos de polímeros). Tanto a argamassa como o concreto de polímeros constituem excelentes materiais para reparos de falhas em elementos estruturais, porém, por razões de ordem econômica, seu emprego fica limitado a falhas localizadas, de pequenas dimensões.

Existem disponíveis no mercado argamassas pré-dosadas de resina epóxi fornecidas em três componentes: resina,

catalisador e areia de quartzo. Como a resina epóxi tem alto poder de aderência ao concreto e ao aço, esta argamassa pode ser utilizada com sucesso para reparos superficiais, ancoragem de chumbadores, cobrimento de barras adicionais etc., podendo, por ser tixotrópica, ser aplicada sem limitações, mesmo na vertical. [4]

A elaboração e execução dos projetos de reforma e modernização do Edifício Lúcio Costa nas figuras 1 e 2, com vista à nova utilização da edificação, considerando os aspectos arquitetônicos para os novos ambientes, adequações, reforços estruturais de pequena monta, recuperação estrutural, saneamento da corrosão das fachadas e impermeabilizações foram indicados devido a sua localização ser em um grande centro urbano e com o intuito de preservar sua identidade arquitetônica e histórica.

Figura 1: Edifício antes da recuperação estrutural.



Fonte: Wikimapia.org. [5]

A edificação, após aproximadamente 50 anos de utilização sem que tenha havido intervenções relevantes de manutenção ou modernização, encontrava-se em mau estado de conservação. Além da necessidade de manutenção do prédio.

Para recuperação estrutural das fachadas da edificação, das partes danificadas ou já atacadas pela corrosão das armaduras foram adotados alguns procedimentos descritos a seguir.

Figura 2: Concreto deteriorado e armaduras com sinais visíveis de corrosão



Fonte: Ruben Denan. [6]

2.1 Inspeções e Ensaios de Campo

Os ensaios e medições de campo visam caracterizar aspectos, qual seja a classificação da estrutura quanto ao grau de envelhecimento e estágio de vida útil em que se encontra, mediante a verificação de grandezas intervenientes neste processo (qualidade do concreto, espessura de recobrimento das armaduras, profundidade de carbonatação e potenciais de eletrodo, testes de eficiência de inibidores de corrosão).

Para análise dos processos corrosivos nas armaduras das peças de concreto armado e determinar a expectativa de vida útil das estruturas, procedem algumas ações. Em primeiro lugar, uma vistoria detalhada e registro das anomalias para programar os pontos de ensaio, que se compõe conforme:

- a. Demolição localizada de pontos característicos nas estruturas de concreto com sinais visuais de corrosão e pontos ainda sem estes sinais;
- b. Nos pontos de inspeção abertos, efetua-se medição em campo dos recobrimentos das armaduras principais e secundárias, bem como da verificação de suas bitolas;
- c. Nos pontos de inspeção abertos, efetua-se medição em campo dos potenciais de corrosão (potenciais de eletrodo) existentes para o sistema concreto-aço, de forma a se conhecer o grau de probabilidade da ocorrência dos processos corrosivos eventualmente instalados ou insipientes;

d. Nos pontos de inspeção abertos, efetua-se medição em campo da profundidade da frente de carbonatação mediante aspersão de reagente colorimétrico fenolftaleína, de forma a se conhecer a tendência da estrutura quanto à despassivação das armaduras e condições de alcalinidade/acidez do concreto circundante;

e. Retirada sequencial de material pulverizado mediante uso de furadeira, de modo a se traçar a progressão da contaminação por cloretos;

f. Nos pontos trabalhados conforme e acima se afere o pH mediante utilização de fitas colorimétricas, de forma a complementar a ação descrita no item (d) acima;

g. Aplicação de inibidor de corrosão multifuncional em áreas de teste para monitoração de seus efeitos, de forma a se conhecer os recursos e as dosagens mais eficientes para a estabilização ou minoração dos processos corrosivos;

h. Monitoração do comportamento dos potenciais de eletrodo nas áreas de teste conforme acima preparadas, de forma a se verificar tendência de estabilização.

2.2 Janelas de Inspeção

A abertura de janelas de inspeção como mostra a Figura 3 mediante delimitação com disco de corte diamantado e remoção do material com marteletes elétricos, pneumáticos ou hidráulicos, áreas ainda não afetadas pelos processos corrosivos dos elementos estruturais em função da necessidade de verificação do comportamento e das tendências das anomalias em áreas aparentemente não comprometidas.

2.3 Avaliação de Carbonatação

Figura 3: Aspecto da janela de inspeção.



Fonte: Autor.

Nas janelas abertas se procede a medição da profundidade de carbonatação pela aspersão de fenolftaleína visível na figura 4 e a medição da profundidade em que o reagente adota a coloração vermelho vivo ou tonalidades mais fracas em tons avermelhados, indicando o limite de 9,5 unidades da escala de Ph.

Figura 4: Aplicação da fenolftaleína



. Fonte: Autor.

2.4 Determinação do pH

Nas mesmas áreas em que se preparam as janelas acima citadas, se procede a coleta de concreto pulverizado para medição do pH em dois níveis, de forma a traçar uma progressão da eventual dessalinização do concreto. Para tal, se procede à retirada de material a uma profundidade representativa da meia distância entre a armadura e a face de uma peça e em profundidade representativa do eixo da armadura, verificando caso a caso conforme detalhamento encontrado em cada peça.

2.5 Detalhamento do Procedimento

O procedimento segue os seguintes passos:

- Determinação da posição da armadura;
- Furação até 0,5cm da face extrema da armadura e coleta do material para medição do pH;
- Furação por mais dois diâmetros ou dois centímetros e coleta do material para medição do pH.

2.6 Ensaios de Potenciais de Eletrodo

As medidas são efetuadas com base nas orientações contidas na Norma ASTM 876-93 “*Half-Cell Potentials of Reinforcing Steel in Concrete*” que apresenta uma correlação qualitativa e empírica entre o comportamento do potencial de eletrodo medido com relação a um eletrodo de referência Cu/Cu(SO₄) – cobre/sulfato de cobre – CSC – e a probabilidade de ocorrência de corrosão do aço nestas condições.

2.7 Ensaios de Monitoração de Inibidores Tópicos de Impregnação

Procede-se à aplicação em campo, em áreas críticas indicadas pelo aspecto geral da estrutura bem como pelos ensaios de determinação do potencial de eletrodo, à aplicação de inibidor multifuncional orgânico de forma a monitorar seus efeitos ao longo do tempo.

Para implementar os testes, remove-se camada superficial do concreto da peça e aplica-se o inibidor sobre uma superfície de 1 a 2m², em demãos sucessivas, em um consumo final de 500g/m². Opcionalmente pode se aplicar o inibidor por pulverização/aspersão.

2.8 Preparação das Superfícies

Nas superfícies de concreto aparente realizou-se hidro jateamento abrasivo de forma análoga, em toda área das fachadas visando à remoção do filme verniz existente/remanescente e demais impregnações, bem como abertura da porosidade do concreto.

2.9 Demolição Cuidadosa e Corte do Concreto Deteriorado

A demolição é realizada com equipamentos adequados (martetele elétrico ou pneumático de pequeno porte, até 6 kg), como mostra a figura 5, podendo ser previamente delimitados com giz branco ou de cera. A demolição tem que liberar todo perímetro das barras afetadas por corrosão e, no mínimo, até uma profundidade que permita

ser a barra envolvida com os dedos da mão do operador (cerca de 1,0 cm), de forma a propiciar a completa limpeza.

A demolição do concreto deve ser implementada até que a barra não apresente sinais de corrosão, para o que se estima um avanço de cerca de 15 cm ao longo desta.

Após demolição é realizado o corte de delimitação final da área demolida, com disco diamantado, de modo a conformar mais adequadamente as áreas de recomposição do concreto.

O corte com disco diamantado deve ter aspecto reto, inclinado em cerca de 10°, abrangendo a área demolida (sendo o encontro de duas linhas de corte terminadas em um raio de 2 cm), de forma a promover superfícies em forma de cunha invertida (para efeito de ancoragem física do material de reparo), bem como a superfície de contato que receberá o enchimento deverá apresentar perfil de rugosidade adequado à promoção de aderência por ancoragem superficial da nova argamassa de recomposição.

Figura 5: Medição do recobrimento da armadura



Fonte: Autor.

2.10 Recomposição das Armaduras

Sempre que as armaduras de um determinado elemento acumularam em alguma seção, perda de área na seção reta, superior a 20% da original, devem ser recompostas de forma a resgatar a seção original de aço, sendo, no mínimo, com a colocação de barras adicionais de mesma bitola da original.

2.11 Limpeza Complementar das Armaduras

Após a recomposição das armaduras onde foi necessário, deve implementar novo hidro jateamento com abrasivo em toda área da peça recomposta.

2.12 Inibidor de Corrosão de Aplicação Tópica

Após preparação das superfícies de concreto, tem que implementar em toda área preparada, aplicação de sistema inibidor de corrosão líquido visível na figura 6, à base de amino álcool, de ação passivadora sobre as armaduras internas à superfície de aplicação, tipo sika Ferrogard 903 Plus, mediante pintura com rolo de lã de carneiro ou pulverizador, com consumo mínimo de 500g/m².

Figura 6: Inibidor de corrosão líquido.



Fonte: Autor.

2.13 Tratamento Inibidor de Corrosão Local das Armaduras

Após a limpeza complementar das armaduras em até três horas aplica-se o tratamento inibidor de corrosão local, com pincel, produto de base cimentícias (micro argamassa), bicomponente, preparado com polímero acrílico, pré-dosado. Etapa apresentada na figura 7 que fornece proteção por barreira impermeável à penetração do eletrólito e inibição do processo corrosivo através de inibidores de corrosão a base de nitritos de cálcio ou de sódio, bem como repassivação das armaduras pela alcalinidade adequada (pH cerca de 12,5) da capa formada,

tipo sika top 108 ou similar de qualidade superior. O produto utilizado deve apresentar perfil de rugosidade adequado à perfeita aderência da argamassa de recomposição.

A metodologia de aplicação, *pot-life* da mistura, espessura da camada ou consumo por área desenvolvida, e demais parâmetros devem seguir fielmente as disposições do fabricante do produto.

Figura 7: Inibidor de corrosão local



. Fonte: Autor.

2.14 Recomposição das Áreas Cortadas para Tratamento – Aplicação da Ponte de Aderência epoxídica

Após aplicação do inibidor local nas armaduras, com a superfície seca aplica-se por meio de pintura, com pincel e única demão, nas áreas que recebem a argamassa de reparo, ponte de aderência epoxídica, alta fluidez e longo *pot-life* (superior à 1 hora), tipo *sikadur 32 GEL* ou equivalente de qualidade superior, em espessura de 0,15 a 0,2mm, perfazendo um consumo teórico da ordem de 250g/m², em toda área de contato do concreto a ser recomposto. A aplicação pode anteceder a recomposição em, no máximo, 15 minutos, etapa visível na figura 8

Figura 8: Ponte de aderência epoxídica.



Fonte: Autor.

2.15 Aplicação de Argamassa Polimérica de Reparo

Imediatamente após aplicar a ponte de aderência, aplica-se a argamassa polimérica cimentícia, em polímero acrílico, não retrátil, de consistência tixotrópica, impermeável, pré-dosada, dotada de fibras sintéticas, que fornece resistências mecânicas à compressão superior a 20 MPa, a idade de 24 horas, tipo Sikamonotop 622 BR ou equivalente de qualidade superior, em camadas não superiores a 2 cm, com intervalo aproximado de uma a duas horas para a cura e aderência inicia

A argamassa é preparada por mistura mecânica em betoneiras ou argamassadeiras elétricas de pequena capacidade para perfeita homogeneização da mistura. Ao aplicar deve-se garantir a perfeita acomodação da argamassa a superfície da cavidade e as armaduras através da pressão dos instrumentos de aplicação de maneira que não forme vazios

As áreas de reparo nas fachadas e nos pavimentos mecânicos em que o concreto seja apicoado devem ser totalmente preenchidas com a argamassa garantindo recobrimento mínimo de 2 cm, com acabamento através da desempenadeira, como apresentado na figura 9.

Figura 9: Argamassa polimérica aplicada.



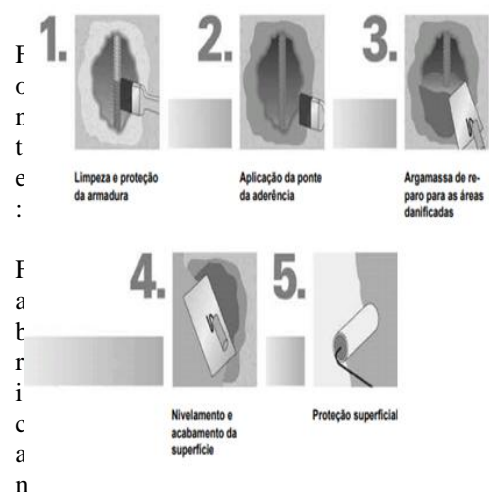
Fonte: Autor.

2.16 Esquema Protetor

Todos os elementos de concreto aparente das fachadas, objetos da recuperação estrutural, tiveram que receber esquema protetor em pintura epoxídica visando à proteção e maior atividade do agente inibidor de corrosão, bem como em face à agressividade do ambiente à que estão expostas. A superfície deve estar seca há pelo menos dois dias e a aplicação só pode ser executada em dia de sol.

3. Esquema com Passo a Passo da Recuperação

Figura 10: Processo de recuperação do concreto



Fonte: MC Bauchemie

4. Edifício Lúcio Costa após a Recuperação Estrutural

Figura 11: Edifício após a Recuperação Estrutural



Fonte: autor.

5. Referências

[1]REPARO, REFORÇO E RECUPERAÇÃO CONCRETO. Disponível em: <<https://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/146/concreto-reparo-reforco-e-recuperacao-de-concreto-285462-1.aspx>>. Acesso em: 28 setembro, 2018.

[2] AMORIM, Denis. Técnicas de Estrutural para Edificações Antigas. Estudo de Caso na Cidade de Rio Branco – Acre: Universidade Federal do Pará. Belém, 2013.

[3]REPARO, REFORÇO E RECUPERAÇÃO DE CONCRETO. Disponível em: <<https://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/146/concreto-reparo-reforco-e-recuperacao-de-concreto-285462-1.aspx>>. Acesso em: 28 setembro, 2018.

[4]RIPPER, Thomas; MOREIRA, Vicente. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Paulo: Ed. PINI,, 2009.

[5] Edifício antes da recuperação estrutural. <http://wikimapia.org/20793322/pt/Banerj%C3%A3o-Edif%C3%ADcio-L%C3%BAcio-Costa>

[6] Concreto deteriorado e armaduras com sinais visíveis de corrosão. http://rubenndeanjr.blogspot.com/2015/10/jornalistareporter-rubenn-dean-rj_16.html