

VERIFICAÇÃO DE POSSÍVEIS CAUSADORES DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ELEMENTOS PROTENDIDOS

LIRINEU CARLOS HOFFMANN JUNIOR¹
KÊNIA ARAÚJO DE LIMA SCARIOT²

RESUMO

Elementos estruturais utilizados na distribuição das cargas em edificações, estão sujeitos a inúmeras manifestações patológicas, tendo em vista que são diversos os fatores que podem ocasioná-las. Diante disso, a presente pesquisa teve como propósito investigar quais são os principais causadores das manifestações patológicas mais recorrentes em obras protendidas na construção civil, além de apontar os possíveis motivos. Nesse sentido, buscou-se, ainda, analisar alguns métodos de prevenção, que podem evitar a propagação de tais falhas, impedindo posteriormente a destruição e reconstrução dos mesmos, viabilizando a utilização de protensão em obras de menor porte. Para tanto, visitas em obras foram realizadas, as quais continham elementos protendidos além de elementos em concreto armado convencionais, os quais foram analisados e cuidadosamente classificados de acordo com o andamento do processo de execução, a fim de constatar se podem ou não apresentar manifestações patológicas, e quais os motivos de tais manifestações. Posterior a isso foi realizada uma perícia técnica detalhada do local e dos métodos utilizados para a execução dos mesmos, nesse sentido, chegou-se à conclusão de que as manifestações patológicas decorrem da falta de treinamento e mão de obra especializada.

PALAVRAS-CHAVE: Falhas estruturais, Manifestações patológicas, Protensão.

VERIFICATION OF POSSIBLE CAUSERS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN PROTENDED ELEMENTS

ABSTRACT

Structural elements used in the distribution of loads in buildings are subject to numerous pathological manifestations, considering that there are several factors that can cause them. Thus, the purpose of this research was to investigate which are the main causes of the most recurrent pathological manifestations in civil construction works. Besides pointing out the possible reasons, the intention was to present some prevention methods, in order to avoid as much as possible, the propagation of such flaws, later avoiding their destruction and reconstruction, making possible the use of protension in smaller works. To this end, site visits were made, which contained protruding elements in addition to conventional elements, which were analyzed and carefully classified according to the progress of the execution process, in order to report whether or not they may present pathological manifestations, and the reasons for

¹ Acadêmico de Graduação, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000. Correio Eletrônico: [mailto:lirineuhoffmann@gmail.com?subject=TCC - Verificação de manifestações patológicas em elementos protendidos](mailto:lirineuhoffmann@gmail.com?subject=TCC-Verificação%20de%20manifestações%20patológicas%20em%20elementos%20protendidos)

² Professora Mestre em Engenharia Civil, Curso de Engenharia Civil, UNIFASIPE Centro Universitário, R. Carine, 11, Res. Florença, Sinop - MT. CEP: 78550-000.

such manifestations, after which a detailed technical expertise of the site and the methods used for their execution was performed, so we came to the conclusion that the pathological manifestations arise from lack of skilled labor.

KEYWORDS: Structural failures, Pathological Manifestations, Prestressing.

1. INTRODUÇÃO

Com a evolução da sociedade nas últimas décadas, as edificações passaram a conter estruturas mais esbeltas, ocupando grandes espaços, prejudicando os ambientes, causando desconforto visual e limitações construtivas, uma vez que as solicitações nos elementos de concreto passaram a ser consideravelmente maiores. Pode-se citar, ainda no processo de evolução da protensão que o americano P. H. Jackson que após diversos fracassos começou a realizar testes de pré-tensão no concreto, estirando cabos em seu interior a fim de elevar as resistências dos elementos, e então propôs o elemento protendido em 1886, porém sem muita sofisticação. Embora um trabalho consistente, com o passar dos anos, o método foi patenteado por Freyssinet, que apresentou algumas falhas, ocasionando abalos estruturais nos elementos protendidos, podendo levar os mesmos ao colapso total, porém com a evolução do processo de execução e das metodologias utilizadas, os elementos protendidos passaram a ser extremamente seguros, podendo ser utilizados em diversas modalidades de obras. Foi então que o Francês Freyssinet apresentou o primeiro trabalho consistente sobre Concreto Protendido e inventou novos métodos construtivos, equipamentos, aços e concretos especiais para a utilização em elementos protendidos (LENZ & VERÍSSIMO,1998).

Assim, compreende-se que os elementos protendidos estão sujeitos a falhas, podendo elas serem causadas por diversos fatores como falta de mão de obra qualificada, utilização equivocada dos equipamentos, divergências projetuais e até mesmo defeitos dos materiais utilizados. Logo, as verificações realizadas, se deram afim de localizar possíveis manifestações patológicas em elementos protendidos, a fim de apontar quais os possíveis causadores das mesmas.

Entende-se por patologia do concreto a ciência que estuda os sintomas, mecanismos, causas e origens dos problemas patológicos encontrados nas estruturas de concreto protendido. Lembrando que para um dano qualquer, existe a possibilidade de vários fatores serem responsáveis. Estes danos podem apenas causar incômodos para aqueles que irão utilizar o edifício, seguindo sua finalidade, tais como pequenas infiltrações até grandes problemas que podem levar a estrutura ao colapso (HELENE, 2003).

Manifestações patológicas em estruturas de concreto protendido que são causados durante a etapa de projeto são aquelas que refletem de um mau planejamento do mesmo ou falhas técnicas, sejam por falta de conhecimento ou negligência profissional. Podem se originar de uma má execução da estrutura, erro em execução de anteprojeto ou até mesmo na elaboração do projeto de execução. Podem ser citados como exemplo, fissuras em uma viga devido ao erro de cálculo da flecha, ou fissuras de elementos estruturais devido a não ser respeitado ou negligenciado o Estado Limite Último, assim como as normas da ABNT.

2. REVISAO DE LITERATURA

2.1 Concreto Protendido

A protensão é uma tecnologia empregada na Construção Civil que visa elevar a resistência de elementos que são submetidos a maior esforço de flexão sem a necessidade de gran-

des alterações nas suas dimensões. De acordo com Tajedor (2013) a ideia se constitui basicamente na aplicação de tensões prévias de compressão nos pontos de maior tração do elemento, forçando-o a manter sua forma original mesmo com a ação de carregamentos externos.

Elementos que necessitam a utilização do método de protensão, exigem alguns cuidados, quando bem dimensionado traz grandes vantagens, uma vez que suas manutenções são pouco periódicas e sua vida útil é elevada quando comparada com elementos convencionais, além de suportar cargas e vãos elevados. Em obras que utilizam a protensão, deve ser feita uma perícia com maiores cuidados tendo em vista a precisão exigida pelo método, o que se mostra consideravelmente superior a precisão das edificações com métodos convencionais.

Para Cubas (2019), é de suma importância a utilização da protensão, quando empregada com profissionais capacitados e competentes, podendo trazer grandes vantagens e elevação do nível das obras consideradas convencionais.

Segundo Pereira (2009) a utilização de materiais e componentes de baixa qualidade, não acompanham especificações de projetos nos padrões estabelecidos por normas, provocando exposições a ambientes agressivos, sobrecarga nas estruturas e danos devido a desastres naturais que podem ocasionar sérias deteriorações na infraestrutura. Assim, a escolha de materiais e componentes de alta qualidade que possam ser utilizados com o máximo desempenho garantem a durabilidade e a menor chance de substituição.

Luiz Cholfe e Luciana Bonilha (2018), enfatizam em seu livro que a utilização do método de concreto protendido é para poucos, uma vez que a execução desse tipo de projeto coloca à risca o nome protensão, que traz consigo o legado de grandes responsabilidades, parte-se, então, da concepção de que a protensão exige profissionais extremamente capacitados.

2.2 Sistemas de Protensão

A protensão tem diferentes sistemas que podem ser executados, sendo três as formas de realização deste processo que são capazes de obter o mesmo resultado, porém tendo como diferencial a praticidade de cada modo e para cada situação. Os sistemas de protensão são classificados como: pós-tracionada com aderência; pós-tracionada sem aderência e pré-tracionada. Tendo como principal diferença entre eles a alteração o tipo de revestimento utilizado em cada um, sendo o pós-tracionado com aderência e o sistema pré-tracionado utilizando revestimento em bainha metálica e preenchimento em pasta de cimento, já o sistema de protensão pós-tracionado não aderente utiliza-se cordoalhas com revestimento em polietileno e graxa, afim de evitar corrosões. Além dos materiais, o método de execução é próprio de cada sistema.

O sistema Pós-tracionado sem aderência é executado após a pega final do concreto, inicialmente a armadura ativa é fixada na armadura passiva composta por cordoalhas engradadas e revestidas por bainha de polietileno, a qual já está disposta em seu local final, sempre visando os pontos de maior flecha, posterior a isso é realizada a concretagem do elemento. Após a pega final do elemento é realizado o estiramento das cordoalhas e então a colocação das cunhas no bloco de ancoragem, afim de imobilizar as cordoalhas, assim garantindo a resistência final do elemento. Contudo, na protensão pós-tracionada com aderência é realizada a passagem da bainha na armação da estrutura, posteriormente o elemento é concretado e as cordoalhas são ancoradas em sua face, e com a ajuda de um macaco hidráulico, então é feito o tensionamento dos cabos, por fim a aplicação da nata do cimento nos vazios da bainha, garantindo maior resistência a compressão da estrutura como um todo (CUNHA, 2014).

Cunha (2014) entende que o procedimento Pós-tracionada sem aderência é parecido com o sistema de protensão Pós-tracionada com aderência, porém, não se utiliza a bainha metálica, apenas cabos lisos com bainha em polietileno de alta densidade, e é preenchido com graxa para melhor desempenho da técnica.

Por sua vez, no sistema Pré-tracionada a armadura convencional da viga é colocada em sua forma, em seguida a armadura passiva é amarrada em pontos especificados em projeto para garantir a diminuição das flechas e fixada em um suporte. Após a etapa de fixação das cordoalhas na estrutura provisória, o macaco hidráulico realiza a tração da mesma. Uma vez que o elemento já esteja concretado e as cordoalhas fixadas na viga, é feito o corte das sobras e então o apoio provisório é retirado finalizando o processo, para elementos que necessitam da cura com uma velocidade elevada, existe a cura a vapor, é um equipamento no qual a viga repousa por poucas horas, acelerando o tempo produção (RODRIGUES, 2008).

2.3 Modelos de ancoragens

As ancoragens são dispositivos capazes de manter o cabo em estado de tensão, transmitindo a força de protensão ao concreto ou ao elemento estrutural. São basicamente de quatro tipos:

Ancoragens ativas tipo E, B, EL e AF: são as ancoragens nas quais se promove o estado de tensão no cabo, através do macaco de protensão (RUDLOFF, 2015).

Ancoragens passivas tipo U, H e PC: são dispositivos embutidos no concreto, destinados a fixar a extremidade do cabo oposta àquele da ancoragem ativa. Somente recebem o esforço advindo da protensão executada na ancoragem ativa. A transferência da força de protensão para o concreto se dá por aderência das cordoalhas e por tensões de compressão entre a ancoragem e o concreto (RUDLOFF, 2015).

Ancoragens de emenda tipo K e UK: são combinações de duas ancoragens, uma passiva e uma ativa, que permitem a continuação de cabos a partir de pontos intermediários.

Ancoragens intermediárias tipo Z: são ancoragens posicionadas no meio dos cabos, quando suas extremidades forem inacessíveis para a protensão. As combinações de ancoragens mais comuns são duas ativas ou uma ativa e uma passiva, as quais podem ser adotadas para protensão com ou sem aderência (RUDLOFF, 2015).

2.4 Manifestações patológicas

Tajedor (2013) enfatiza que a definição das manifestações patológicas voltadas a Engenharia, envolvem muitos aspectos como o estudo de sintomas mecânicos, causas e origens dos danos causados em obras civis, além do diagnóstico da situação.

Nazario e Zacan (2011) enfatizam que em dicionários a palavra Patologia é definida como uma especialidade da medicina dedicada a pesquisas de doenças. A palavra “patos” de originalidade grega, tem como significado “sofrimento”, e a palavra “logia” tem como significado “ciência/estudos”. Logo, conforme descrito em dicionários, pode-se ter como definição que a palavra Patologia, é a ciência que estuda a origem, sintomas e natureza das doenças.

Sabe-se que ao longo dos processos contidos na construção civil, assim como em outras áreas, é comum que ocorram falhas, portanto, os cuidados de cada processo, bem como a necessidade da evolução nos métodos e na qualidade dos serviços, demonstram-se um dos grandes desafios da engenharia (HELENE, 2003 apud ZUCHETTI, 2015).

É comum ocorrerem erros que geram patologias quando se usa mão de obra desqualificada ou até mesmo mão de obra qualificada, porém que não esteja ambientada para uma nova tecnologia, assim como é o caso do método da protensão, ou ainda usá-la fora de sua área de especialização. A partir do instante em que é iniciada a construção, a mesma já está suscetível à ocorrência de falhas das mais diversas naturezas.

Segundo ABNT NBR 6118, o grande objetivo da protensão é a criação do efeito conhecido como “Contra Flecha” que nada mais é que o deslocamento vertical intencional aplicado nos pontos de maior momento fletor para evitar possíveis deslocamentos positivos, con-

tudo respeitando os limites impostos pelos elementos, afim de evitar também possíveis deslocamentos negativos, ocasionando excedentes de protensão nos elementos.

A principal fonte de fissuração dos componentes estruturais como pilares, vigas e lajes, é a atuação de sobrecargas não especificadas, ou não planejadas. Sobrecargas essas, que deveriam ser consideradas na etapa de projeto estrutural, porem caso tenham sido consideradas em projeto, essas manifestações patológicas podem ter sido ocasionadas na etapa de execução, pela necessidade de algum ajuste imprevisto, como pode também estar ocorrendo solicitação da peça por uma sobrecarga superior à prevista de fato (THOMAZ, 1889).

2.5 Técnica e procedimentos de análise e levantamento de dados

Após constatar as manifestações patológicas apresentados em uma edificação, torna-se imprescindível realizar uma vistoria detalhada e cuidadosamente planejada para que a real condição da estrutura seja determinada. No entanto, para a realização de uma avaliação bem elaborada, é necessário que seja feito um estudo detalhado das patologias encontradas, nessas avaliações estão fatores que influenciam na qualidade do serviço de recuperação da mesma (MAZER, 2012).

Em estruturas de concreto é necessário que seja realizada a verificação de cada anomalia encontrada que divergem o elemento de sua forma original, sendo uma possível falha, para que o reparo seja o mais breve possível. Segundo Carvalho (2009) a inspeção deve possibilitar o motivo da origem do mecanismo causador dos danos subsequentes, proporcionando assim uma avaliação precisa da real situação e uma conclusão técnica plausível e eficaz.

Carvalho (2009) compreende inspeção visual como uma visita técnica ao local do objeto de estudo, cujo o objetivo é selecionar as áreas de maior cuidado para um estudo mais aprofundado, ou seja, detectar os tipos de manifestações patológicas presentes na edificação e definir os métodos e procedimentos a serem realizados para recuperação total da estrutura.

Para Mazer (2012), o primeiro contato visual é o ensaio não destrutivo realizado em quaisquer que sejam os elementos, uma vez que se trata de um ensaio considerado simples, ou seja, de baixo custo, podendo ser realizado de forma direta ou indireta.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

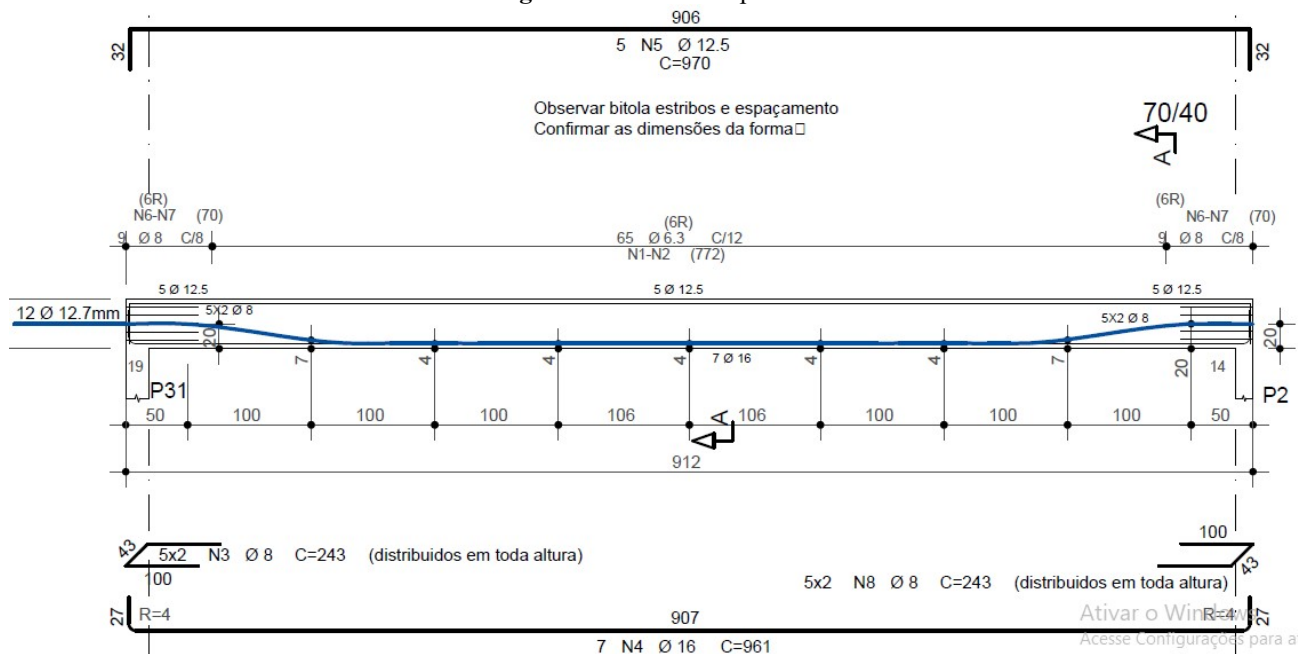
3.1. Elementos constituintes

A presente pesquisa teve como objeto de análise uma obra residencial, localizada no município de Sorriso, no estado do Mato Grosso, esta obra é composta por diversos elementos como lajes, vigas, pilares e para a fundação, contou com sapatas de variadas dimensões.

Realizou-se uma análise aprofundada em um elemento no qual utilizou o método de protensão não aderente, que é composto por cordoalhas engraxadas com bainha de polietileno, o que elimina a necessidade da utilização de bainhas metálicas, além de evitar problemas que podem ser ocasionados durante o preenchimento das mesmas com pasta de cimento, e ancoragem tipo AF em ambas as extremidades.

- O elemento tem como dimensões: 70 centímetros de largura, 40 centímetros de altura e comprimento de 8,96 metros entre eixo dos pilares, o mesmo foi calculado para concreto com resistência de 40 MPa.

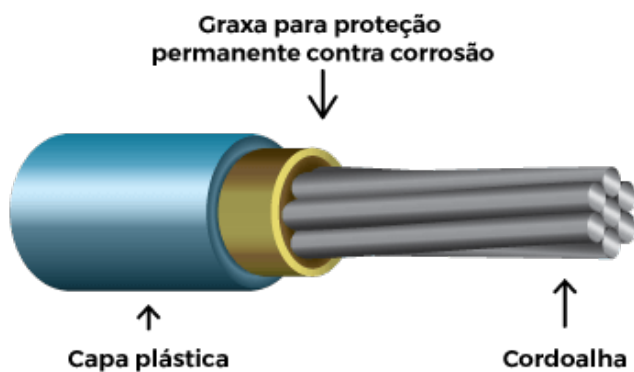
Figura 1: Elemento supracitado.



Fonte: Própria (2020).

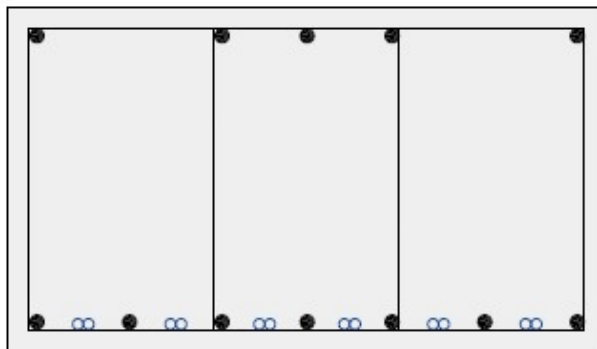
- As cordoalhas são do tipo CP190 RB com 12,7mm de diâmetro, composta por bainha de polietileno com graxa para evitar deterioração ou até mesmo corrosão do aço, contém área de aproximadamente 100mm², permitindo alongamento de até 3,5%, tem como peso próprio 792Kg/1000m, Limite de escoamento $F_p=170\text{kgf/mm}^2$, conta também com resistência máxima a tração de $F_p=190\text{kgf/mm}^2$. A força inicial máxima não deve exceder 15 tf por cordoalha.

Figura 2: Modelo de cordoalha utilizado no elemento.



Fonte: Rudloff (2015).

Figura 3: Disposição das cordoalhas.



Fonte: Própria (2020).

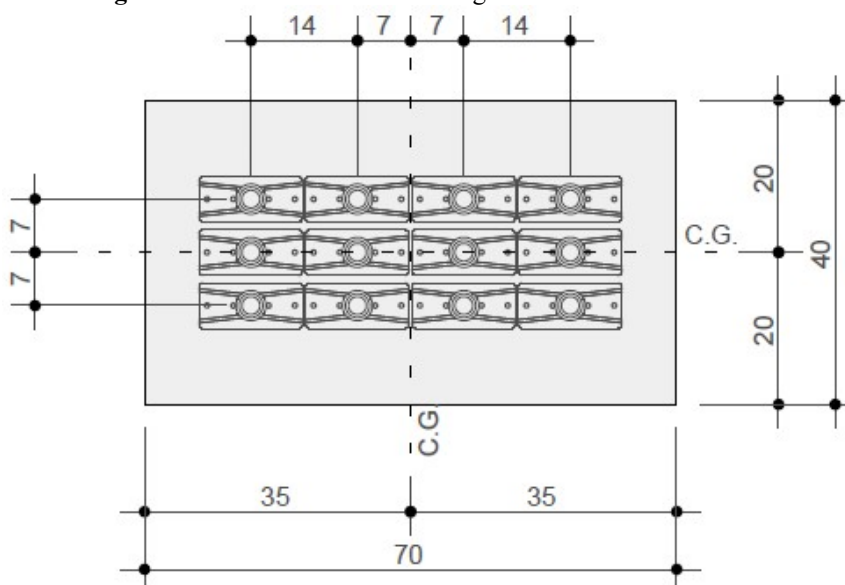
- Ancoragem realizada no elemento foi do tipo AF, é a ancoragem usada para cabos engraxados de monocordoalha, basicamente é composta por um bloco de ferro fundido, uma luva, uma cunha bi-partida e a cordoalha engraxada e plastificada.

Figura 4: Modelo de ancoragem tipo AF.



Fonte: Rudloff REV6 (2015).

Figura 5: Detalhamento das ancoragens utilizadas no elemento.



Fonte: Própria (2020).

Após obter informações do elemento supracitado, viu-se a necessidade de realizar novas visitas técnicas em diferentes elementos, afim de confirmar e respaldar os métodos de execução utilizados no mesmo.

Desta forma tivemos como objeto de análise número dois, uma obra residencial/comercial, a qual está localizada no município de Sinop e tem como finalidade abordar um amplo mercado na construção civil, denominado de urbanização vertical. Trata-se de um edifício de 20 andares com diversos elementos protendidos, além de elementos que utilizam concreto armado convencional.

Em especial, realizamos uma análise aprofundada em uma viga que utilizou o método de protensão, com sistema de protensão pós-tracionado não aderente, similar ao elemento de análise número um, devido a facilidade de obtenção dos materiais e equipamentos em nossa região. O elemento conta com as seguintes dimensões: 50 centímetros de largura, 80 centímetros de altura e comprimento total entre-eixos de 11,00 metros, conta com cordoalhas do tipo CP 190 RB, a qual contem 15,20 mm de diâmetro nominal, além de contar com uma área aproximada de seção transversal igual a 143mm².

Para realização destas análises técnicas de campo, fora elaborado um check-list de quais pontos deveriam ser observados, ou seja, quais seriam mais propícios a apresentar falhas humanas.

Conforme supracitado, seguem os tópicos constituintes do check-list, o qual foi utilizado como roteiro de análise em ambos os elementos:

- Dimensões externas do elemento e caixaria;
- Número e espaçamento de estribos;
- Disposição da armadura principal;
- Transpasse da armadura principal;
- Quantidade e disposição das armaduras em “U”;
- Fixação dos blocos de ancoragem;
- Amarração das cordoalhas;
- Conferência da qualidade das cordoalhas “algum dano aparente”;
- Cobrimento mínimo das armaduras;
- Roteiro de protensão;
- Alongamento das cordoalhas;
- Movimentação dos blocos de ancoragem;
- Fixação das cunhas / esmagamento das cordoalhas;
- Ensaio de resistência do concreto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em visita a obra, verificou-se o andamento do processo de execução do elemento, uma vez que a equipe de campo já havia realizado a disposição e a colocação das armaduras passivas, além da disposição das treliças pré-moldadas que servem como estrutura principal para contenção da laje.

Inicialmente verificou-se que as armaduras principais da viga estavam em desconformidade com o projeto, uma vez que no mesmo exigia-se um transpasse de aproximadamente 27 centímetros, porém, por motivos desconhecidos, a armadura havia sido cortada, deixando de ter um engaste rígido como previsto inicialmente.

Figura 6: Armadura principal danificada.



Fonte: Própria (2020).

Posterior a isso, verificou-se que durante o período de execução e disposição dos elementos constituintes da laje, houve a necessidade de realizar um deslocamento horizontal dos estribos, para o assentamento e interligação entre a laje e a viga em questão, desta forma comprometendo a resistência ao cisalhamento transversal do elemento.

Figura 7: Deslocamento dos estribos.



Fonte: Própria (2020).

No elemento em questão, verificou-se também que nas armaduras “U” utilizadas para amarração do bloco de ancoragem das cordoalhas, havia uma pequena desconformidade com o projeto, uma vez que no mesmo descrevia claramente 5 unidades em cada extremidade já em campo haviam 6 unidades para cada extremidade, também por motivo desconhecido, porém, após os pontos supracitados, não houveram mais desconformidades com o projeto.

Já no objeto de análise número dois, a qual já foi finalizada e entregue, contou com diversos elementos que utilizaram o método de protensão não aderente, porém um elemento específico apresentou manifestações patológicas, ou seja, apresentou pequenas fissuras na parte inferior de suas extremidades, indicando excesso de protensão, quando o elemento passa a conter um momento fletor negativo, ou seja, a protensão exerce uma força superior a carga nele aplicada, fazendo com que haja uma “barriga invertida” no elemento.

Foi necessário realizar uma breve análise para relatar que o elemento no qual apresentava manifestações patológicas se tratava de um elemento protendido. Posterior a isso, houve a necessidade de contatar o engenheiro responsável pelo elemento, uma vez que o mesmo assina o termo de responsabilidade técnica por todos os elementos que utilizem o método de protensão como principal fonte de sustentação. Foi então que o mesmo se deslocou até o edifício para verificar quais seriam os possíveis causadores de tais manifestações patológicas.

Então o primeiro passo foi verificar se o projeto apresentava quaisquer tipos de falhas que pudessem ocasionar essas fissuras, porém, após diversas buscas sem sucesso, se fez necessário realizar uma verificação das forças de protensão aplicadas ao elemento, seguindo o que estava descrito no relatório de protensão, apresentava uma alteração na calibração do macaco hidráulico momentos antes de iniciar a estiragem dos cabos. Assim ocasionando um excesso de protensão, fazendo com que as cordoalhas excedessem o limite previsto em projeto, desta forma danificando o elemento posteriormente, porém como o excesso de protensão ainda assim havia permanecido dentro dos limites de segurança, desta forma não houve a necessidade de reparo e nem reforço estrutural em nenhuma das extremidades.

Uma das grandes dificuldades encontradas no ramo da construção civil é alcançar a interação entre projeto e execução, principalmente nos pontos de ligação de importantes elementos estruturais, desta forma possibilitando falhas humanas, o que pode ocasionar danos irreversíveis a determinado elemento.

5. CONCLUSÃO

Após algumas análises e diversas pesquisas, podemos apontar que na maioria dos casos onde ocorrem manifestações patológicas, tanto em elementos protendidos como em elementos de concreto armado convencionais, são ocasionados por falhas humanas. Porém não apenas no período de execução, mas também durante a elaboração dos projetos, uma vez que as compatibilizações dos elementos estruturais são dificilmente contabilizadas. Assim como nas duas primeiras falhas apontadas no primeiro elemento, acredita-se que o transpasse não foi executado por um pequeno descuido quanto ao engaste da viga no pilar, uma vez que o pilar foi concretado anteriormente, não permitindo transpasse posterior.

Desta forma, chegamos à conclusão de que, todo o processo de elaboração de um elemento estrutural, tanto protendido como convencional, exige mão de obra qualificada, afim de minimizar as manifestações patológicas e evitar futuros indesejados desastres.

Portanto, constatou-se que é de extrema importância que os profissionais da área, se policiem ao máximo durante o período de execução dos elementos estruturais, afim de reduzir, até próximo de zero, o número de manifestações patológicas, sendo assim, oriento a supervisão de um profissional qualificado para acompanhar todo o processo de execução dos elementos estruturais, tanto na fundação, pilares, vigas e até mesmo lajes, procedimentos esses que são simples, mas que podem evitar diversos problemas futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento 225f. Rio de Janeiro, ABNT NBR, 2004.

BASTOS, Paulo Santos. **Concreto protendido.** Bauru, UNESP Universidade Estadual Paulista - Campus Bauru/SP. 2018. 100p.

CUBAS, Vanessa La Torre. **Análise numérica do comportamento de pavimentos constituídos de lajes lisas de concreto protendido.** Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. 2012. 159p.

CUNHA, C. A. M. **Concreto protendido com aderência posterior.** São Paulo/SP 58p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de São Paulo, USP. 2014.

CARVALHO, N. F. **Verificação de patologias de elementos estruturais em concreto armado: sugestão de procedimentos.** Medianeira /PR 85p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Paraná, UTFPR. 2009.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** São Paulo, Pini: 1992

MAZER, W. **Inspeção e ensaios em estruturas de concreto.** Curitiba/PR 78p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Paraná, UTFPR. 2012. 78p

NAZARIO, D; ZANCAN, E. **Manifestações das patologias construtivas nas edificações públicas da rede municipal e Criciúma: Inspeção dos sete postos de saúde.** Santa Catarina, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – UNESC Universidade Estadual de Santa Catarina. 2011. 16p.

PINHEIRO, Luís Henrique Bueno, 1991- P655r **Reforço de pontes em concreto armado por protensão externa / Luís Henrique Bueno Pinheiro.** – Campinas, SP, 2018.

PEREIRA, Miguel F. **Estudo dos cimentos comercializados em Campo Mourão.** 2012,40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Construção Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

TAJEDOR Cristina M. **Patologias, recuperação e reforço com protensão externa em estruturas de pontes.** 2013,40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Construção Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica UFRJ. Rio de Janeiro, 2013.

ZUCHETTI, P. B. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifícios corporativos de administração pública no Vale do Taquadi/RS.** Lajeado, Trabalho de Conclusão de Curso - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC) do Centro Universitário Univates. 2015. 128p.

VERÍSSIMO, Gustavo; LENZ, Kléos M. **Concreto protendido, Fundamentos Básicos.** Viçosa/MG,1998. 78p. UFV Universidade Federal de Viçosa, departamento de Engenharia Civil. Viçosa, MG.