



AVALIAÇÃO ESTRUTURAL DE UMMURO QUE SOFREU COLAPSO PARCIAL

Debora Alves Bezerra de Medeiros¹
debora11235@gmail.com

José Elde Fernandes De Borba Júnior²
jose.elde@hotmail.com

Luana Rangel Marques³
luanar22.marques@gmail.com

Sidney Luan Teixeira de nazaré⁴
sdnluan@gmail.com

Victor Hugo Dalosto de Oliveira⁵
victordalosto@gmail.com

ÁREA: PATOLOGIA

Resumo

O presente artigo apresenta os resultados da avaliação estrutural, realizada em instituição escolar, onde foram determinadas as causas que provocaram a ruína de 240 metros de seu muro como consequência de uma forte chuva. Como metodologia de inspeção, realizou-se uma análise visual do local e execução dos ensaios de carbonatação e potencial de corrosão. Nesse sentido, a partir da avaliação da estrutura, concluiu-se que a deficiência nos elementos de travamento da alvenaria, associada à presença de um estado severo de corrosão das armaduras, prejudicaram o desempenho da estrutura e diminuíram sua capacidade resistente, possibilitando, dessa forma, que esta viesse ao colapso após o elevado nível de solicitação. Além disso, pelo fato dos elementos de concreto armado estarem significativamente carbonatados e certas regiões apresentarem grandes riscos de vir ao colapso, sugere-se a demolição da estrutura remanescente para sua reconstrução.

Palavras-chave: Avaliação estrutural
Inspeção técnica
Manifestações patológicas
Travamento de alvenaria
Colapso parcial de muro

¹ Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

² Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

³ Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

⁴ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

⁵ Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Católica de Brasília

EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE UN MURO QUE SUFRIÓ COLAPSO PARCIAL

Debora Alves Bezerra de Medeiros¹
debora11235@gmail.com

José Elde Fernandes De Borba Júnior²
jose.elde@hotmail.com

Luana Rangel Marques³
luanar22.marques@gmail.com

Sidney Luan Teixeira de nazaré⁴
sdnluan@gmail.com

Victor Hugo Dalosto de Oliveira⁵
victordalosto@gmail.com

ÁREA: PATOLOGÍA

Resumo

Se encuentra en este artículo, el resultado de una evaluación estructural realizada en institución escolar, donde se determinaron las causas que provocaron la ruina de 240 metros de su muro debido la ocurrencia de una fuerte lluvia. Como metodología de inspección se realizó un análisis visual del local y la ejecución de los ensayos de carbonatación y potencial de corrosión. Así, a partir de la evaluación de la estructura, se concluye que la deficiencia en los elementos de trabamiento del muro, asociada a la presencia de un estado severo de corrosión de las armaduras, perjudicaron el comportamiento de la estructura y disminuyeron su capacidad portante, posibilitando de esa forma que ésta viniera al colapso después del elevado nivel de solicitud. Además, debido a todos los elementos de hormigón armado están significativamente carbonatados y algunas regiones presentan grandes riesgos de venir al colapso, se sugiere realizar la demolición inmediata de la estructura remanente para su reconstrucción.

Palavras-chave: Evaluación estructural
Inspección técnica
Manifestaciones patológicas
Cierre de albañilería
Colapso parcial de muro

¹ Formado en Ingeniería Civil en la Universidade Católica de Brasília

² Formado en ingeniería civil en la Universidade Católica de Brasília

³ Formado en Ingeniería Civil en la Universidade Católica de Brasília

⁴ Formado en Ingeniería Civil en la Universidade Católica de Brasília

⁵ Formado en Ingeniería Civil en la Universidade Católica de Brasília

Introdução

Durante muito tempo, a durabilidade das estruturas de concreto armado foi negligenciada, inclusive por diversas normas regulamentadoras (1). Entretanto, seu estudo começou a ser enfatizado pelo fato das construções começarem a apresentar manifestações patológicas e necessitarem de intervenções para prolongar sua vida útil (2).

As manifestações patológicas não acontecem de forma isolada e sem motivo, geralmente têm origem relacionada a algum erro cometido em ao menos uma das fases do processo de concepção de uma edificação (3). Sabe-se que a ocorrência desse fenômeno não só compromete o aspecto estético da construção, como também pode diminuir a capacidade portante da estrutura e levar ao seu colapso.

Conhecido as consequências das manifestações patológicas, foi realizado uma avaliação da estrutura remanescente do muro de uma instituição de ensino que sofreu colapso parcial.

O Centro Educacional 4 é uma escola da rede pública de ensino, inaugurada em 1972, localizada na QNG 06/07 de Taguatinga Norte, Distrito Federal. O muro da instituição foi construído em 1989 e, apesar de ter durado quase 30 anos intacto, uma forte chuva, em março de 2017, derrubou mais de 240 metros do muro, deixando a escola exposta, causando uma sensação de insegurança devido ao risco de desabamento, além de gerar transtornos como a suspensão das aulas de educação física e cancelamento de festas e jogos interclasses.

Encontra-se esquematizado na Figura 1, a imagem por satélite da instituição de ensino, onde estão indicados em preto os trechos do muro remanescente, e em vermelho os trechos que ruíram.



Figura 1: Esquemático das regiões do muro que caíram

Com o objetivo de apontar as possíveis causas que motivaram a ruína do muro, foi realizada uma avaliação da estrutura remanescente, na qual foram identificadas as manifestações patológicas existentes, analisando-se o nível de deterioração, qualidade e durabilidade da estrutura, em conformidade com os fenômenos de degradação e classe de agressividade da NBR 6118:2014 (4).

Metodologia de inspeção

Inicialmente foi realizado um levantamento histórico do empreendimento com o objetivo de identificar qual a data, materiais, métodos e processos executivos utilizados para a construção do muro.

Em seguida, procedeu-se a inspeção visual da estrutura remanescente do muro, em que foram avaliadas as características da estrutura e identificadas a presença de manifestações patológicas, tais como, fissuras e corrosão de armaduras.

Com o uso do pacômetro, foram localizadas as armaduras e encontrados os seus respectivos cobrimentos, para avaliar a sua conformidade com a classe de agressividade ambiental apresentada na NBR 6118:2014 (4).

Após detectar a posição das armaduras, realizou-se o mapeamento equipotencial por meio do ensaio de potencial de corrosão, conforme a ASTM C 876 (5).

Buscando-se fazer uma verificação do estado das armaduras e das estruturas internas dos pilaretes e cintas de amarração, foram realizados alguns furos na estrutura.

Por fim, segundo Silva, 2010 (6) é possível avaliar a alteração do pH do concreto por meio da aspersão de indicador ácido-base de solução de fenoltaleína, encontrando a profundidade carbonatada por meio de mudança na coloração.

Resultados e discussão

A Figura 2 apresenta um dos locais onde o muro da instituição de ensino ruiu. Na imagem, é possível verificar a região em que mais de 160 metros contínuo de parede vieram ao chão, deixando a escola exposta. No total 241,52 metros do muro foram à ruína e 419,22 metros permanecem de pé.



Figura 2: Região em que houve o desmoronamento do muro

De acordo com as informações obtidas no levantamento histórico junto com os empregados da instituição, o muro foi construído em 1989 pela própria comunidade, utilizando tijolos cerâmicos e blocos de concreto como vedação, com travamento por meio de pilaretes e cinta de amarração de concreto armado.

Durante a inspeção visual, foi possível perceber uma deficiência nos elementos responsáveis por realizar o travamento da alvenaria, com pilaretes que não apresentavam qualquer tipo de armadura, e cerca de 100 metros do muro remanescente sem a presença de uma cinta de amarração, conforme apresentado na Figura 3.



Figura 3: Detalhe no muro sem a presença da cinta de amarração

Foram identificados ainda durante a inspeção, elementos estruturais em desconformidade com as exigências da NBR 6118:2014 (4), com pilaretes de dimensões variando entre 8 e 12 cm e regiões com armaduras expostas ou sem um cobrimento adequado, possibilitando dessa forma, o início do processo de corrosão das armaduras.

Conforme ilustrado na Figura 4, grande parte das armaduras possuíam um cobrimento menor que 1 cm.



Figura 4: Pilarete com cobrimento inferior a 1 cm

Na tentativa de realizar o mapeamento eletroquímico da estrutura, através do eletrodo de meia-célula, verificou-se a incapacidade do ensaio potencial de corrosão para obtenção de leituras. Provavelmente deve-se ao fato do concreto encontrar-se severamente carbonatado, portanto, com alta resistividade elétrica.

Através do ensaio de carbonatação verificou-se que, em todas as estruturas de concreto armado, a frente de carbonatação atingiu a armadura, indicando que o concreto apresenta um pH baixo e não fornece uma proteção química à armadura. Na Figura 5 encontra-se um dos locais em que a solução foi aspergida, onde nota-se que não houve nenhuma alteração na coloração para um furo transversal executado no pilarete.



Figura 5: Resultado da aspersão de fenolftaleína

Foi constatado ainda, que grande parte das armaduras sofreram um intenso processo de corrosão, portanto, tiveram uma perda significativa de seção. Esse fato vale tanto para a estrutura remanescente, quanto aos locais em que caíram o muro. Os resultados das medições de algumas barras utilizando o paquímetro, se encontram na Tabela 1.

Tabela 1: Diâmetro das barras

Diâmetro original	Diâmetro encontrado	Perda de seção
8 mm	7,20 mm	10,0 %
8 mm	6,95 mm	13,1 %
8 mm	6,87 mm	14,1 %
8 mm	6,80 mm	15,0 %
8 mm	6,73 mm	15,9 %
8 mm	6,65 mm	16,9 %
8 mm	6,45 mm	19,4 %
8 mm	6,42 mm	19,8 %
8 mm	6,20 mm	22,5 %

Na avaliação da estrutura remanescente, pôde-se observar que grande parte não apresenta segurança em relação a estabilidade, possuindo grandes riscos de desabamento sobre qualquer solicitação.

Além disso, alguns elementos estruturais, como a cinta de amarração da Figura 6, encontram-se sobre iminência de ruptura e necessitam serem removidas imediatamente.



Figura 6: Detalhe da cinta de amarração sob risco iminente de ruptura.

Conclusões

De acordo com a avaliação estrutural, conclui-se que a deficiência no sistema de travamento da alvenaria, associado ao processo de corrosão das armaduras, prejudicaram o comportamento da estrutura e diminuíram sua capacidade portante, possibilitando dessa forma, que a estrutura viesse ao colapso após o elevado nível de solicitação.

Além disso, é possível afirmar que a estrutura remanescente além de estar carbonatada e com armaduras corroídas, não apresenta estabilidade, correndo grandes riscos de vir ao colapso.

Dessa forma, conclui-se que não é tecnicamente ou economicamente viável aproveitar o restante do muro, para a reconstrução do lugar ou realizar a reabilitação de sua estrutura, uma vez que este não se encontra sob condições adequadas de utilização.

Sendo assim, sugere-se a demolição imediata dos elementos que se encontram sobre iminência de ruptura e a reconstrução total do muro da escola.

Bibliografia

- (1) SOUZA, V. C.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: PINI, 1998.
- (2) ANDRADE ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.
- (3) HELENE, P. R. L. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto e Estruturas de Concreto**. Rio de Janeiro, 2014.
- (5) AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 876: Standard test method for half-cell potentials of uncoated reinforced steel in concrete – (1999 reaproved 2009)**. Annual Book of ASTM Standard, 2009.
- (6) SILVA, C. A. **Comportamento dos Perfis de Cloreto em Tetrápodes localizados nos Molhes da Barra**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Oceânica, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.
- (7) ROCHA. **Corrosão em estruturas de concreto armado**. ESPECIALIZE. Revista online. Dezembro, 2015
- (8) CASCUDO, O. **Inspeção e diagnóstico de estruturas de concreto com problemas de corrosão da armadura**. In: ISAÍÁ, G.C. (ed.), **Concreto: Ensino, pesquisa e realizações – São Paulo: IBRACON, 2005**.
- (9) HELENE, P. R. L.; MATOS, O.C. **Avaliação experimental da corrosão de armaduras em concreto utilizando a técnica de medidas dos potenciais de eletrodo**. São Paulo: EPUSP, 1992. São Paulo.
- (10) BEZERRA et al, Marília Marques Pessoa. **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.