

**CONCRETO PROTENDIDO: UM ESTUDO DE CASO DO EDIFÍCIO SOLLARE
EM SÃO JOÃO DEL REI – MG**

Leonardo Naves Guerra¹

Profa. Tamara de Carvalho Freitas²

Prof. MSc. Clodoaldo Fabrício José Lacerda³

RESUMO

Este trabalho é uma revisão bibliográfica associada a um estudo de caso do Edifício Sollare Residencial Clube em São João del Rei em que foram comparados casos da literatura com processo executivo. O Edifício Sollare é composto por duas torres de 23 pavimentos cada, um empreendimento de alto padrão, localizado na área central de São João del Rei. Na execução do Edifício Sollare foi utilizado o processo de protensão sem aderência nas lajes que são as peças protendidas do projeto estrutural, detalhando todas as vantagens e desvantagens do sistema de protensão em comparação ao concreto armado. Quando comparado com a estrutura de concreto armado, o concreto protendido permite estruturas mais arrojadas e peças mais esbeltas que otimizam o processo construtivo. Esta pesquisa realizou a comparação entre o Edifício Sollare, que é o objeto de estudo, com outras edificações já estudadas em outros trabalhos, avaliando as similaridades ou diferenças do processo executivo.

Palavras-chave: Concreto. Sistema protendido. Estrutura em concreto

1 INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento econômico e social, sendo um dos setores que mais impactam a infraestrutura de um país. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (2023): a construção civil é responsável por 7% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro e gera milhares de empregos.

Um sistema construtivo na construção civil é o conjunto de técnicas, processos e materiais utilizados para projetar e executar as diversas etapas de uma obra, com o objetivo de garantir a segurança, a funcionalidade e a durabilidade da edificação. No

¹ Bacharelado do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves – UNIPTAN – alex.sandro-oliveira@hotmail.com

² Professora do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves – UNIPTAN – clodoaldo.lacerda@uniptan.edu.br

³ Professor dos cursos de Administração do Centro Universitário Presidente Tancredo de Almeida Neves – UNIPTAN – tamara.freitas@uniptan.edu.br

contexto estrutural, os elementos que fazem parte de um sistema construtivo incluem a fundação, que transmite as cargas da construção para o solo, vigas e pilares, responsáveis por suportar e distribuir as forças, as lajes, que formam os pisos e tetos, e a alvenaria que proporcionam estabilidade e vedação. Cada um desses componentes trabalha de forma integrada para garantir a segurança e a eficiência da construção (BASTOS, 2023).

Dentro deste contexto, pode-se mencionar o concreto protendido, que é uma técnica de engenharia que visa melhorar o desempenho estrutural de elementos de concreto. O concreto protendido permite a construção de vãos maiores e a redução de fissuras, resultando em estruturas mais esbeltas. Este método utiliza cabos de aço tensionados, que aumentam a resistência significativamente (BASTOS, 2018).

O uso do concreto protendido também se destaca pela sua capacidade de reduzir a necessidade de manutenção ao longo da vida útil da estrutura. As peças protendidas são menos suscetíveis a fissuras, que resulta em menor custo de reparo e maior durabilidade. Essa durabilidade é especialmente importante em obras expostas a condições adversas, como pontes e estruturas costeiras, onde a resistência à corrosão e a deformação são significativas. Logo, o concreto protendido não apenas otimiza a performance estrutural, mas também por sua vez contribui para a sustentabilidade econômica das construções ao longo do tempo (BASTOS, 2018).

Este trabalho foi elaborado através da revisão bibliográfica sistemática de artigos associado ao estudo de caso do Edifício Sollare Residencial Clube, localizado em São João del Rei – MG, que é um edifício residencial, localizado na região central da cidade, composto por duas torres.

Através desse trabalho, busca-se verificar maior visibilidade do concreto protendido em estruturas, detalhando como o processo de protensão terá inúmeras vantagens em relação ao concreto armado, incluindo no estudo de caso específico, o quanto o concreto protendido, foi benéfico para a construção do Edifício Sollare.

JUSTIFICATIVA

Sabe-se que, em estruturas de grande porte, os conceitos de resistência e rigidez estão diretamente relacionados ao arranjo e dimensões dos elementos estruturais. Para que certas condições de projetos sejam atendidas em estruturas de concreto armado, são necessários elementos muito robustos para que a estrutura tenha um desempenho satisfatório, como no caso de grandes vãos por exemplo. Dentro deste contexto, torna-se

viável a execução da técnica construtiva em concreto protendido, um sistema estrutural mais complexo, mas que apresenta melhor performance em determinadas situações, resultando em peças mais esbeltas e desenvolvimento sobre longos vãos livres.

OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma revisão sistemática de literatura, referente à execução de estruturas em concreto protendido, afim de entender as particularidades do processo executivo e aplicabilidade desta técnica. Através das informações obtidas, podem ser definidos os seguintes objetivos específicos:

- comparar a execução da obra do edifício Sollare localizado em São João del Rei – MG, com outras obras com sistema de protensão;
- detalhar os procedimentos executivos necessários num processo de protensão;
- relatar como o sistema de protensão apresenta melhor desempenho e suas limitações quando comparado ao sistema convencional, em concreto armado.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O concreto é um material compósito, obtido através da mistura de um cimento, agregados (areia e brita) e água, que após a secagem, resulta num material monolítico de alta resistência à compressão. Seu processo de fabricação é diretamente influenciado pelo chamado fator água/cimento: uma vez adicionado muita água à mistura, a resistência final é prejudicada, entretanto, a pouca adição não é suficiente para promover as reações químicas necessárias para atingir a resistência pretendida (ALMEIDA, 2002).

De acordo com Almeida (2002), os principais tipos de concreto utilizados na construção civil são: concreto simples, concreto armado e concreto protendido. Em relação às suas características, os três tipos diferem-se da seguinte forma:

- concreto simples: é formado somente por cimento e os seus agregados;
- concreto armado: o mais utilizado nas construções, formado pela soma do concreto simples com armação de aço, que neste caso é passiva (armadura que não possuem tensões iniciais);

- concreto protendido: concreto armado, porém com o acréscimo de armaduras ativas (parte da armadura tem tensões iniciais, denominadas de armadura de protensão).

A utilização de armaduras protendidas em estruturas de concreto se consagrou no Brasil, nas últimas décadas, como técnica construtiva. Esse fato pode ser comprovado através do grande número de obras civis realizadas, desde silos e tanques, passando por pontes e viadutos, até edifícios de todos os tipos, incluindo obras com mais de 40 anos (VERÍSSIMO, 1998, p 6).

2.1 Processo de protensão de forma geral

A protensão é o estiramento dos cabos, de acordo com o seu limite elástico, em que a tração dos cabos é feita por um equipamento chamado macaco hidráulico, que alonga as armaduras até elas atingirem a força que foi delimitada no projeto (CAUDURO, 2020).

O processo de protensão não pode começar até que o resultado do rompimento dos corpos de provas de 7 dias do concreto indique que já tenha atingido a resistência mínima. Tendo a resistência já consolidada, inicia-se o processo de preparação para a protensão. Que segundo Cauduro (2020) é:

- montagem e limpeza das formas;
- aplicação de desmoldante;
- posicionamento das armaduras passivas;
- posicionamento das armaduras ativas;
- instalação dos dispositivos de ancoragem;
- posicionamento do macaco hidráulico
- aplicação da carga de protensão
- cura do concreto

Usualmente, estruturas em concreto protendido demandam concretos com resistência característica maior do que aquelas usadas em estruturas de concreto armado. Essa necessidade justifica-se devido ao fato de que, ao realizar o estiramento dos cabos, o macaco hidráulico exerce uma força de elevada intensidade. Dessa forma, para que não

haja rompimento das armaduras durante a protensão, a peça de concreto deve ter atingido uma resistência mínima de 16 Mpa (CAUDURO, 2020).

Assim como há diferença entre os concretos usados em estruturas de concreto protendido e concreto armado, as armaduras ativas também se caracterizam por maior resistência à tração. Em termos financeiros, o uso de armadura ativa se mostra mais econômico que aços usados no concreto armado. A armadura ativa, pode ser fornecida em grandes comprimentos, que evita um dos problemas em peças estruturais de grandes vãos, que são as emendas de armaduras (VERÍSSIMO,1998).

As cordoalhas ou fios são mais susceptíveis à corrosão que o comparadas ao aço de concreto armado, por esse motivo, seu armazenamento deve ser rigoroso. Tanto na fábrica, quanto no transporte e no destino final, que é a obra, tem que ser armazenado em um local coberto, seco e aerado, não tendo contato com o solo, como mostra a Figura 1, armazenada no canteiro de obra do Edifício Sollare (VERÍSSIMO, 1998).

Figura 1: Cordoalhas no canteiro de obras



Fonte: autoria própria (2024)

2.2 Tipos de protensão

De acordo com Veríssimo (1998), existem diferentes tipos de sistema de protensão, são eles: protensão com aderência inicial, protensão com aderência posterior e protensão sem aderência.

O processo de protensão com aderência inicial é muito empregado na fabricação de pré-moldados de concreto protendido, onde a armadura ativa é locada, ancorada em blocos na cabeceira e tracionada. Logo após, a armadura passiva é colocada, posteriormente o lançamento do concreto sendo adensado, e a peça a ser concretada passa pela fase de cura. Após o processo de cura, as formas são retiradas, o equipamento que ancora os cabos tracionados é liberado e os cabos são cortados, transferindo a força de protensão para o concreto pela aderência.

No caso do processo de protensão com aderência posterior, o estiramento das armaduras é realizado numa peça de concreto já endurecido e a aderência é posterior, aplicando uma calda de cimento no interior das bainhas, dentro das quais estão posicionadas as armaduras ativas. O macaco hidráulico traciona os cabos e quando a força de protensão atinge o valor requisitado, os cabos são ancorados.

A protensão sem aderência consiste na aplicação prévia de tensões de tração nas armaduras ativas sem que haja o contato direto entre elas e o concreto. Nesse caso, as armaduras são revestidas por uma camada de proteção. A protensão é garantida através de dispositivos de ancoragem. Caso estes falhem, a protensão é perdida (VERÍSSIMO, 1998).

2.3 Tipos de ancoragem

Ancoragens são o conjunto de peças mecânicas abrangendo todos os componentes para fixar o aço para a protensão e transmitir de maneira permanente a força de protensão ao concreto (CAUDURO, 2020).

Na extremidade do cabo onde o macaco hidráulico irá realizar o estiramento, realizando a protensão, nomeia-se ancoragem ativa. Já todo o restante do cabo, até a outra extremidade, onde não haverá a tração dos cabos com o macaco hidráulico, é chamada de ancoragem passiva (CAUDURO, 2020).

Já no caso de ancoragem intermediária, ela se localiza em qualquer ponto ao longo da cordoalha, usando para tensionar um certo ponto específico da cordoalha sem a necessidade de cortá-la. Geralmente é utilizada em intervalos de concretagem quando se necessita antecipar a protensão e com isso a remoção da fôrma (CAUDURO, 2020).

Ancoragem morta é a ponta final do cabo, do lado inverso ao da ancoragem passiva/ativa, geralmente fixada em uma das extremidades antes de se aplicar no local da obra, não sendo tracionada pelo macaco hidráulico (CAUDURO, 2020).

2.4 Vantagens e desvantagens do concreto protendido em relação ao armado

De acordo com Veríssimo (1998) o concreto protendido apresenta as seguintes vantagens em relação ao concreto armado:

- peças de concreto protendido possuem maior resistência comparado ao concreto convencional, devido as barras passarem por um processo de pré-alongamento, maximizando sua resistência;
- menor peso próprio da peça, pelo fato de utilizar menos aço e concreto;
- possibilita projetos com maior número de vãos livres, devido à sua alta resistência, diminuindo a quantidade de pilares em relação ao convencional;
- peças mais esbeltas
- maior trabalhabilidade na construção, pelo fato de os cabos necessitarem de um número menor de colaborador para ser instalado;

Entretanto a aplicabilidade pode ser reduzida devido a pontos que não são tão vantajosos ou podem ser considerados como desvantagens de acordo com Bastos (2023):

- estruturas de concreto protendido requerem um controle de qualidade mais rigoroso em relação ao concreto armado;
- para o concreto protendido, necessita-se de um concreto com uma resistência mais elevada que ao convencional, com isso um concreto com um custo elevado em comparação ao armado.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi produzido em duas etapas. A primeira consiste numa revisão de literatura, utilizando como base artigos científicos e demais materiais acadêmicos. Através do uso da metodologia pesquisa-ação, foi possível conhecer *in loco* o processo executivo de uma estrutura real em concreto protendido, assim, a segunda etapa é caracterizada pelo estudo de caso do Edifício Sollare Residencial Clube,

localizado em São João del Rei – MG. Nela, foram comparados outros casos que empregaram o mesmo sistema construtivo. As buscas foram efetuadas através dos termos “concreto protendido”, “protensão”, “peças protendidas”, com um intervalo de busca entre 2017 e 2024.

4 DESENVOLVIMENTO

O Sollare Residencial Clube é um empreendimento de alto padrão, cujo uso é totalmente residencial, composto por duas torres de 23 pavimentos cada. O edifício localiza-se à Avenida Leite de Castro, número 873, no bairro Fábricas, no município mineiro de São João del Rei, como é representada na Figura 2, de estrutura idêntica, projeto arquitetônico elaborado pela arquiteta Alice Almeida Resende, CAU: A60030-0.

Figura 2 - Localização do empreendimento



Fonte: Ramalho Marketing (2022)

O empreendimento inclui três pavimentos de garagem, um pavimento com áreas recreativas de uso comum, 17 pavimentos tipo (do 5º ao 21º pavimento) com oito apartamentos por pavimento, além de um pavimento duplex (22º e 23º pavimentos) com três apartamentos duplex e cinco apartamentos tipo. A cobertura abriga o pavimento técnico, onde estão instalados o barrilete e os reservatórios. Além disso, o edifício conta

com um elevador de serviço e dois elevadores sociais, distribuídos para os apartamentos, incluindo uma escada de incêndio.

De acordo com o projeto executivo, o pavimento térreo contará com áreas de uso comum, como guarita de segurança, cozinha gourmet, sanitários, piscina com deck molhado, área para depósito de lixo, praça do fogo, *playground*, *pet place* e vagas para visitantes. A área externa incluirá acessos para veículos e pedestres, calçadas, jardins e fontes, além de áreas de lazer.

Além das áreas comuns mencionadas, cada torre será equipada com salão de festas, salões de jogos, brinquedotecas, *coworking*, espaço *fitness*, *beauty care*, spa e cinema. Nestes pavimentos também existirão uma quadra poliesportiva na Torre A, e uma quadra de tênis na Torre B.

Em relação à estrutura, optou-se por executar uma estrutura que conta com elementos em concreto armado associado a lajes protendidas. A necessidade de vãos livres foi fator determinante para a concepção estrutural. No que diz respeito ao sistema de protensão aplicado, foi realizada protensão sem aderência.

De acordo com o cronograma executivo, cada 21 dias, uma nova laje deve ser executada. Toda a montagem de laje, onde é a peça a ser protendida, é executada com base no projeto estrutural.

O processo de montagem de laje no edifício, que é base desta pesquisa, se inicia com a montagem do cimbramento, que é uma estrutura temporária de escoramento fornecido pela própria empresa responsável pela protensão, que são hastes metálicas que substituem as escoras de madeira, normalmente mais comuns na construção civil. Essas hastes metálicas servem de base para a montagem das LP (Longarina Principal) e LD (Longarina de Distribuição) que servirão de apoio para a montagem da forma do piso da laje, conforme detalhado na Figura 3.

Figura 3: Escoras metálicas e LP E LD



Fonte: autoria própria (2024)

As escoras metálicas facilitam a montagem, pois regulam o seu tamanho para que seja do nível que o projeto menciona, as LP e LD servirão de apoio para as formas plásticas da laje, que no edifício Sollare é formado por cubetas plásticas e *plasterit*. Esses elementos tem por finalidade diferenciar o volume de concreto nas diferentes regiões da laje:

- nas áreas em que há o posicionamento do *plasterit*, a laje será maciça, com uma espessura aproximada de 25 cm;
- enquanto nos pontos em que há cubeta, a espessura de concreto será de 10 cm.

Com a forma da laje toda montada e nivelada, segundo o projeto, começa o processo de armação de armaduras da laje do Edifício Sollare, que neste caso é com armaduras passivas e ativas. O processo de montagem das armaduras é iniciado pelo posicionamento da malha de armaduras positivas, que atuam suportando os momentos

positivos, posteriormente sendo aplicado as armaduras negativas, que atuam suportando os momentos negativos (CAUDURO, 2020).

Posterior à armação da armadura positiva, se inicia o processo de passagem dos cabos de cordoalha, que serão tracionados para o processo de protensão. Essas cordoalhas são divididas entre distribuídas e concentradas, onde os cabos concentrados são os cabos que ficam fixos no determinado local da laje, e os distribuídos é distribuído por toda a laje. Estes cabos de cordoalhas têm uma variação de altura ao decorrer da laje, que é especificada no projeto, como pode ser ilustrada na Figura 4.

Figura 4: Elevação dos cabos



Fonte: autoria própria (2024)

Após a montagem e conferência das armaduras, a concretagem é realizada. O procedimento conta com a supervisão do responsável pelo posicionamento dos cabos. Essa supervisão é fundamental para garantir que, em caso de algum incidente com as armaduras, a solução seja tomada o mais rápido possível. Deve-se aguardar o tempo de cura do concreto para que a protensão seja realizada.

Após o tempo de cura, executa-se o processo de pré-protensão, que é a limpeza das cunhas, marcação dos cabos com o spray, limpeza das pontas dos cabos que vão ser tracionados. Este processo de aguardo para a realização da protensão, é devido a cura da peça concretada, que no caso específico do Sollare, é feito o rompimento do corpo de prova de 7 dias e se a resistência atingir o valor maior que 21 MPa, é liberado a realização da protensão dos cabos.

O funcionário terceirizado juntamente com o auxílio de um colaborador da empresa dona do empreendimento, irão executar o processo de protensão dos cabos, como representa na Figura 5. Que como já foi explicado neste trabalho, o sistema de protensão é o alongamento dos cabos feito com o equipamento macaco hidráulico. É feito o estiramento dos cabos concentrados inicialmente e os distribuídos posteriormente.

Figura 5: Macaco hidráulico tracionando os cabos



Fonte: autoria própria (2024)

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Realizou-se a análise de características executivas do processo de protensão, aplicando o sistema estrutural do Edifício Sollare.

Em relação à estrutura, optou-se por executar uma estrutura em concreto armado, com lajes em concreto protendido, que no caso do Edifício Sollare, a empresa MD Engenharia, foi responsável pela elaboração do projeto estrutural.

Conforme mencionado anteriormente, somente as lajes do Edifício Sollare contam com elementos que empregam o sistema de protensão. Nelas, foi realizado o processo de protensão sem aderência, com as seguintes armaduras ativas:

- 80 cabos com 4 cordoalhas de 12,7 mm nas faixas verticais

- 108 cabos com 3 cordoalhas de 12,7 mm nas faixas horizontais.

Em estudo realizado em 2013, Moura analisou o sistema estrutural do Edifício do Palácio do Governo da Cidade Administrativa de Minas Gerais, edificação com cinco pavimentos suspensos. Neste edifício, tanto as vigas transversais quanto os pórticos da cobertura foram construídos de forma independente dos pavimentos do edifício, sendo os pavimentos ligados ao pórtico por uma estrutura metálica com tirantes, em que nessa estrutura metálica passam os cabos de cordoalhas engraxadas plastificadas que suportam a carga do edifício.

Para executar os pavimentos suspensos no Edifício do Palácio do Governo, foram aplicados dois processos de protensão diferentes em relação ao Edifício Sollare, por conta das cargas de projeto e do mecanismo de trabalho da equipe responsável pela protensão, os dois processos são:

- No primeiro caso, executou-se uma protensão com aderência posterior nas vigas longitudinais, formados por 12 cabos com 19 cordoalhas de 15,2 mm em cada viga
- No segundo caso, protensão com cabos de cordoalhas com aderência posterior nas vigas transversais, constituído com 6 cabos com 15 cordoalhas de 15,2 mm em cada viga.

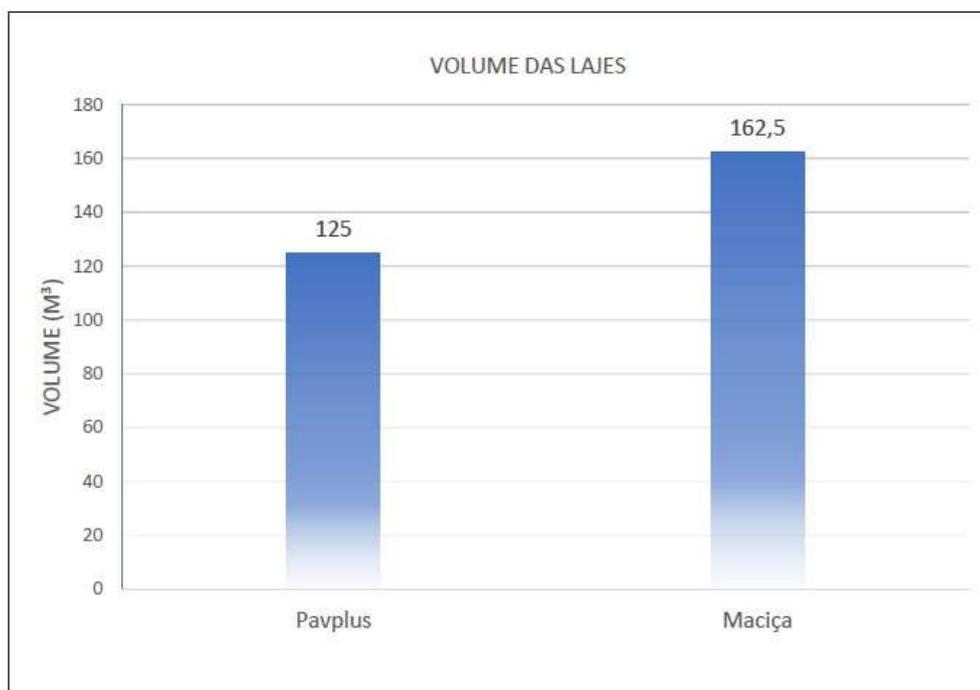
Após realizado o estiramento dos cabos, as cargas de protensão são informadas à empresa responsável pelo serviço e, com seu aval, realiza a cortagem dos cabos, realizando posteriormente o preenchimento das bainhas com graute. O processo de conferência é necessário para garantir que os parâmetros de projeto sejam alcançados. A aplicação do graute, é uma medida necessária para promover a aderência das armaduras ativas e também as proteger contra possíveis corrosões.

No Edifício Sollare, apresenta-se o uso de cordoalhas engraxadas do tipo CP 190 RB EP 12,7mm com o total de peso das cordoalhas de 3.233 Kg. Com um total de 188 cabos de cordoalha no seu projeto estrutural.

Em comparação com o estudo de caso Zilli (2013) onde teve um edifício residencial multifamiliar na cidade de Pato Branco – PR, a estrutura em concreto protendido foi concebida em lajes planas lisas protendidas, usando o sistema de protensão não aderente com o uso de monocordoalhas engraxadas do tipo CP 190 RB EP 12,7mm, tendo um total de peso das cordoalhas de 1233,92 Kg, com um total de 109 cabos de cordoalha no seu projeto estrutural.

Conforme mencionado a adoção de lajes protendidas permite a redução do consumo de materiais, visto que resulta em elementos estruturais mais esbeltos e com menor peso. Fazendo uma análise comparativa uma laje maciça de concreto com 650 m² teria um volume de concreto de 162,5 m³. Comparativamente as lajes protendidas executadas no Edifício Sollare com 650 m² resultaram no consumo total de volume de concreto de 125 m³, gerando uma redução de percentual de 23% do volume total de concreto consumido. Essa redução vai de encontro ao estudo relatado por Barbosa (2023). O Gráfico 1 ilustra a diferença entre os volumes de concreto para laje maciça e para a laje com cordoalhas executada no Edifício Sollare.

Gráfico 1: Volume das lajes



Fonte: autoria própria (2024)

Ao longo da pesquisa tiveram algumas limitações no processo de coleta de dados, dificuldade de acesso ao resultado de estiramento dos cabos do edifício, também nas pesquisas de estudo de caso para comparar com o Edifício Sollare, usando o sistema de protensão.

6 CONCLUSÕES E PROPOSTAS

O presente trabalho teve como objetivo investigar as principais características e vantagens do concreto protendido, assim como suas aplicações na engenharia civil. Ao longo da pesquisa, foi possível constatar que o concreto protendido, devido a introdução de tensões nos cabos, oferece uma série de benefícios, como possibilidade de vencer grandes vãos, aumentar a resistência da estrutura e reduzir o peso da peça.

A utilização do concreto protendido é particularmente vantajosa em projetos que exigem longos vãos livres, que é o caso do Edifício Sollare, exemplo específico desta pesquisa. Sua aplicação resulta em um desempenho estrutural superior quando comparado ao concreto convencional. Além destes pontos, o processo de protensão permite maior flexibilidade no dimensionamento das estruturas e contribui para otimização da execução da obra.

Contudo, o trabalho também teve algumas limitações no processo de coleta de dados para a comparação do Edifício Sollare com outras execuções utilizando o mesmo princípio de sistema de protensão e também teve dificuldade de acesso ao resultado de estiramento dos cabos do edifício.

Por fim, é possível afirmar que, apesar das dificuldades, o concreto protendido representa uma solução eficiente e inovadora para as necessidades da engenharia atual. Para um trabalho futuro, seria interessante aprofundar os estudos em técnicas de protensão de baixo custo e em métodos de monitoramento e controle de tensões em estruturas protendidas, buscando otimizar ainda mais o uso desse material e ampliar sua aplicação em diferentes tipos de obras, como por exemplo, até mesmo em residências e não somente em grandes estruturas, possibilitando ter casas com os benefícios que o concreto protendido oferece.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. C. Fundamentos do concreto armado. Universidade Estadual de Campinas, 2002

BASTOS, P.S.. Estruturas de concreto I - Fundamentos de concreto armado. Universidade Estadual Paulista. Unesp - Campus de Bauru. SP. 2023

BASTOS, P. S. S. Concreto Protendido. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. Bauru-SP, 2018

CNI. "O Papel da Construção Civil na Economia Brasileira." 2023.

CAUDURO, E. L. Manual para a boa execução de Estruturas Protendidas Usando Cordoalhas de Aço Engraxadas e Plastificadas, 2ª edição

MOURA, C. A. M. SISTEMAS DE PROTENSÃO – EDIFÍCIO SUSPENSO POR TIRANTES, 2013

VERÍSSIMO, G.S. Concreto Protendido – Fundamentos Básicos, 1998

ZILLI, E. F. Estudo comparativo entre uma estrutura com laje convencional em concreto armado e uma estrutura com laje plana lisa protendida: estudo de caso de um edifício residencial multifamiliar na cidade de Pato Branco – PR. 2013. 128 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.