

TÉCNICA UTILIZADA NO REFORÇO DE PILARES EM ESTADO DE PRÉ-RUÍNA DO CLAUSTRO DA IGREJA E CONVENTO DE SÃO FRANCISCO, EM SALVADOR

Mário Mendonça de Oliveira – Professor Doutor da Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia e coordenador do NTPR (Núcleo de Tecnologia da Preservação e da Restauração) – mmo@ufba.br

Rosana Muñoz – Professora Doutora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia e pesquisadora do NTPR – munoz.rosana@gmail.com

Thales Gibson Blanco – Graduando da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal da Bahia e bolsista da FAPESB – thagibla@hotmail.com

RESUMO

A igreja e convento de São Francisco, em Salvador, marcos da arquitetura franciscana do século XVII, constituem um dos conjuntos mais representativos da Arquitetura Barroca Brasileira. Nos últimos anos têm sido observados um intenso processo de degradação dos painéis de azulejos e o comprometimento estrutural da cantaria das colunas do claustro da edificação. Este último problema demandava imediata solução, uma vez que a falência estrutural de uma das colunas poderia ocasionar sérias conseqüências, como o desabamento das adjacentes e a destruição da nobilíssima azulejaria do claustro.

Para a recuperação das colunas, buscaram-se soluções alternativas, que não a substituição, tendo em vista o valor histórico e a importância de só preservar uma obra de arte com sua matéria original. Dentre os recursos, optou-se pela utilização de tirantes metálicos *antiexpulsivos* colocados no fuste com injeção de resina epóxi para fixação.

Assim sendo, este artigo tem como objetivo descrever os ensaios que foram feitos em corpos de prova para identificar a melhor disposição dos tirantes a ser utilizada na consolidação dos pilares que ameaçavam ruína no claustro do convento.

Palavras-chave: Degradação de rochas; reforço de cantaria; restauro estrutural.

ABSTRACT

The church and convent of São Francisco, in Salvador, Franciscan architectural sign of the seventeenth century, is one of the most representative sets of the Brazilian Baroque Architecture. In recent years it has been observed an intense process of degradation of the tile panels and a structural impairment of the ashlar of the cloister's columns. This last problem would be solved in a short term, since the structural failure of one of the columns could lead to serious consequences, such as the collapse of the adjacent ones and the destruction of the noble tiles of the cloister.

For the recovery of the columns, alternative solutions were sought in view of its historical value and the importance of only to maintain a masterpiece with its original material. Among the resources, we opted to use metal rods placed on the stem with injection of epoxy resin to fixation.

Therefore, this article aims to describe the tests that were done on samples to identify the best available disposal of the rods to be used in the consolidation of the columns that threatened to ruin at the cloister of the monastery.

Keywords: Rocks degrading, ashlar reinforcement, structural repair.

INTRODUÇÃO

A igreja e convento de São Francisco tiveram sua origem em 1686, seguindo um projeto do Padre Vicente das Chagas, e foram finalizados em 1782, com a colocação de azulejos e outros aspectos decorativos. Estes edifícios constituem um dos monumentos mais simbólicos da Arquitetura Barroca Brasileira e Portuguesa. Neles destacam-se não somente os atributos dos espaços da arquitetura, mas, igualmente, a beleza de uma enorme área recoberta por azulejos portugueses (cerca de 2.500 m²), de excepcional qualidade artística (Figura 1), e a abundante talha de madeira dourada da igreja, executada, principalmente, com algumas variedades de cedro local (Figura 2).



Figura 1 – Azulejaria de uma das alas do claustro do convento de São Francisco



Figura 2 – Interior da igreja de São Francisco

Embora o edifício tenha a sua fundação no século XVII, a consagração da atual igreja data dos primeiros anos do século XVIII e, desde então, tem servido aos frades franciscanos, seus proprietários, e aos adeptos do catolicismo na Cidade do Salvador, Capital do Estado da Bahia. As injúrias do tempo, a falta de cuidados constantes e, de certo modo, algumas intervenções equivocadas trouxeram ao edifício muitos problemas, não obstante os inúmeros investimentos que foram feitos pelo IPHAN (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) para sua conservação, já que se trata de notável exemplar da memória cultural baiana protegido por tombamento.

Entre os diversos problemas que afetam o monumento dois merecem especial destaque: um deles é a destruição da vitrificação e das imagens dos painéis de azulejos, pela tensão de fluorescência de sais solúveis, e o outro é o comprometimento estrutural da cantaria das colunas do seu claustro (Figuras 3 e 4), cuja degradação está afetando a segurança estrutural do edifício, justamente na sua área mais revestida de azulejos. Este último problema deveria ser resolvido de forma imediata, pois a falência estrutural de uma das colunas poderia

ocasionar uma série de conseqüências, como o desabamento de abóbadas de aresta e das colunas adjacentes, sérios danos nas arquivoltas e tímpanos de cantaria, destruição de azulejos do peitoril da varanda, ruptura nas colonetas das varandas superiores e, até mesmo, na nobilíssima azulejaria do claustro.



Figura 3 – Coluna com fortes sinais de degradação



Figura 4 – Fissuração do material ao longo dos leitos de pedra

O calcário dolomítico encontrado nas colunas é originário da Ilha de Boipeba, Bahia, segundo análises petrográficas comparativas feitas no início da pesquisa. Além da sua origem, foram previamente determinadas as características e a composição do material, bem como o agente de maior responsabilidade na sua degradação.

A causadora de todo o processo de degradação é a água e, no caso de estudo, preponderantemente, a água da chuva, porque, como já dizia Leon Batista Alberti no século XV:

“La pioggia infatti è sempre pronta a danneggiare; non perde la minima occasione per fare del male: perfora sottilmente, rammollisce, corrode di continuo tutta l’ossatura dell’edificio; finché guasta l’intera costruzione e la manda in rovina!” (ALBERTI, 1966, p.76).

Observa-se que a maioria das alterações das colunas ocorre no terço inferior, local onde o vento projeta a água da chuva e ocorre, também, o fenômeno da capilaridade ascendente. As infiltrações no piso da varanda de cobertura do claustro, igualmente, provocam danos à cantaria, ocasionando um lento processo de dissolução do calcário, microflora, tensões de cristalização pela migração de sais solúveis e estresse pela expansão de argilominerais constituintes do material.

Para recuperação da capacidade portante das colunas, optou-se por reforçar a estrutura de calcário através da colocação de tirantes *antiexpulsivos*², de aço inox, fixados com injeção de resina epóxi, que reforçam o elemento de sustentação, evitando, principalmente, o cisalhamento dos planos de pedra inclinados e a expulsão lateral do material. Para isto, foram realizados alguns ensaios que permitiram identificar a disposição ideal e o espaçamento dos “tirantes”, como mostra a seção a seguir.

TÉCNICAS E ENSAIOS

Inicialmente, foi testado o método de consolidação a vácuo, com a impregnação de resina epóxi cicloalifática resistente à radiação UV (OLIVEIRA, 2002). Este procedimento, realizado em laboratório, garantiu ao exemplar em estado de pré-ruptura uma alta resistência ao esmagamento, quase o dobro da média normal. Tratando-se de resina importada, teve-se dificuldade na aquisição do material e de bombas de vácuo suficientemente potentes para aplicar o processo no canteiro. Deu-se início, portanto, a uma nova etapa da pesquisa: o uso de tirantes *antiexpulsivos* nas colunas, fixados por resina epóxi com alta resistência após a secagem (MASTRODICASA, 1983; DI STEFANO, 1990).

Foram feitos testes de compressão axial em nove corpos de prova cilíndricos, de diâmetro 20 cm e altura um metro, de argamassa com traço, em massa, de 1: 2,95: 0,6. Os corpos de

1 A chuva está sempre pronta para danificar; não perde a menor oportunidade de fazer o mal: perfura sutilmente, amolece, corrói continuamente toda a estrutura do edifício, até que, comprometida toda a construção, a transforma em ruína (tradução dos autores).

2 Designação empregada pelos especialistas italianos como Mastrodicasa (1983, p.413).

provas possuíam as seguintes características: três “brancos”, sem a utilização de barras metálicas e resina; três com dois “tirantes” por camada, dispostos em cruz, com espaçamentos verticais de 15 cm (Figura 5) e três com dois “tirantes” por camada em disposição helicoidal, com espaçamentos de 7 cm (Figura 6). As cargas médias de ruptura obtidas no ensaio à compressão foram: 582,5 kN para os corpos de prova “brancos”; 585 kN para aqueles com disposição de “tirantes” em cruz e 606 kN para os de disposição helicoidal. Como esta última disposição apresentou a maior resistência à compressão, foram realizados novos ensaios para determinar o melhor passo (espaçamento) da distribuição helicoidal.

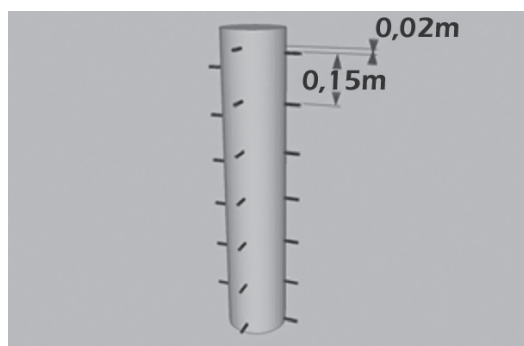


Figura 5 – Disposição de “tirantes” em cruz

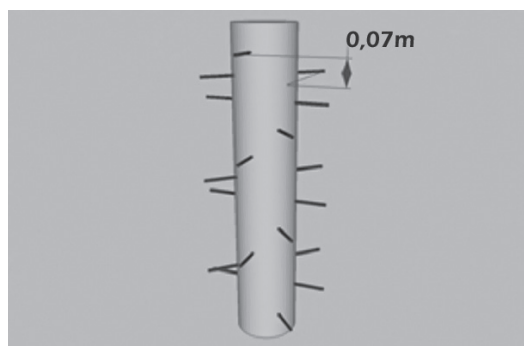


Figura 6 – Disposição de “tirantes” de forma helicoidal

Para os novos ensaios, foram confeccionados nove corpos de prova, com as mesmas dimensões e traço da etapa anterior, porém com fôrmas (Figura 7) melhoradas³ para evitar o esbojamento da argamassa na etapa da vibração (Figura

3 Na etapa anterior, as fôrmas utilizadas foram confeccionadas com tubos de PVC, vedados, no fundo, com uma placa de PVC fixada com *durepox*. As juntas verticais foram fechadas com silicone e amarradas com arames. Para esta nova etapa, os mesmos tubos de PVC foram encaixados a “caps” de tamponamento, presos com *durepox* em placas de PVC, e as juntas verticais foram vedadas com fita *silvertape* para que a argamassa não escorresse. Além disso, a estrutura das fôrmas foi consolidada com barotes de madeira com sulcos, estes últimos necessários ao encaixe do arame de amarração, e braçadeiras de aço.

8). Além disso, foi feito um capeamento com enxofre para regularização da superfície, inexistente nos ensaios anteriores.

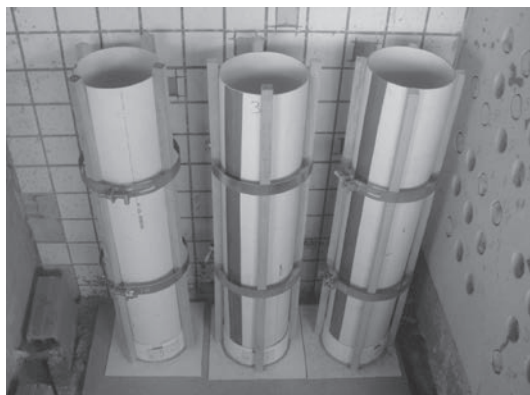


Figura 7 – Fôrmas dos corpos de prova



Figura 8 – Vibração da argamassa do corpo de prova

Dos nove corpos de prova, três ficaram sem aplicação de “tirantes” e resina, três tiveram a disposição helicoidal com passo de 45 cm, com um tirante por camada, e três com passo de 60 cm, também com um tirante por camada, como mostra a Figura 9. A furação foi feita de forma perpendicular ao corpo de prova, com profundidade de 15 cm, tomando cuidado para não atravessá-lo. Apesar dos esforços, houve algumas quebras e a perda total de um corpo de prova. Optou-se, então, por trabalhar com dois corpos de prova “brancos”.

Durante o processo de furação, observou-se que em alguns corpos de prova o material resultante da furação apresentava-se úmido. Decidiu-se, então, determinar o teor de umidade da argamassa em todos os corpos de prova perfurados. Os resultados oscilaram entre 3,5% a 4,5% de umidade, com exceção de um corpo de prova, de passo de 45 cm, que apresentou um teor de umidade de 7,55% e que, por esta razão, foi descartado.

A resina epóxi usada foi o Sistema Adesivo HIT RE 500, de secagem rápida, fornecido pela empresa Mehlen Construções

Ltda⁴. A Figura 10 mostra a representação final dos três tipos de corpos de prova utilizados na pesquisa.

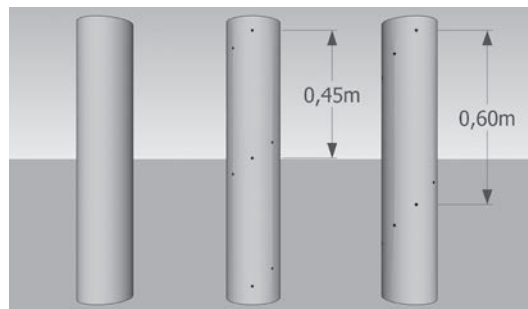


Figura 9 – Furação dos corpos de prova

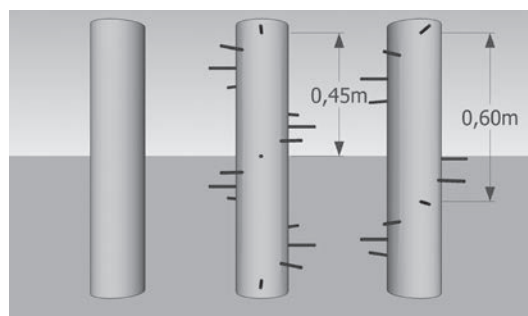


Figura 10 – Colocação dos “tirantes” nos corpos de prova

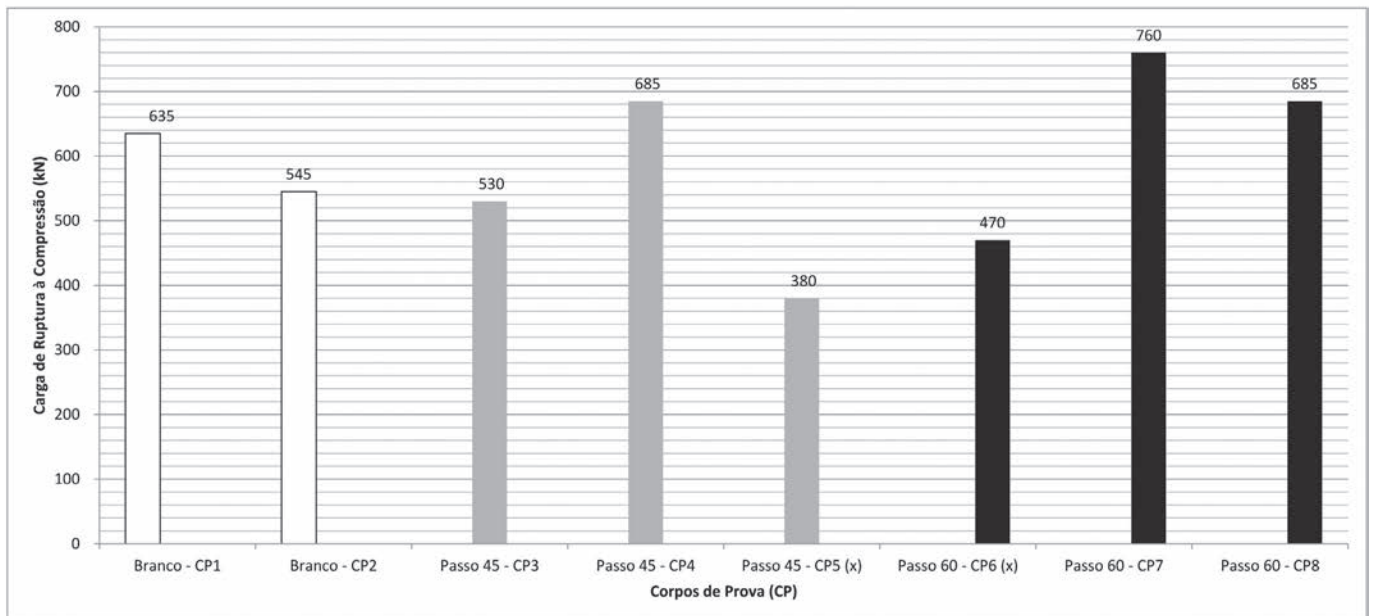
A etapa seguinte consistiu em romper os corpos de prova à compressão axial, como mostra a seção a seguir.

⁴ Registra-se, aqui, especial agradecimento à Mehlen Construções Ltda., empresa que realizou o reforço das colunas do claustro e que disponibilizou materiais e mão de obra para execução de algumas etapas dos experimentos.

RESULTADOS

A amplitude da carga de ruptura à compressão oscilou entre 380 kN e 760 kN. Dois corpos de prova foram descartados: um, de passo 60 cm, devido à desagregação, e outro, de passo 45 cm, devido à alta umidade, como já mencionado. As cargas de ruptura, em kilonewtons, são apresentadas no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resultados dos testes de compressão axial⁵



Os corpos de prova “brancos” apresentaram fissuras do topo à base (Figura 11), mostrando o que poderia acontecer com as colunas do claustro do convento de São Francisco sem um sistema de consolidação adequado. A média final desta categoria foi

590 kN, resultado maior que a média dos “brancos” da etapa anterior, realizada em 2009, de 582,5 kN.

Resultados significativos foram apresentados pelos corpos de prova com passo de 45 cm. A carga média máxima, de 607,5 kN, foi maior que a dos “brancos” (590 kN) e superior à de todos os corpos de prova da etapa realizada em 2009, com média de 591,2 kN. As fissuras não se estenderam além das inserções das barras metálicas (Figura 12).

Comparando as cargas de ruptura à compressão dos ensaios realizados ao longo de toda a pesquisa, observou-se que a média das cargas dos corpos de prova de passo 60 cm, de 722,5 kN, foi a maior. Isto não permite concluir que esse espaçamento seja o mais indicado para ser utilizado no reforço das colunas, uma vez que dois corpos de provas foram descartados e o universo de amostragem, dessa forma, ficou reduzido. O que se pode concluir, diante dos resultados, é que a disposição helicoidal parece ser mais adequada que a de cruz, uma vez que a média dos dois ensaios com disposição helicoidal foi de 664,25 kN e a de cruz 585 kN.



Figura 11 – Fissuras apresentadas pelo corpo de prova “branco” no ensaio à compressão axial

⁵ A indicação (x), no Gráfico 1, indica os resultados descartados, conforme já mencionado.



Figura 12 – Fissuras apresentadas pelo corpo de prova com passo de 45 cm no ensaio à compressão axial

Tratando-se de tensões, observa-se que as tensões médias para os corpos de prova com passo de 45 cm estiveram em torno de 0,2 MPa e para os de passo de 60 cm cerca de 0,23 MPa, enquanto que para os de disposição em cruz 0,19 MPa, mostrando que a disposição helicoidal (média de 0,22 MPa) parece ser a mais eficiente.

Após a realização dos ensaios e obtenção dos resultados, foi feito o reforço das colunas do claustro. Neste caso, a disposição utilizada dos “tirantes” foi helicoidal com o passo de 40 cm. Todas as operações de reforço e consolidação foram antecedidas pelo conveniente escoramento das arcadas e abóbadas de aresta (Figura 13). Após a aplicação da resina (Figura 14), os sinais das perfurações para aplicação dos “tirantes” foram arrematados com o pó de calcário e suspensão de resina acrílica (Primal) (Figura 15).



Figura 13 – Escoramento das arcadas e abóbadas de aresta do claustro



Figura 14 – Injeção de resina



Figura 15 – Coluna do claustro após reforço estrutural

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de métodos consolidantes para as colunas de calcário do claustro de São Francisco foi uma grande iniciativa de avanço científico em se tratando da restauração e preservação de monumentos.

Todo material lítico que se encontrar em franco processo de degradação e que não for objeto de substituição deverá ser consolidado. Esta consolidação deverá ser bastante profunda para ancorar a parte alterada ao material sadio, porque, se assim não ocorrer, o estrato alterado e consolidado vai se destacar do substrato de material sadio.

Os tirantes *antiespulsivos* evitam, efetivamente, que a coluna entre em colapso total restringindo a sua degradação a esmagamentos pontuais quando sobrecarregadas. O andamento helicoidal para distribuição dos reforços parece ser o mais adequado para a aplicação.

Apesar do reduzido número de corpos de prova ensaiados em cada etapa, espera-se que esta pesquisa venha agregar conhecimento científico na área de restauração e que novos experimentos sejam feitos em tão vasto campo multidisciplinar.

BIBLIOGRAFIA

ALBERTI, L. B. *De Re Aedificatoria*. Tradução de Giovanni Orlandi. Milano: Il Polifilo, 1966, v.1.

DI STEFANO, R. *Il consolidamento strutturale nel restauro architettonico*. Napoli: Edizioni Scientifiche Italiane, 1990.

FLEXOR, M. H. O; FRAGOSO, FREI H. (org.). *Igreja e Convento de São Francisco da Bahia*. Salvador: Odebrecht, 2009.

MASTRODICASA, S. *Dissesti statici delle strutture edilizie: diagnosi – consolidamento istituzioni teoriche*. Milano: Hoepli, 1983.

OLIVEIRA, M. M. DE. *Tecnologia da conservação e da restauração: materiais e estruturas*. Salvador: EDUFBA: ABRACOR, 2002.