



Retrofit – Um estudo de caso de reabilitação predial em laje protendida.

Retrofit – A case study of building rehabilitation in a prestressed slab.

BORGES, Leiziane¹; MELLO, Isabeth²
leizianeborges.eng@gmail.com¹; isa@poli.ufrj.br²

¹Engenheira Civil, especialista em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civis.

²Arquiteta, M.Sc.

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Retrofit

Reabilitação predial

Laje protendida

Keywords:

Retrofit

Building rehabilitation

Prestressed slab

Resumo:

O retrofit aparece no cenário da construção civil como uma alternativa de renovação com finalidade de aplicar inovação e tecnologia a edificações ultrapassadas, possibilitando a utilização de sistemas prediais que ao passar dos anos vão envelhecendo e se tornando obsoletas. No presente estudo iremos abordar alguns pontos relevantes de uma obra de retrofit realizada em 2019, demonstrando que uma obra de retrofit não é uma simples reforma e sim a possibilidade de dar vida a uma edificação que até então estava sem uso, perdendo sua vida útil, sofrendo com a ação do tempo, com inúmeras patologias, mostrando que até mesmo uma obra de reabilitação pode apresentar mais dificuldades construtivas em processos que em uma obra do zero são comuns, dando ênfase nas dificuldades encontradas e a metodologia utilizada para trata-las, bem como a aplicação de laje protendida, abordado desde sua demolição à sua construção, apontando suas dificuldades e benefícios.

Abstract:

The retrofit appears in the civil construction scenario as an alternative for renovation with the purpose of applying innovation and technology to outdated buildings, allowing the use of building systems that over the years will age and become obsolete. In the present study, we will address some relevant points of a retrofit work carried out in 2019, demonstrating that a retrofit work is not a simple reform, but the possibility of giving life to a building that until then was unused, losing its useful life, suffering with the action of time, with numerous pathologies, showing that even a rehabilitation work can present more constructive difficulties in processes that are common in a work from scratch, emphasizing the difficulties encountered and the methodology used to treat them, as well such as the application of a prestressed slab, addressed from its demolition to its construction, pointing out its difficulties and benefits.

1. Introdução

Surgido na Europa e Estados Unidos, o conceito de "Retrofit", significa "colocar o antigo em forma", termo cada vez mais

comum no mercado da construção civil, aplicado ao processo de revitalização de edifícios. Mais do que uma simples reforma, podendo ser definido como a modernização e readequação do edifício ou de sistemas, ele

envolve uma série de ações através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, visando a valorização do imóvel e ou mudança de uso.

A necessidade surge quando uma instalação chega ao fim de sua vida útil, ou quando uma construção abandonada tem a oportunidade de corrigir distorções que são criadas e acumuladas ao longo do tempo de uso e vida, tendo uma repaginada, de modo a atualizar, modernizar e valorizar as edificações ineficientes usada para outros fins.

Além de atualizar o sistema existente de acordo com as atuais normas, melhora da qualidade ao seu redor, reduzindo os custos operacionais, economia de energia e valorização do imóvel.

O retrofit apresenta uma forma de reabilitação da edificação de maneira sustentável e economicamente viável, sendo uma forma inteligente de recuperar e adaptar as edificações que antes eram motivo de desvalorização de uma região por poluir a arquitetura do local, permitindo novamente a sua utilização.

Esse artigo tem como objetivo apresentar o estudo de caso de uma reabilitação predial, em que o autor participou de todo seu processo de execução, podendo acompanhar as maiores dificuldades encontradas e eminentes erros construtivos, assim como diversas soluções para os problemas mais complicados até os mais simples que iremos apresentar neste artigo.

A obra teve duração de dois anos e durante a sua reabilitação houve demolição de peça em concreto armado, demolição de peça estrutural de concreto protendido, demolição de laje de subpressão, rebaixamento de lençol freático, reforço de fundação, recuperação estrutural, acréscimo de mais um pavimento em laje protendida e acréscimo de varandas em balanço.

2. Caracterização da obra

A edificação teve início de construção no ano de 2002 e foi concebida para abrigar uma Clínica Médica. No entanto a obra não chegou a ser finalizada, mas a estrutura foi totalmente executada e ficou sem qualquer proteção durante 17 anos. No ano de 2019 a edificação foi recuperada e reforçada para se transformar em um prédio residencial.

Figura 1: Construção antes da reabilitação



Fonte: Acervo técnico da obra

O edifício era composto por 4 pavimentos, sendo eles, um subsolo, um pavimento térreo, dois pavimentos tipo e uma laje descoberta. A metodologia usada em sua construção foi de concreto armado com armadura protendida, a alvenaria era convencional de tijolo cerâmico e o subsolo eram com paredes e laje em subpressão.

A proposta era transformar essa edificação em um condomínio residencial de 6 pavimentos, sendo, um subsolo como estacionamento, um pavimento térreo, 3 pavimentos tipo comportando 15 apartamentos de 1 e 2 quartos e uma cobertura como área de lazer com churrasqueira, contendo um reservatório inferior e um superior para abastecimento do prédio.

A construtora conseguiu o contato do engenheiro calculista que realizou os projetos estruturais da clínica médica e por sorte o mesmo ainda tinha em seus arquivos os projetos antigos, o que facilitou no estudo para execução das modificações estruturais que seriam feitas no local.

3. Estrutura

Como primeiro ato foi realizado uma vistoria completa da estrutura com o auxílio do engenheiro estrutural. Foi constatado que existiam muitas patologias em toda estrutura. Além do concreto estar completamente exposto a ação do tempo, sem nenhum tipo de revestimento, foi observado que houve um problema de execução na questão do cobrimento das armaduras, havendo locais onde a armação praticamente não teve cobrimento.

As maiores incidências de patologias estavam nas vigas e pilares, muitas com a armadura negativa completamente exposta e o concreto em sua parte inferior completamente degradado.

Nas lajes houveram algumas regiões onde tiveram “filmagem” dos ferros, onde o cobrimento era tão pouco que concreto estava marcado com o local do aço.

4. Demolição e Limpeza.

Logo iniciamos o processo de limpeza do local, demolindo todas as alvenarias e demarcando os locais nas estruturas aonde havia deterioração do concreto.

Nas imagens a seguir poderemos ver as patologias encontradas nos elementos estruturais.

Figura 2: Deterioração em vigas



Fonte: Acervo técnico da obra

Após demarcar toda a estrutura com giz de cera (ou escolar) nas regiões com anomalias a serem reparadas, em seguida delimitar as regiões de reparo com serra elétrica circular dotada de disco de corte

diamantado (tipo makita) na profundidade de 1cm (variável em função do cobrimento da armadura), conforme orientação do calculista.

Foi realizado a remoção do concreto deteriorado (lixiviado, desagregado, segregado ou deslocado), através de apicoamento manual (ponteiros e marretas leves) ou mecânico (rebarbadores pneumáticos leves (até 6 Kg) ou elétricos (marteletores), até a permanência de apenas concreto são e a exposição mínima de 10 (dez) cm de armadura sã (sem corrosão), em cada extremidade do trecho corroído da barra liberando-a do concreto, em todo o seu perímetro, para que assim pudesse ter uma visão melhor da situação que se encontrava a armadura.

Após a retirada do concreto foi feita a limpeza das armaduras (todas as barras, em trechos corroídos e sãos), através de escovamento com escovas de cerdas de aço e jateamento abrasivo ar (jato seco ou úmido), deixando-as livres de material oxidado e desagregado.

Ao final da limpeza das armaduras, deverá ser feita uma inspeção visual criteriosa para verificação de possíveis pontos que ainda possuam carepas ou perda de seção superior a 10% do diâmetro original do aço. Nesse último caso deverá ser providenciada a substituição e/ou complementação da armação.

Inúmeras vigas e pilares já se encontravam em processo de corrosão do aço, tendo que ser analisada cada uma individualmente, caso a recomposição fosse profunda deveria ser feita com graute fluido conforme imagem a seguir.

Figura 3: Viga com armadura exposta.



Fonte: Acervo técnico da obra

Em situações de baixa densidade ou sem armadura aparente a metodologia a ser utilizada será o reparo com argamassa estrutural, realizada com mistura mecânica e aplicação manual com camadas de 1 em 1 cm com intervalos de 40 minutos entre uma camada e outra.

Figura 4: Tratamento com argamassa estrutural.



Fonte: Acervo técnico da obra

Durante o processo de conferência de toda a edificação foi encontrado um dos erros construtivos mais perigosos nesta construção. No período da execução do pilar do subsolo, um dos pilares principais da estrutura, sua locação foi realizada de maneira errada e para “concertar” tal erro a armadura foi dobrada para que o pilar fosse para o local correto.

Figura 5: Armadura do pilar do subsolo.



Fonte: Acervo técnico da obra

Figura 6: Detalhe da armadura do pilar do subsolo.



Fonte: Acervo técnico da obra

Podemos observar que o aço do arranque do bloco da fundação que foi dobrado também estava com sua sessão comprometida, tendo perda de mais de 10% de sua sessão.

Como tratativa foi realizado um reforço ao redor de todo o pilar, apicoando toda a sua extremidade para melhor aderência do concreto antigo com o graute e inclusão de uma armadura de reforço.

Para que todo esse processo fosse feito com segurança, a estrutura foi escorada com escoras pontuais e todo processo acompanhado pelo calculista.

5. Fundação

Para que a estrutura pudesse suportar todas as modificações do novo projeto e com isso o aumento da carga como o acréscimo das varandas, de mais 1 pavimento, abertura do prisma de ventilação e mais uma parada no elevador, foi visto a necessidade de um reforço pontual em alguns pontos da fundação e criação de mais um bloco para a criação do pilar do prisma de ventilação.

O projeto original de fundação mostrava que a laje do subsolo era de subpressão, logo, precisávamos de uma confirmação do nível do lençol freático para verificarmos a necessidade do rebaixamento do mesmo e das camadas de solo para um dimensionamento preciso das estacas raízes (atrato lateral), o que foi conseguido realizando uma sondagem a percussão. Foi realizado um furo com trado manual na parte externa a edificação para termos uma primeira ideia da cota do lençol freático

O reforço executado em parte do subsolo foi composto por 10 estacas raiz, sendo 6 para o novo pilar do prisma de ventilação, 1 na lateral de cada pilar do elevador e 2 estacas no pilar da periferia, cada estaca com profundidade de 4 metros e 25 cm de diâmetro, e todas seriam realizadas no subsolo com 2,90m de altura, com uma laje de subpressão de 30 cm de profundidade.

Iniciamos o rebaixamento pontual do lençol freático, e para isso foi instalado todo maquinário no subsolo, contendo uma bomba que ficava ligada 24 horas por dia, durante 30 dias, o período total para execução de todo o reforço.

Foram instaladas 15 ponteiras para a execução do rebaixamento do lençol freático, todas localizadas no ponto mais crítico de todo o reforço, ao redor do bloco que seria criado para suportar o pilar do prisma de ventilação.

Figura 4: Rebaixamento do lençol freático.



Fonte: Acervo técnico da obra

Após 48 horas do rebaixamento ligado demos início ao processo de demolição da laje para execução das estacas.

Figura 7: Execução da estaca Raiz.



Fonte: Acervo técnico da obra

Finalizando o processo de estaqueamento iniciamos a escavação para execução dos blocos, toda escavação foi manual pois devido ao pé direito do local não havia viabilidade para escavação mecânica.

Foi executado a escavação de blocos, sendo um na lateral externa de cada pilar do poço do elevador, 2 blocos ao redor do primeiro pilar da edificação e o bloco para

execução do novo pilar do prisma de ventilação.

Para o engastalhamento da armação foram feitos furos no pilar existente e a armação do bloco de reforço colada com Sikadur. A seguir veremos a escavação do bloco B20 que suportará o prisma de ventilação

Podemos observar na imagem anterior que demolição da laje foi feita em 45° para melhor aderência do concreto existente com o concreto novo

Figura 8: Escavação e forma do bloco.



Fonte: Acervo técnico da obra

Podemos observar na imagem anterior que demolição da laje foi feita em 45° para melhor aderência do concreto existente com o concreto novo

Figura 9: Armação do bloco.



Fonte: Acervo técnico da obra

Por ser uma laje submetida a subpressão em sua concretagem foi utilizado aditivo cristalizante batido junto com o concreto garantindo a impermeabilização do mesmo, e para obtenção de uma cura rápida da laje foi utilizado um concreto com cimento CPV de secagem rápida com 100% de cura de 3 a 5 dias.

6. Acréscimo de varandas em balanço.

Após executarmos todos os reforços necessários com as estacas raízes nos blocos de fundações, podemos iniciar a etapa de complemento e acréscimo da estrutura de acordo com o novo projeto que exigia o acréscimo de 6 varandas em balanço, sendo 2 por 2 por pavimento.

No layout original haviam várias vigas invertidas na periferia do prédio o que impossibilitava a execução das varandas, logo iniciamos o escoramento da laje e demolição dessas vigas.

Para sustentação dessas varandas foi projetado uma armação engastada na laje existente, para isso foram feitos “sulcos” na laje com serra circular tipo makita com profundidade de 3 cm, os sulcos tinham a espessura de 3 cm e comprimento de 2,5m para dentro da laje para posicionamento da nova armadura superior.

Para fixação da armadura superior nos sulcos foi usado adesivo químico como Sikadur em todo seu comprimento e a laje recomposta com graute fluido, conforme imagem a seguir.



Fonte: Acervo técnico da obra

7. Laje protendida.

Houveram inúmeras demolições no decorrer desta construção, mas a mais difícil e mais importante foi a da laje protendida, mas para iniciarmos neste ponto vamos entender o conceito de laje protendida.

Caio Pereira em seu artigo publicado online define proteção como originação da palavra “protender”, que significa alongar ou estender a diante. Na construção civil, isso significa aplicar força momentânea de tração no aço, que será alongada, para aumentar a resistência da estrutura, diante das solicitações existentes na construção.

Todos nós sabemos que o concreto pode apresentar fissuras, mas nem todos sabem que tais fissuras são provocadas pela sua baixa resistência a tração, e uma das formas utilizadas na construção civil para amenizar essas fissuras é a proteção que além de auxiliar neste ponto também possibilita um melhor layout do projeto, podendo executar edificações com maiores vãos.

A laje protendida, que também é chamada de laje com armadura ativa, é uma metodologia construtiva que utiliza a técnica do concreto protendido. Sua principal característica é maximizar a resistência do concreto, possibilitando assim a execução de obras com maiores vãos. Sem a necessidade de vigas e pilares intermediárias.

Agindo de forma, diferente do concreto armado tradicional, que é o mais utilizado, a laje protendida trabalha com armação ativa, ou seja, as tensões são aplicadas previamente nas cordoalhas para aumentar a resistência do elemento construtivo.

Na protensão a armação é chamada de ativa pois é utilizada uma técnica onde o aço é alongado/tencionado ao seu ponto limite de flexibilidade, ou seja, quando o equipamento que faz a protensão é retirado e, devido ao limite de elasticidade, o aço tende a voltar ao seu ponto inicial, isso gera uma força tensional de resistência de compressão agindo de forma ativa sobre o concreto. O concreto tende a expandir, enquanto o aço passa a vida toda tentando voltar ao seu ponto inicial.

Esses movimentos tencionais de expansão (concreto) e contração (aço) agem de forma a preservar as características construtivas da laje ocasionando uma longevidade construtiva.

Essa característica construtiva possibilita sua aplicação em construções que necessitam de grandes espaços, grandes vãos como: shoppings, construções suspensas, pontes, etc.

Na protensão temos dois tipos de procedimento de execução que são classificados como Cordoalha Nua e Cordoalha Engraxada, conhecido também como protensão aderente e não aderente, mas para entender esses dois tipos de cordoalhas disponíveis vamos falar um pouco sobre o conceito geral.

Trata-se de um conjunto de fios de aço que se entrelaçam formando um cordão, esse aço geralmente tem alto teor de carbono que em combinação com o entrelaçamento dos fios gera uma grande espessura e que se destaca também pela alta resistência. Apesar de também serem produzidas com arames de aço, as cordoalhas se destacam por serem produzidas por arames de aço mais densos e com menos fios o que as diferenciam dos cabos de aço comum.

7.1 Cordoalha Engraxada.

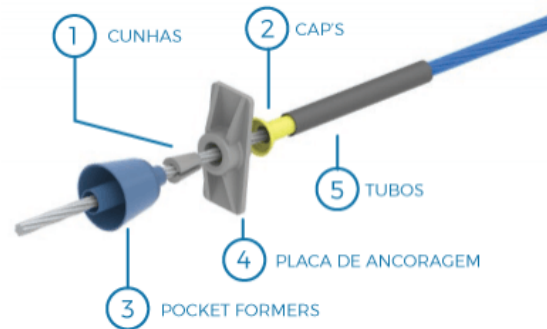
As cordoalhas engraxadas, geralmente chamadas de protensão não aderente, tem em sua execução o aço protendido sem contato direto com o concreto. Ela é fabricada por um processo contínuo, no qual é coberta por uma camada de graxa revestida com polietileno de alta densidade, que serve justamente para garantir que os cabos de aço consigam se movimentar na estrutura e para proteger a cordoalha contra corrosão.

Figura 11: Detalhamento da cordoalha engraxada



Fonte: Impacto [2]

Figura 12: Detalhamento dos acessórios da cordoalha engraxada.



Fonte: Impacto [2]

Por ter uma aplicação mais simples a cordoalha engraxada é a mais utilizada em obras de concreto protendido, por já vir praticamente “pronta”, sua aplicação é feita de forma simples. As cordoalhas são aplicadas sobre a forma entre as armações da laje, fixada em uma das extremidades por dispositivos apropriados de ancoragem, em seguida é aplicado o concreto na peça estrutural, quando o concreto atinge a sua resistência prevista em projeto é iniciado o processo de protensão, em que as cordoalhas são tracionadas por um macaco hidráulico até atingirem a força exigida em projeto.

Figura 13: Macaco Hidráulico para protensão.



Fonte: Impacto [2]

7.2 Cordoalha Nua.

As cordoalhas nuas geralmente chamadas de protensão aderente tem o formato totalmente helicoidal. Ela vem enrolada em boninas e pode ser cortada de acordo com o projeto da obra.

Sua aplicação na obra é diferente da cordoalha não aderente, pois se faz necessário de mais equipamentos para sua utilização.

Figura 14: Rolo de cordoalha Nua.



Fonte: Cabos de aço SC [3]

Sua aplicação na obra é diferente da cordoalha não aderente, pois se faz necessário de mais equipamentos para sua utilização.

O modelo de cordoalha nua foi utilizado na obra deste estudo de caso, pois foi a metodologia utilizada na construção de toda a estrutura antiga.

7.2.1 Aplicação.

Os cabos são cortados com 2x o comprimento da peça, e são inseridos dentro de dutos (bainhas) metálicas geralmente corrugadas para poder aderir melhor ao concreto, sua principal função é possibilitar a movimentação das cordoalhas durante a operação de protensão, impossibilitando o contato da cordoalha com o concreto, ela receberá também a nata de cimento na operação de injeção. O cabo é inserido por 2x dentro da bainha para que um lado fique em forma de laço (ancoragem passiva), e o outro lado (ancoragem ativa) será aplicado o macaco hidráulico para fazer a protensão.

Figura 15: Detalhamento da ancoragem passiva



Fonte: Rudloff [4]

Definição de ancoragem passiva segundo catálogo Rudloff:

É uma ancoragem fixa na qual a transferência da força de protensão para o concreto que envolve a ancoragem dá-se por aderência ao longo das cordoalhas na parte descoberta (parte da cordoalha fora da bainha) e por tensões de compressão entre a placa de aço curvada (placa “U”) e o concreto.

Na imagem acima também podemos identificar o purgador. É um pedaço de mangueira que é colocado em cada extremidade da bainha, em que uma ponta fica para dentro da bainha e revestido com fita para que o concreto não penetre a bainha e a outra extremidade fica para fora do concreto, este purgador servirá para quando for inserida a nata de concreto dentro da bainha.

As cordoalhas são colocadas em toda a laje conforme especificação do projeto, intercalando uma ancoragem passiva e uma ancoragem ativa, conforme imagem abaixo.

Figura 16: Detalhamento da ancoragem passiva na laje



Fonte: Acervo técnico da obra

A ancoragem passiva fica para dentro da peça que será concretada, e a parte ativa, as pontas dos cabos ficam para fora da laje para que seja aplicado a protensão, na obra em questão, as laterais do prédio eram coladas nas paredes do prédio ao lado, impossibilitando que a protensão fosse feita pela lateral da peça concretada, neste caso tiveram que criar nichos de ancoragem na laje deixando as pontas da cordoalha livres do concreto.

Figura 17: Detalhamento do nicho de ancoragem da laje para cordoalha ativa.



Fonte: Acervo técnico da obra

Figura 18: Detalhamento da nicho de ancoragem da laje para cordoalha ativa.



Fonte: Mac Protensões [5]

Para finalizar a sua montagem é aplicado um revestimento tipo uma massa nas extremidades vedando cada ponta da bainha para que o concreto não penetre durante a concretagem.

Figura 19: Detalhamento das cordoalhas na laje



Fonte: Acervo técnico da obra

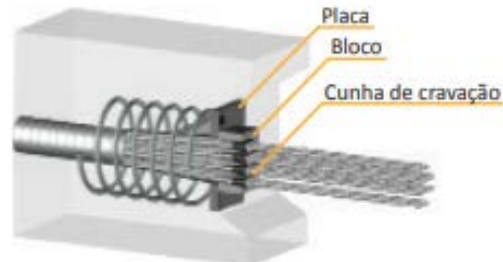
7.2.2 – Aplicação de protensão.

Após a colocação de todas as cordoalhas na laje e finalização da armação, é feito o lançamento do concreto envolvendo e aderindo toda a bainha, após decorrido o período de tempo necessário para o concreto ter adquirido a resistência necessária para resistir as tensões de compressão provocadas

pela protensão é aplicada a protensão. Para agilizar este processo a obra aplicou um concreto de cura rápida, com cimento CPV o que possibilitou atingir a cura em 7 dias.

Para iniciar este processo é feita a desforma e limpeza dos nichos em seguida deve ser colocado o bloco e as cunhas conforme imagem a seguir.

Figura 20: Execução da calda de cimento



Fonte: Rudloff [4]

A operação de protensão é realizada pelo acionamento do cacaco hidráulico através da bomba de alta pressão, é feita uma marcação no cabo antes da colocação do macaco hidráulico no cabo para obter um controle visual do cabo protendido, após o macaco instalado no cabo é aplicada a carga através da tensão especificada em projeto, a tensão de tração aplicada é verificada no manômetro da bomba e conferida pelo alongamento da cordoalha, essa marcação é feita após o alongamento final, dessa forma pode ser medido exatamente qual foi o comprimento alongado.

Figura 21: Execução da calda de cimento



Fonte: Acervo técnico da obra

Após o processo ser aplicado em todos os cabos é gerado um relatório e enviado para o calculista, somente após a liberação do calculista que é feita o corte dos cabos e a injeção da nata de cimento.

7.2.3 Injeção.

A calda de cimento é injetada no interior da bainha pelos purgadores, tem com função proporcionar a aderência entre a armadura protendida e o concreto da peça, também como proteger a armadura contra a corrosão.

A calda é produzida na obra e para sua aplicação é utilizado o misturador elétrico e uma bomba de injeção.

O catálogo da Mac protensão apresenta as prescrições de tais equipamentos como:

Misturador elétrico: equipamento destinado ao preparo da calda de injeção é basicamente constituído de tambor (150l) no qual se acha fixado um motor elétrico que através de palhetas efetua a mistura da água-cimento-aditivo.

Bomba de injeção: são bombas elétricas capazes de injetar de modo contínuo, calda de cimento no interior das bainhas, preenchendo os vazios existentes entre as cordoalhas. [5]

Figura 22: Execução da calda de cimento



Fonte: Acervo técnico da obra

8. Demolição de laje protendida

Para atender ao novo layout do canteiro foi necessário demolir partes de uma laje protendida, com isso foi solicitado uma

consultoria para instrução de como executar este processo de forma segura sem colocar em risco a estrutura e os trabalhadores presentes.

Com a presença de um técnico e o engenheiro da empresa de protensão, foi executada a demolição de pequenos trechos da laje até a identificação da cordoalha, após identificada uma pequena parte foi completamente livre do concreto, deixando a bainha exposta.

Figura 23: Detalhe de corte feito na laje para análise da bainha.



Fonte: Acervo técnico da obra

Com o uso de uma máquina de corte tipo maquina foi feito a remoção da bainha para que pudesse analisar a integridade da calda de cimento, com a calda integra iniciou-se o corte dos cabos com o uso de maçarico ou maquina de cortar ferro tipo esmerilhadeira, o corte deve ser feito um cabo de cada vez.

Após cortar todo os cabos da cordoalha a demolição da laje deve ser feita de forma linear acompanhando o comprimento da cordoalha, esse processo deve ser repetido em todas as cordoalhas no trecho a ser demolido.

Figura 24: Laje protendida demolida



Fonte: Acervo técnico da obra

Após cortar todos os cabos da cordoalha a demolição da laje deve ser feita de forma linear acompanhando o comprimento da cordoalha, esse processo deve ser repetido em todas as cordoalhas no trecho a ser demolido.

9. Considerações Finais

Este artigo tem como objetivo apresentar alguns desafios de uma obra de retrofit, com ênfase na laje protendida, uma metodologia que apresenta inúmeras vantagens para a construção. Como a possibilidade de vencer vãos maiores que para a antiga construção se aplicava muito bem por se tratar de uma clínica médica. A protensão além de obter benefícios econômicos e ambientais ainda é uma metodologia usada basicamente em obras grandes como viadutos, pontes e shoppings, pois ainda encontra barreiras que dificultam sua expansão, dentre eles estão os fatores culturais e econômicos que alegam ser um método muito caro ou não seguro, por necessitar de mão de obra especializada para realiza-lo.

Foi a primeira obra deste segmento realizada pela construtora e pela engenheira autora. Esta obra se tornou importante por apresentar inúmeros procedimentos que até então eram conhecidos somente por parte acadêmica, e por proporcionar grande conhecimento e experiência para as partes envolvidas.

Levantar uma obra do zero tem suas dificuldades, mas, reabilitar uma estrutura já construída a mais de 17 anos, tratar suas anomalias causadas por exposição ao tempo sem nenhum tipo de proteção, passar por cada processo de uma construção nova, mas em uma escala menor e ao mesmo tempo mais difícil e finaliza-la com sucesso é de grande satisfação para os envolvidos.

São esses pequenos detalhes que fazem a engenharia se tornar cada dia mais fascinante, e ter a certeza de que toda essa imensidão obtida em uma única construção é apenas uma pequena amostra do que a engenharia

pode te proporcionar. Todo o estresse, as noites mal dormidas, a preocupação em como será resolvido tal problema só torna mais satisfatório o seu resultado de sucesso.

10. Referências Bibliográficas.

- [1] PEREIRA, Caio. *Laje protendida: o que é, execução, vantagens e desvantagens*. Escola Engenharia, 2021. <https://www.escolaengenharia.com.br/laje-protendida/>.
- [2] IMPACTO. *Protensão não aderente*. <https://impactoprotensao.com.br/home/proten-sao-nao-aderente/>
- [3] CABOS DE AÇO SC. *Cordoalhas nuas*. <http://www.cabosdeacosc.com.br/dicas-e-noticias/cordoalha-nua-para-protensao>.
- [4] RUDLOFF. *Concreto Protendido. Catálogo*. Rev. 6, 11/2015. Disponibilizado em (1/02/2019): http://www.rudloff.com.br/downloads/catalogo_concreto_protendido_rev-06.pdf
- [5] MAC PROTENSÕES. *Sistema brasileiro de contensão*. <https://macprotensao.com.br/wp-content/uploads/2020/09/Cata%CC%81logo-MAC-Protensa%CC%83o.pdf>
- [6] BASTOS. Paulo. *Fundamentos do concreto protendido*. Abril/2021. Bauru/SP. <file:///C:/Users/leizi/Downloads/Ap.%20Protendido.pdf>
- [7] MOURA. Alexandre. *Estudo comparativo técnico e econômico entre estrutura de concreto armado e concreto protendido*. Fev./2019. João Pessoa/PB - <file:///C:/Users/leizi/Downloads/TCC-ALEXANDRE.pdf>