

## PROCESSO CONSTRUTIVO DE LAJES PLANAS PROTENDIDAS

EVERON LOVATTO DA SILVA<sup>1</sup>, DEIVID WILLIAN PREIS<sup>2</sup>, LAIS MAISE DE SOUZA<sup>3</sup> JACKSON EDUARDO DE OLIVEIRA DAMBRÓS<sup>4</sup> TOBIAS JUN SHIMOSAKA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Civil, UNIDEP, Pato Branco-PR, etoolovatto@gmail.com;

<sup>2</sup>Engenheiro Civil, UNIDEP, Pato Branco-PR, deividpreis@hotmail.com;

<sup>3</sup>Engenheira Civil, UNIDEP, Pato Branco-PR, laismaisedesouza@gmail.com;

<sup>4</sup>Acadêmico, UNIDEP, Pato Branco-PR, jackson1997eduardo@hotmail.com;

<sup>5</sup>Prof. MSc, UNIDEP, Pato Branco-PR, tobias.shimosaka@unidep.edu.br;

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Com a modernização dos processos construtivos e os avanços tecnológicos, a laje protendida tem tornando-se frequentemente adotada nas obras, pois além de possibilitar vencer grandes vãos, controla e reduz deformações e fissuras, torna a estrutura mais leve o que permite projetos arquitetônicos mais ousados. A pesquisa tem como objetivo, analisar como é realizada a execução de uma laje protendida de cordoalha engraxada, realizando o acompanhamento em uma obra onde foram observadas as etapas da aplicação do método de estudo, e então promover uma análise comparativa entre as normas e o que é executado in loco. Após análise do objeto de estudo pode-se verificar que, este tipo de método construtivo realmente apresenta vantagens construtivas como a diminuição de formas, sua execução é mais limpa e mais rápida, possibilita um empreendimento com vãos maiores e com a altura da edificação reduzida, podendo assim aumentar o número de pavimentos, além de dispensar a execução de vigas, as construções protendidas diminuem a quantidade necessárias de pilares no projeto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lajes protendidas, Cordoalhas engraxadas, estudo de caso executivo.

### CONSTRUCTIVE PROCESS OF PROTENDED FLAT SLABS

**ABSTRACT:** With the modernization of the construction processes and technological advances, the prestressed slab has become frequently adopted in the works, because in addition to allowing to overcome large spans, it controls and reduces deformations and cracks, makes the structure lighter which allows more daring architectural projects. The research aims to analyze how the prestressed slab of greased strand is carried out, monitoring it on a construction site where the steps of applying the study method were observed, and then promoting a comparative analysis between the standards and what is performed on the spot. After analyzing the object of study, it can be verified that this type of construction method really has constructive advantages such as the reduction of shapes, its execution is cleaner and faster, allowing an enterprise with larger spans and with reduced building height, thus being able to increase the number of floors, in addition to eliminating the execution of beams, the prestressed constructions reduce the necessary number of pillars in the project.

**KEYWORDS:** Prestressed slabs, Greased struts, executive case study.

### INTRODUÇÃO

A protensão no cenário atual da construção civil, se tornou um método frequentemente adotado principalmente para a execução de lajes, que executada de forma correta traz bons resultados para a resistência da estrutura como um todo.

Segundo Pfeil (1984) protensão é um artifício que consiste em introduzir numa estrutura um estado prévio de tensões, capaz de melhorar sua resistência ou seu comportamento, sob diversas

condições de carga. Já Castro (2011) estabelece sendo como o artifício de se introduzir, numa estrutura, um estado prévio de tensões, de modo a melhorar sua resistência ou seu comportamento, sob ação das diversas solicitações que as estruturas serão submetidas, quando postas a estas solicitações.

De acordo com Leonhardt (1983), a ideia de protensão é muito antiga, já se pensava há muito tempo em arcos de barril tensionados e aros pré-encolhidos para rodas de madeira. Em 1886 P.H. Jackson de São Francisco, propôs que o concreto fosse pré-tensionado, dois anos após o alemão W. Döhrung em Berlim, apresentou uma patente que previa uma protensão em bancada. Nos anos seguintes surgiram várias novas patentes e muitos ensaios que não obtiveram êxito, pois na época ninguém havia realizado estudos para entender os efeitos da retração do concreto, resultando quando eram feitos os ensaios na perda da protensão aplicada nas estruturas.

Veríssimo e Junior (1998) destacam alguns exemplos de utilização da protensão nos mais variados usos como, o processo de fabricação de uma roda de carroça também pode ser descrito como um sistema protendido, pois a mesma é constituída de várias peças de madeira que são encaixadas perfeitamente, e entorno da roda é adicionado um aro de aço para proteger a madeira do desgaste e se solidarizar com o conjunto. Para ser colocado o aro de aço, é necessário que o mesmo seja aquecido dilatando-o e aumentando o seu diâmetro e quando o aro é resfriado tende a voltar ao seu estado inicial, porém nesse momento percebe-se que a madeira vai se opor ao sentido da tensão do causada pelo aro, aumentando assim à resistência do conjunto.

No caso do concreto protendido sem aderência, segundo a NBR 6118/14 no item 3.1.9, é realizado o pré-alongamento da armadura ativa após o endurecimento do concreto, sendo que partes do próprio elemento estrutural servem como apoios, porém sem criar aderência entre as duas partes.

Este sistema de cordoalha engraxada ganhou grande espaço e muita importância, por ter simplificado as construções com equipamentos mais acessíveis. Cauduro (2005) afirma que, o principal mercado que se abriu foi o da construção de edifícios residenciais, que encontrou na protensão leve uma alternativa prática, rápida e econômica para o tradicional concreto armado.

De acordo com Leonhardt (1983) a protensão é dividida em quatro graus, sendo elas: a protensão total, protensão limitada, a parcial, e a protensão moderada.

No grau de protensão total admite-se que serão utilizadas as cargas totais, mas se forem evitadas as trações de flexão, no concreto na direção resistente principal. É errôneo pensar que com protensão total, o concreto não ficara sujeito à tração ou que haja possibilidade de fissuração.

A protensão limitada, consiste em não ser ultrapassado um valor considerado admissível. Na protensão parcial, surge devido à carga de utilização total não serem restringidas. A limitação da fissuração é garantida. E por fim no grau de protensão moderada é quando em estruturas que não possuam vãos livres, a protensão é utilizada exclusivamente para evitar juntas de dilatação, para a prevenção de fissuras de separação ou similares.

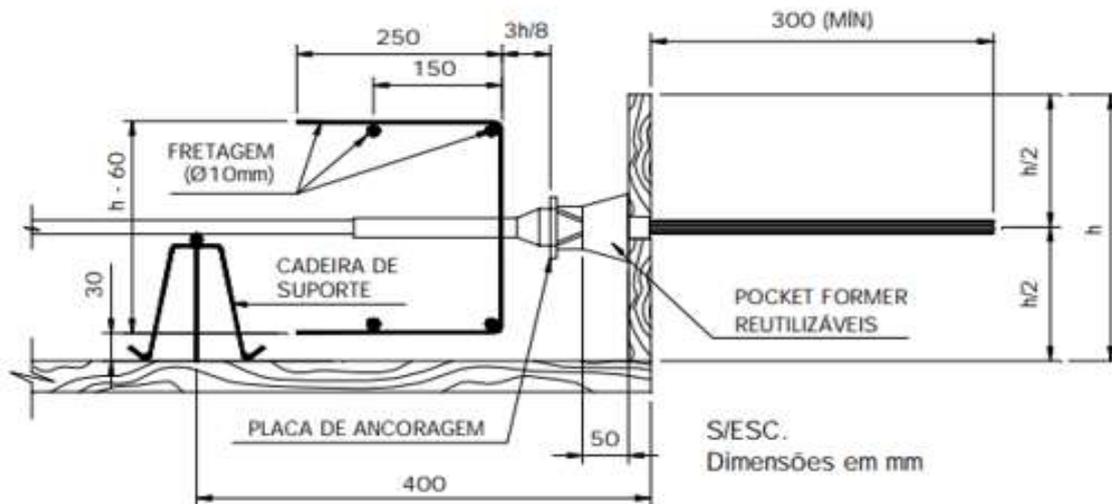
Por se tratar de um sistema novo na região, a problemática do mesmo são as dúvidas do seu processo executivo, e dos resultados que se esperam obter com o seu uso. Em visita in situ, pode ser observado e também em conversas com o mestre de obras e com a equipe de colaboradores do empreendimento analisado, ficam evidente essas dúvidas por se tratar da primeira execução utilizando a protensão com cordoalhas engraxadas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A execução de todos os tipos de estruturas de concreto conhecidas atualmente, só foram possíveis com a criação do cimento Portland, na Inglaterra em 1824. No decorrer dos anos seguintes os alemães e os franceses também começaram a estudar meios de melhorar as características portante do cimento.

Para a execução, faz-se necessário a utilização de materiais e equipamentos específicos, Cauduro (2005) cita a cordoalha engraxada, nicho para o bloco, fretagem, ancoragem ativa e ancoragem passiva, bainha, macaco hidráulico e a cunha, na Figura 1 pode ser observado os materiais necessários.

Figura 1. Disposição dos materiais necessários para a execução do sistema construtivo,  
Fonte: Cauduro (2005).

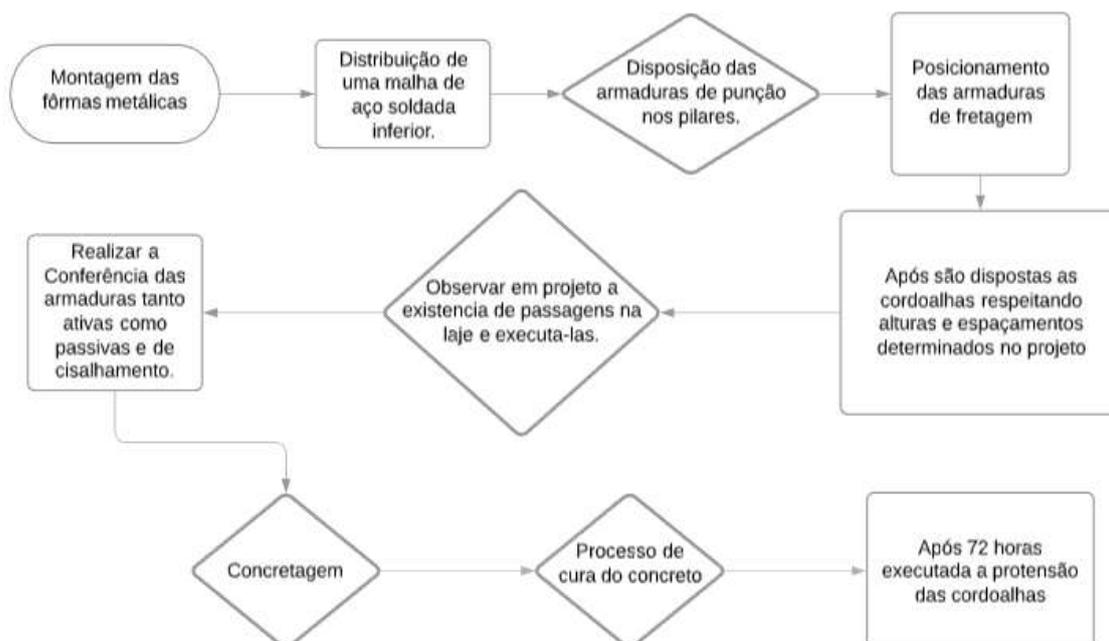


De acordo com a NBR 7482 – Fios de aço para concreto protendido – para as cordoalhas são adotadas as definições de valor nominal, que é o valor que caracteriza certa grandeza do produto, e pelo lote do rolo, onde determinada quantidade de fio acabado, de diâmetro nominal e de mesma característica, apresentada para inspeção e ensaios de uma só vez. Em geral são utilizadas cordoalhas, CP 190 com  $\phi$  de 12.7 mm e CP 210 com  $\phi$  de 15.2 mm.

Elas devem ser cortadas conforme medidas estipuladas nos projetos, e uma forma de ser feito um controle para não haver trocas das mesmas é pintar com tinta spray, diferindo assim os tamanhos das cordoalhas, fazendo com que se ganhe tempo, sem que ocorra erros na montagem.

Da obra acompanhada, observou-se todo o procedimento de montagem e execução da sexta laje do edifício residencial. Na Figura 2 está disposto um fluxograma descrevendo as etapas de execução acompanhadas.

Figura 2. Fluxograma dos processos de execução da laje protendida, (Fonte: Autoral).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de análise, pode ser observado que a utilização da laje protendida se dá quando é necessário vencer grandes vãos, onde ela supera a laje tradicional com uma espessura menor, além de reduzir o peso próprio da estrutura o que permite diminuir a quantidade de pilares ou vigas. Além disso, tem uma maior durabilidade, pois é um concreto permanentemente comprimido o que reduz consideravelmente a fissuração.

Os maiores problemas com esse sistema, estão na falta de mão de obra qualificada, visto que são várias etapas do projeto que demandam de equipamentos especiais para a realização dos processos.

Todas as etapas da execução devem seguir impreterivelmente as normas da NBR 6118, que traz procedimentos para projeto de estruturas de concreto e a NBR 14931 que apresenta procedimentos para execução de estruturas de concreto.

A resistência à compressão do concreto utilizado hoje na laje protendida chega à casa dos 30 a 35 Mpa. Porém, pode variar de acordo com os vãos e carregamento sofridos pela estrutura, tudo depende da necessidade da obra e na qualidade de execução da mesma.

## CONCLUSÃO

Com o a eminente evolução das tecnologias e do mercado no ramo da engenharia civil, as empresas acabam sendo obrigadas a se adequarem aos novos métodos construtivos, para tornarem-se competitivas no mercado atual.

Com o modelo tradicional de estruturas com vigas, torna-se de certa forma ultrapassado devido ao avanço da tecnologia, os novos processos de execução para elementos de estrutura como aqui citado, o exemplo de lajes protendidas, tem trazido para o mercado formas mais eficientes e limpas de execução.

Portanto, pode-se concluir que as lajes protendidas de cordoalhas engraxadas, ao serem analisadas de forma comparativa com o que se é executado em obra, e o que a bibliografia apresenta a respeito, podemos observar que o método é seguido detalhadamente, e que não tem como executar estruturas diferentes das previstas em norma.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118/2014 – Projeto de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7482/2008 – Fios de aço para concreto protendido. Rio de Janeiro, 2008.
- CASTRO, Sérgio Vannucci de. Concreto Protendido - Vantagens e desvantagens dos diferentes processos de protensão do concreto nas estruturas. 2011. 46 p. monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011. 1. Disponível em: <[http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9AEKDH/monografia\\_pdf.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9AEKDH/monografia_pdf.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 17 set. 2018.
- CAUDURO, Eugenio Luiz. Manual para a boa execução de estruturas protendidas: usando cordoalhas de aço engraxadas e plasticas. 2. ed. [S.l.: s.n.], 2005. 110 p. v. 1.
- CHUST, Roberto Carvalho. Estruturas em concreto protendido: Cálculo e detalhamento, volume 1.
- EMERICK, Alexandre Anozé. Projeto e Execução de Lajes Protendidas. 2002. 116 p. monografia (s.n)- s.n, Brasília, 2002. 1. Disponível em: <[http://www.deecc.ufc.br/Download/TB812\\_Estruturas%20de%20Concreto%20Protendido/LP.pdf](http://www.deecc.ufc.br/Download/TB812_Estruturas%20de%20Concreto%20Protendido/LP.pdf)>. Acesso em: 17 set. 2018.
- LEONHARDT, Fritz. Construções de concreto: vol. 5. Concreto protendido. Rio de Janeiro: Editora Interciência LTDA, 1983.
- PFEIL, Walter. Concreto Protendido - Introdução. 1. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A, 1984. 204 p. v. 1.

- PUC São Paulo - Materiais e Sistemas para Protensão: Cap. 2. 1. [201-]. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3592622/mod\\_folder/content/0/cap-02-materiais-e-sistemas-de-protensao.pdf?forcedownload=1](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3592622/mod_folder/content/0/cap-02-materiais-e-sistemas-de-protensao.pdf?forcedownload=1)>. Acesso em: 11 set. 2018.
- UNESP, Fev. Concreto Protendido: Fundamentos básicos. 1998. 72 p. Projeto de Pesquisa (Engenharia civil) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1998. 1. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/CP-vol1.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2018
- VERÍSSIMO, Gustavo de Souza; JUNIOR, Kléos M. Lenz Cesar. Concreto Protendido: Fundamentos Básicos. 2. 1998. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/lutt/Concreto%20Protendido/CP-vol1.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2018.