



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO



São José dos Campos, Brasil, 20 de Agosto de 2014
Alberto Huet Morais de Arruda Filho

FOLHA DE APROVAÇÃO

Relatório Final de Estágio Curricular aceito em 20 de Agosto de 2014 pelos abaixo assinados:

Alberto Huet Morais de Arruda Filho

Rodrigo Castelo Branco
Orientador/Supervisor na Empresa

Prof. Francisco Alex Correia Monteiro
Orientador/Supervisor no ITA

Prof. Eliseu Lucena Neto
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

INFORMAÇÕES GERAIS

Estagiário

Alberto Huet Moraes de Arruda Filho

Curso: Engenharia Civil-Aeronáutica

Empresa/Departamento

Protensão Impacto LTDA

Pesquisa e Desenvolvimento

Orientador/Supervisor da Empresa

Rodrigo Castelo Branco

Orientador/Supervisor do ITA

Prof. Francisco Alex Correia Monteiro

Período

30/06/2014 a 26/07/2014

Total de horas: 184

1. INTRODUÇÃO

Este relatório visa a apresentação das atividades desenvolvidas durante o Estágio Curricular Supervisionado realizado em Pesquisa e Desenvolvimento na empresa, em Fortaleza, Brasil. As atividades se desenvolveram no período de 30 de junho de 2014 até 26 de julho de 2014 tendo como objetivos o desenvolvimento de pesquisas para otimização de processos construtivos disponibilizando ao graduando vivência em um ambiente profissional de engenharia.

2. A EMPRESA

2.1 Histórico

O sistema de protensão com monocordoalhas engraxadas, tecnologia de uso consagrado nos Estados Unidos e Canadá, apresenta várias vantagens em relação aos sistemas convencionais, principalmente quando aplicado a estruturas de edifícios residenciais e comerciais.

Acreditando nisso, em 1997, a Siderúrgica Arcelor Mittal iniciou o processo de fabricação de cordoalhas engraxadas e plastificadas com diâmetro de 12,7 mm, oferecendo ao mercado brasileiro da construção civil, particularmente aos projetistas estruturais e aos construtores, uma alternativa tecnológica para sistemas estruturais.

Apostando no sucesso do produto, a Impacto Protensão capacitou seus engenheiros nos Estados Unidos, onde os mesmos especializaram-se no sistema de protensão não aderente usando cordoalhas engraxadas, por meio de parceria com a ADAPT - STRUCTURAL ENGINEERING CONSULTANTS em São Francisco - CA através de seu representante, o engenheiro Bijan Aalami, professor de engenharia estrutural da São Francisco State -University considerado a maior autoridade do mundo no conhecimento da tecnologia em pauta.

A Impacto Protensão credenciou-se como a pioneira na utilização dessa técnica no Brasil, com mais de 13.000 toneladas de cordoalhas usadas em obras espalhadas em diversas cidades do país, tais como: Fortaleza, Brasília, São Paulo, Recife, Natal, Teresina, São Luís, Curitiba, João Pessoa, Belo Horizonte, Belém, Manaus, Porto Alegre, Boa Vista e Salvador.

Posteriormente, consagrou-se como uma empresa que apresenta soluções de vanguarda, como formas para lajes, cimbramentos flexíveis e estruturas habitacionais em plástico reciclado.

2.2 Missão da Empresa

Promover e dinamizar o desenvolvimento da construção civil através da inovação, identificando e oferecendo soluções tecnológicas economicamente viáveis que contribuem para a evolução dos seus clientes e da comunidade.

2.3 Visão da Empresa

Ser uma empresa de referência nacional que viabiliza tecnologias inovadoras no segmento de construção civil, com qualidade, satisfação do cliente e responsabilidade socioambiental.

2.4 Área do programa de estágio

O estágio foi desenvolvido na área de pesquisa e desenvolvimento da empresa, visando sempre a produção de produtos inovadores.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A seguir são mostrados os cinco projetos desenvolvidos na empresa: Cubeta de 80 cm x 80 cm; Plasterit 122 cm x 61 cm; Apoio para Cordoalha; Fôrmas de alumínio para pilares e Piso elevado.

3.1 Cubeta de 80 cm x 80 cm

O modelo de cubetas da Impacto (solução para lajes nervuradas) era no sistema modular de 61 cm x 61 cm. Entretanto devido à uma mudança na NBR 15200 (obrigando uma maior cobertura contra incêndio de concreto para a armadura), a cubeta de 80 cm x 80 cm (Figuras 1 e 2) foi desenvolvida. Este tamanho foi escolhido, pois ao longo da laje, a economia de concreto seria similar à da cubeta antiga de 61 cm x 61 cm.

Entretanto, o sistema cimbramento Impacto é 61 cm x 61 cm. Para resolver o problema de encaixe das cubetas 80 cm x 80 cm, uma peça de ferro foi desenvolvida (Figura 3) para que as cubetas de 80 cm x 80 cm pudessem se encaixar acima do cimbramento.

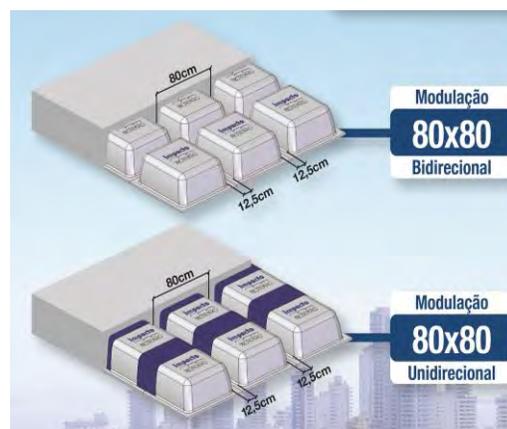


Figura 1: Cubetas de 80 cm x 80 cm.



Figura 2: Cubetas de 80 cm x 80 cm sendo utilizadas em uma obra no estado de São Paulo.

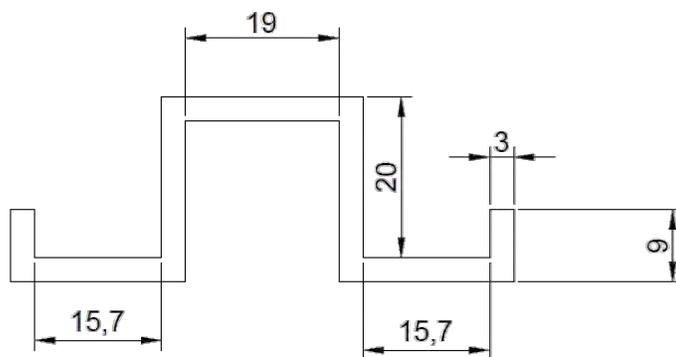


Figura 3: Peça de metal desenvolvida para aproveitamento do cimbramento Impacto. Medidas em milímetros.

3.2 Plasterit de 122 cm x 61 cm

Os Plasterits Impacto são soluções de plástico reforçado com metalon (para resistir à flexão) para lajes maciças. O desenvolvimento do novo Plasterit Impacto de 122 cm x 61 cm (Figuras 4 e 5) se deu por dois motivos: agilizar o tempo de colocação da peça (o que diminui o custo com mão-de-obra); mais leve do que dois Plasterits 61 cm x 61 cm, já que há economia de plástico e de metalon (um Plasterit de 61 cm x 61 cm utiliza três peças de metalon, enquanto o novo Plasterit de 122 cm x 61 cm utiliza cinco peças de metalon).

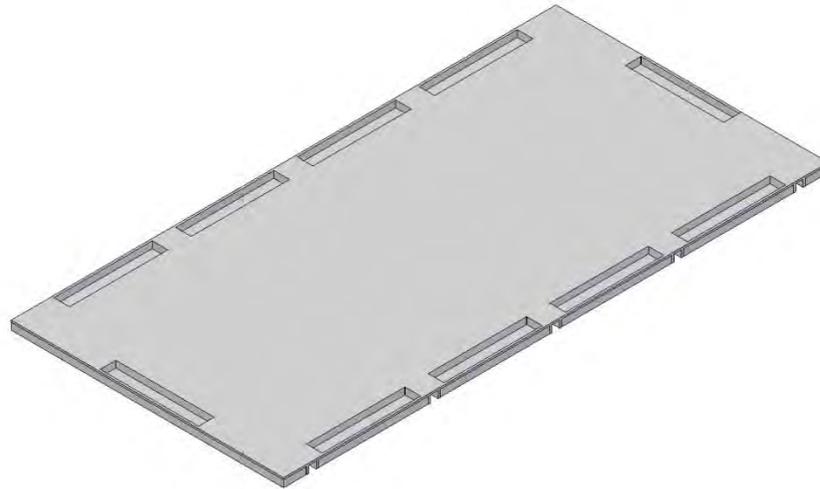


Figura 4: Vista superior de um modelo de Plasterit 122 cm x 61 cm.

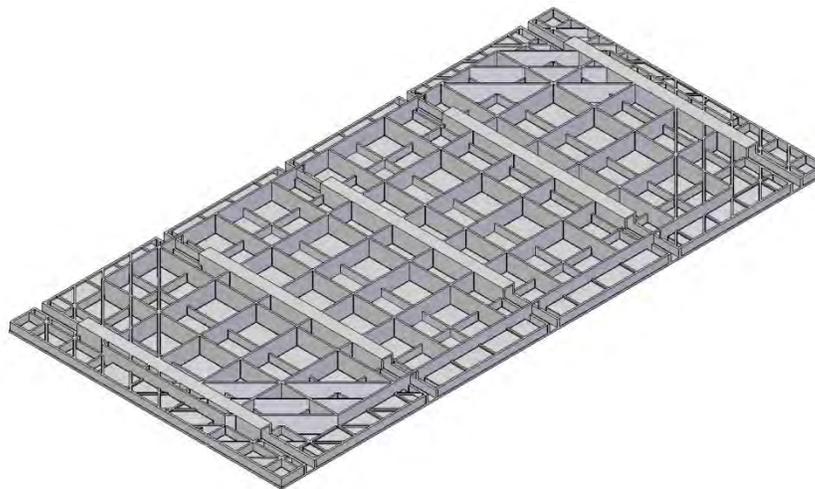


Figura 5: Vista inferior de um modelo de Plasterit 122 cm x 61 cm.

3.3 Apoio para Cordoalha

O atuais apoios para cordoalha são pouco práticos (Figura 6). Para colocá-lo na altura desejável, o operário tem que cortar as peças e medir com trena depois. Após feita a regulagem de altura, as cordoalhas são presas por arame em uma “régua” que está apoiada nessas “cadeirinhas” (apoios para cordoalhas).

O novo modelo desenvolvido (Figuras 7, 8 e 9) fará com que as cordoalhas engraxadas sejam diretamente apoiadas nas “cadeirinhas” (podendo suportar até quatro cordoalhas cada peça). Possuir uma altura regulável é uma outra vantagem desses novos apoios.



Figura 6: Apoio atual para as cordoalhas. Pouco eficiente.



Figura 7: Protótipo inicial do novo apoio para cordoalhas.

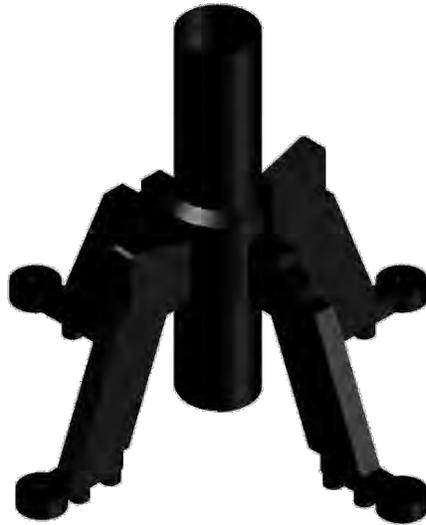


Figura 8: Parte fixa da nova peça de apoio das cordoalhas.

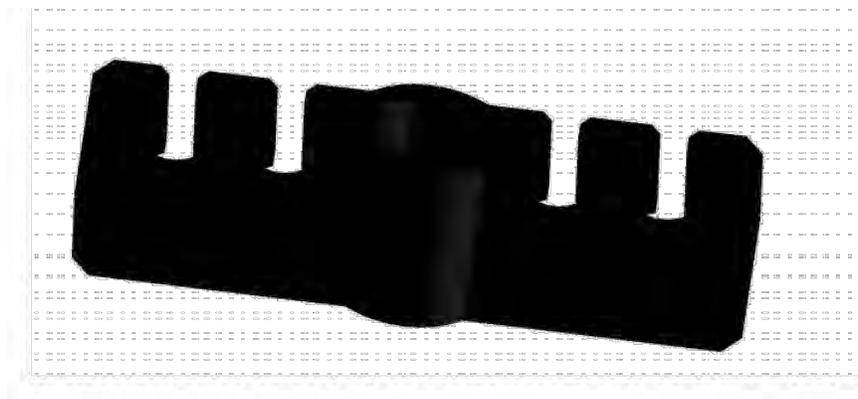


Figura 9: Parte regulável da nova peça de apoio das cordoalhas. Os quatro furos na peça são espaços para as cordoalhas se encaixarem.

3.4 Fôrma de alumínio para pilares

Esse projeto teve como motivação a demora para se fazer fôrmas para pilares utilizando a madeira. Com a solução projetada, o tempo de fôrma de desfôrma será menor além de se ter um maior reaproveitamento de fôrmas.

O sistema será de encaixe com uma fixação externa para que não tenha risco das fôrmas cederem (protótipo mostrado na Figura 10). Com esse novo sistema, pilares com formatos diferentes dos tradicionais (retangulares), como em L, T ou cruz podem ser feitos com maior facilidade. Isso é uma vantagem, pois essas três formas citadas possuem mais inércia que um pilar retangular (caso tenham um mesmo volume de concreto).

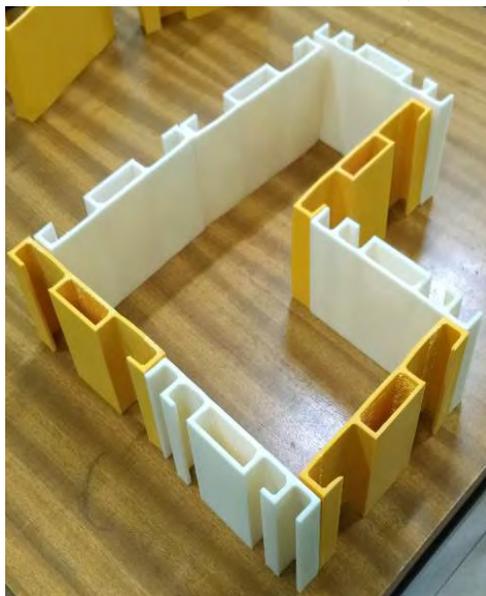


Figura 10: Protótipo das fôrmas de alumínio para pilares feito em impressora 3D.

3.5 Piso Elevado

Aproveitando a cultura da Impacto de utilizar plástico na construção civil, uma nova solução para pisos elevados foi desenvolvida.

Peças retangulares (Figura 11) com nove apoios quadrados formam o piso elevado que será produzido pela Impacto. Outro diferencial é uma peça de encaixe pequena (Figura 12) que será utilizada em acabamentos.

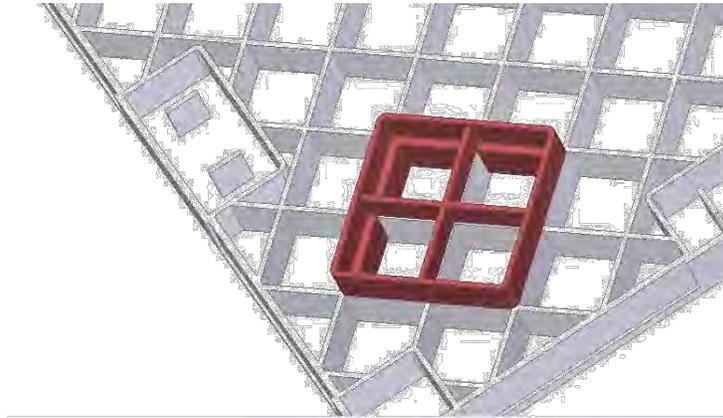


Figura 11: Vista inferior do piso elevado. Note que a peça de encaixe pode ser colocada em qualquer lugar do piso.

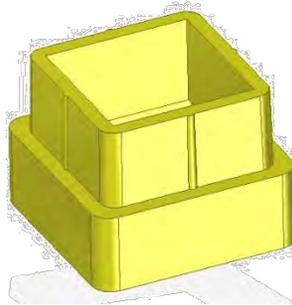


Figura 12: Peça de encaixe para o piso elevado. Será utilizada para acabamentos.

CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS

O estágio atingiu seus objetivos, pois permitiu o desenvolvimento de novas tecnologias (para lajes, vigas, pilares e cabos de cordoalha engraxada) que poderão ser aplicadas em futuras obras visando produtividade e economia.



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO



São José dos Campos, Brasil, 20 de Setembro de 2015
Alberto Huet Morais de Arruda Filho

FOLHA DE APROVAÇÃO

Relatório Final de Estágio Curricular aceito em 20 de Setembro de 2015 pelos abaixo assinados:

Alberto Huet Morais de Arruda Filho

Rodrigo Castelo Branco
Orientador/Supervisor na Empresa

Prof. Francisco Alex Correia Monteiro
Orientador/Supervisor no ITA

Prof. Eliseu Lucena Neto
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

INFORMAÇÕES GERAIS

Estagiário

Alberto Huet Moraes de Arruda Filho

Curso: Engenharia Civil-Aeronáutica

Empresa/Departamento

Protensão Impacto LTDA

Pesquisa e Desenvolvimento

Orientador/Supervisor da Empresa

Rodrigo Castelo Branco

Orientador/Supervisor do ITA

Prof. Francisco Alex Correia Monteiro

Período

26/01/2015 a 26/06/2015

Total de horas: 660

1. INTRODUÇÃO

Este relatório visa a apresentação das atividades desenvolvidas durante o Estágio Curricular Supervisionado realizado em Pesquisa e Desenvolvimento na empresa, em Fortaleza, Brasil. As atividades se desenvolveram no período de 26 de janeiro de 2015 até 26 de junho de 2015 tendo como objetivos o desenvolvimento de pesquisas e produtos para otimização de processos construtivos disponibilizando ao graduando vivência em um ambiente profissional de engenharia.

2. A EMPRESA

2.1 Histórico

O sistema de protensão com monocordoalhas engraxadas, tecnologia de uso consagrado nos Estados Unidos e Canadá, apresenta várias vantagens em relação aos sistemas convencionais, principalmente quando aplicado a estruturas de edifícios residenciais e comerciais.

Acreditando nisso, em 1997, a Siderúrgica Arcelor Mittal iniciou o processo de fabricação de cordoalhas engraxadas e plastificadas com diâmetro de 12,7 mm, oferecendo ao mercado brasileiro da construção civil, particularmente aos projetistas estruturais e aos construtores, uma alternativa tecnológica para sistemas estruturais.

Apostando no sucesso do produto, a Impacto Protensão capacitou seus engenheiros nos Estados Unidos, onde os mesmos especializaram-se no sistema de protensão não aderente usando cordoalhas engraxadas, por meio de parceria com a ADAPT - STRUCTURAL ENGINEERING CONSULTANTS em São Francisco - CA através de seu representante, o engenheiro Bijan Aalami, professor de engenharia estrutural da São Francisco State -University considerado a maior autoridade do mundo no conhecimento da tecnologia em pauta.

A Impacto Protensão credenciou-se como a pioneira na utilização dessa técnica no Brasil, com mais de 13.000 toneladas de cordoalhas usadas em obras espalhadas em diversas cidades do país, tais como: Fortaleza, Brasília, São Paulo, Recife, Natal, Teresina, São Luís, Curitiba, João Pessoa, Belo Horizonte, Belém, Manaus, Porto Alegre, Boa Vista e Salvador.

Posteriormente, consagrou-se como uma empresa que apresenta soluções de vanguarda, como formas para lajes, cimbramentos flexíveis e estruturas habitacionais em plástico reciclado.

2.2 Missão da Empresa

Promover e dinamizar o desenvolvimento da construção civil através da inovação, identificando e oferecendo soluções tecnológicas economicamente viáveis que contribuem para a evolução dos seus clientes e da comunidade.

2.3 Visão da Empresa

Ser uma empresa de referência nacional que viabiliza tecnologias inovadoras no segmento de construção civil, com qualidade, satisfação do cliente e responsabilidade socioambiental.

2.4 Área do programa de estágio

O estágio foi desenvolvido na área de pesquisa e desenvolvimento da empresa, visando sempre a produção de produtos inovadores.

3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A seguir são mostrados os cinco projetos desenvolvidos na empresa: plasterit 122 cm x 61 cm; apoio para cordoalha (cadeirite e trava-cabo); longarina de bordo (LDB), tampa auto travante para pocket former e forma de laje “chocolate”.

3.1 Plasterit 122 cm x 61 cm

Os Plasterits Impacto são soluções de plástico reforçado com metalon (para resistir à flexão) para lajes maciças. O desenvolvimento do novo Plasterit Impacto de 122 cm x 61 cm (Figuras 4 e 5) se deu por dois motivos: agilizar o tempo de colocação da peça (o que diminui o custo com mão-de-obra); mais leve do que dois Plasterits 61 cm x 61 cm, já que há economia de plástico e de metalon (um Plasterit de 61 cm x 61 cm utiliza três peças de metalon, enquanto o novo Plasterit de 122 cm x 61 cm utiliza cinco peças de metalon).

Os Plasterits 122 cm x 61 cm começaram a ser desenvolvidos no ano de 2014. Em 2015 o departamento de P&D da Impacto Protensão submeteu essas peças a testes de carga com o intuito de validar sua utilização em obras.

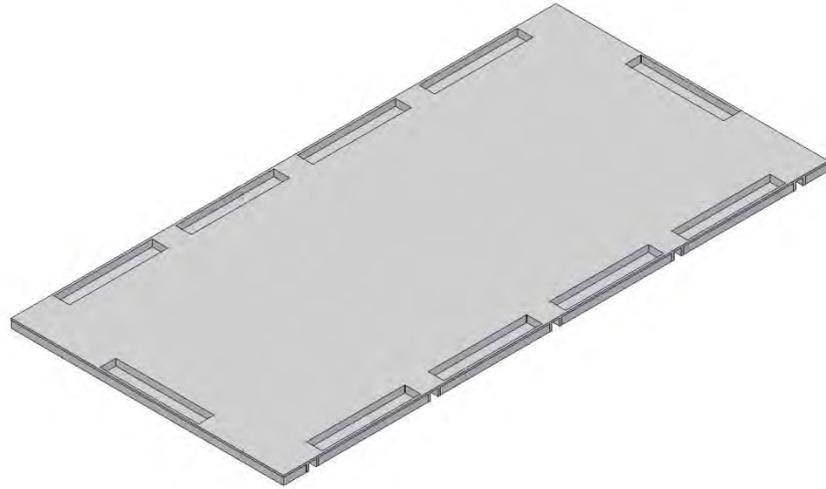


Figura 1: Vista superior de um modelo de Plasterit 122 cm x 61 cm.

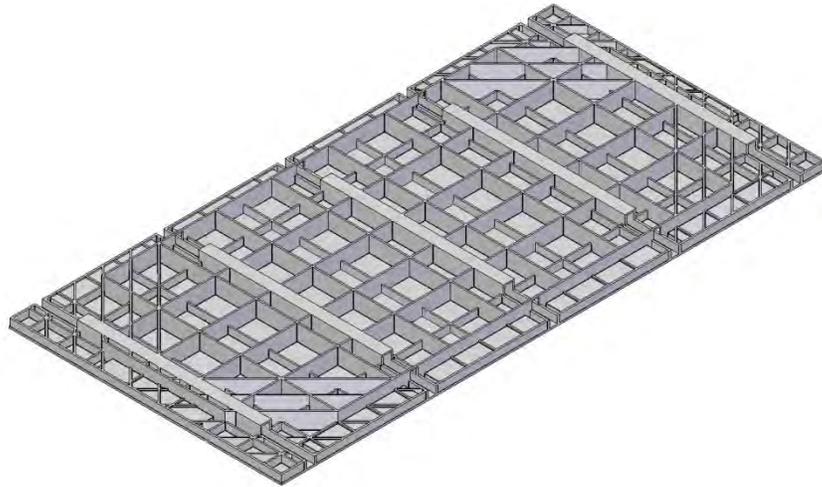


Figura 2: Vista inferior de um modelo de Plasterit 122 cm x 61 cm.



Figura 3: Teste de carga realizado no Plasterit 122 cm x 61 cm.



Figura 4: Extensômetros utilizados nos testes de carga.



Figura 5: Plasterit 122 (amarelo) sendo utilizado em obra: vista superior.



Figura 6: Plasterit 122 (amarelo) sendo utilizado em obra: vista inferior.

Os testes de carga forneceram resultados satisfatórios, fazendo com que os Plasterits 122 cm x 61 cm pudessem ser utilizados em obras (conforme visto nas Figuras 5 e 6). O Plasterit 122 cm x 61 cm já está disponível no portfólio de produtos da empresa.

3.2 Apoio para Cordoalha

O atuais apoios para cordoalha são pouco práticos (Figura 7a). Para colocá-lo na altura desejável, o operário tem que cortar as peças e medir com trena depois. Após feita a regulagem de altura, as cordoalhas são presas por arame em uma “régua” que está apoiada nessas “cadeirinhas” (apoios para cordoalhas).

O projeto de desenvolvimento de um novo modelo para apoiar as cordoalhas começaram em julho de 2014. Até abril de 2015, muitos protótipos foram feitos (utilizando impressoras 3D) e testados nas obras para poder encontrar falhas. O produto final, que já está sendo produzido e utilizado em obras é mostrado na Figura 8.



Figura 7a: Apoio atual para as cordoalhas: pouco eficiente.



Figura 7b: Protótipo inicial do novo apoio para cordoalhas.



Figura 8: Modelo final do novo apoio para cordoalhas.

Há dois tamanhos do modelo final, para que possa abranger mais alturas diferentes (6 cm até 19,5 cm). O trava-cabo (peça que está no modelo grande da Figura 8) possui entradas inclinadas para que a cordoalha seja fixada na peça sem a necessidade de arame (e do ferreiro, diminuindo os custos com mão-de-obra especializada).

3.3 Longarina de Bordo

A Impacto Protensão possui um portfólio muito variado para formas de lajes, além de possuir forma de viga de plástico. Entretanto, para a segurança dos funcionários e para impedir que o concreto escorra pela lateral quando concretar a laje, atualmente o material mais utilizado é a madeira, o que necessita de muita mão de obra.

Percebendo esse problema (um mestre de obra da Moura Dubeux da obra Arena em Fortaleza/CE que nos alertou), a equipe de P&D da Impacto Protensão está desenvolvendo uma peça que utiliza as Longarinas de Distribuição (material que já pertence ao nosso portfólio) para poder fazer a forma lateral das lajes utilizando ou o Plasterit (forma para lajes planas) ou a madeira (que seria fixada com mais facilidade). As Figuras 9, 10 e 11 mostra a LDB (longarina de bordo).



Figura 9: Imagem lateral da LDB.



Figura 10: LDB sendo utilizada com Plasterit.



Figura 11: LDB sendo testada com madeira na obra.

3.4 Tampa auto-travante para Pocket Former

Esse projeto teve como motivação a demora para fazer o fechamento dos Pocket Formers (uma peça que está em todas cordoalhas engraxadas). Durante todo um expediente, os funcionários da Impacto ficavam fazendo o preenchimento com fita adesiva (para que não entre concreto no Pocket Former).

Identificado esse gargalo, a equipe de P&D junto com a equipe de protensão da Impacto, desenvolveu uma peça simples que fica travada no Pocket Former pressionando sua coluna central (não saindo do Pocket Former e não permitindo a entrada de concreto). Essa peça simples é de fácil encaixe.

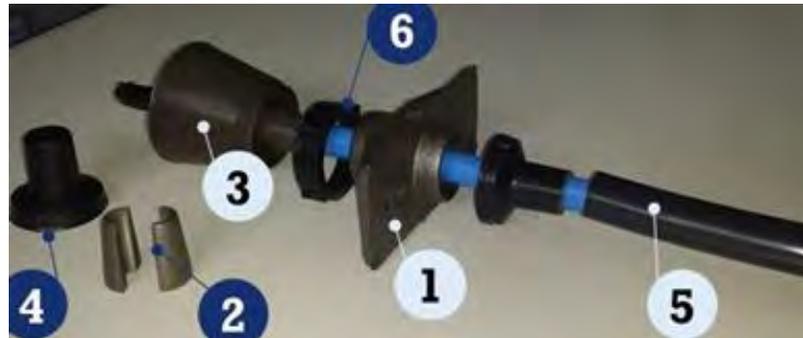


Figura 12: Peças para uma protensão ativa de cordoalha engraxada. Pocket Former: número 3.

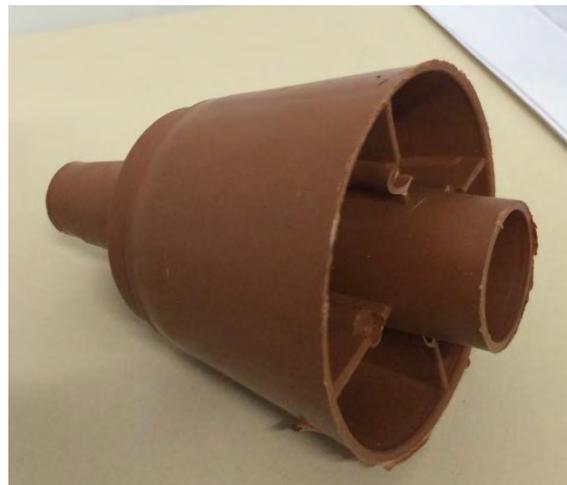


Figura 13: Pocket Former em destaque.



Figura 14: Peça auto-travante desenvolvida para impedir passagem de concreto para dentro do Pocket Former. Modelo feito em impressão 3D.

3.5 Forma Laje “Chocolate”

Na construção civil há dois tipos de lajes: nervuradas e planas. As lajes nervuradas utilizam (no caso da Impacto) caixas plásticas para proporcionarem economia de concreto às construtoras. Entretanto, sua montagem é mais demorada, seja fazendo a protensão (passar as cordoalhas entre as caixas), seja colocando a malha de armadura mínima.

Já as lajes planas podem ser feitas utilizando o Plasterit ou a madeira. Apesar de não fornecerem a economia de concreto eu as nervuradas fornecem, elas permitem uma melhor arquitetura (os pilares não precisam estar alinhados, visto que as cordoalhas engraxadas podem fazer curvas para passar pelos pilares) e uma maior agilidade (mais rápida montagem da laje).

A equipe de P&D da Impacto Protensão juntou as melhorias de cada tipo de laje: economia de concreto das lajes nervuradas com a facilidade de montagem das lajes planas. A forma, que ainda está em fase de desenvolvimento, é chamada de “chocolate”. As Figuras 15, 16 e 17 mostram como será essa forma. Ela será um Plasterit com espaços que criaram economias de concreto e a malha de armadura mínima se encaixará perfeitamente (parceria com a ArcelorMittal).



Figura 15: Forma chocolate desenhada em software.

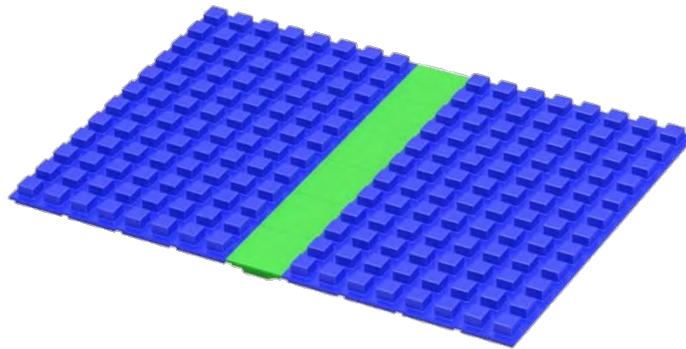


Figura 16: Esquema de uma laje utilizando a forma chocolate (azul). Em verde são os Plasterit (para fazer as vigas).



Figura 17: Forma de laje chocolate impressa em modelo 3D.

4. CONCLUSÃO E COMENTÁRIOS

O estágio atingiu seus objetivos, pois permitiu (além da experiência em poder se dedicar por completo a uma empresa de engenharia) o aluno desenvolvesse novas tecnologias de construção civil que poderão ser aplicadas em futuras obras visando produtividade e economia.