



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA

DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL-AERONÁUTICA

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO



São José dos Campos, Brasil, 18 de Novembro de 2015  
Gustavo Cunha de Oliveira

## FOLHA DE APROVAÇÃO

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

---

Gustavo Cunha de Oliveira

---

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

Gustavo Cunha de Oliveira

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: 630

## **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.

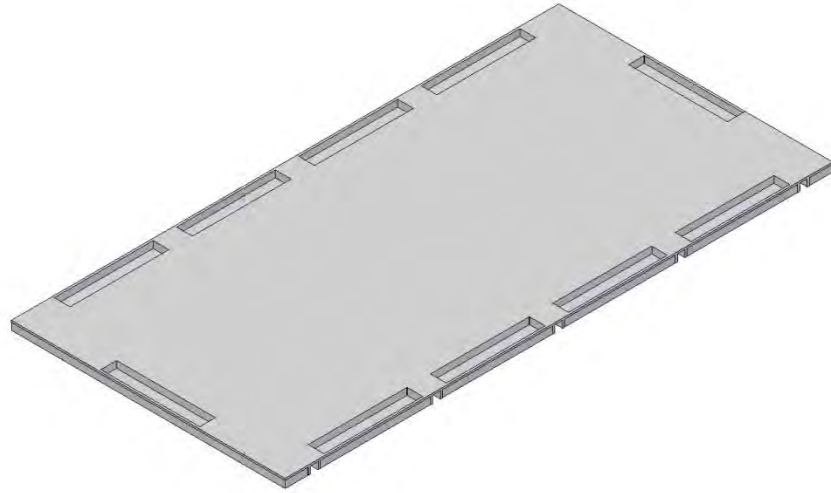
## **3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

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”.

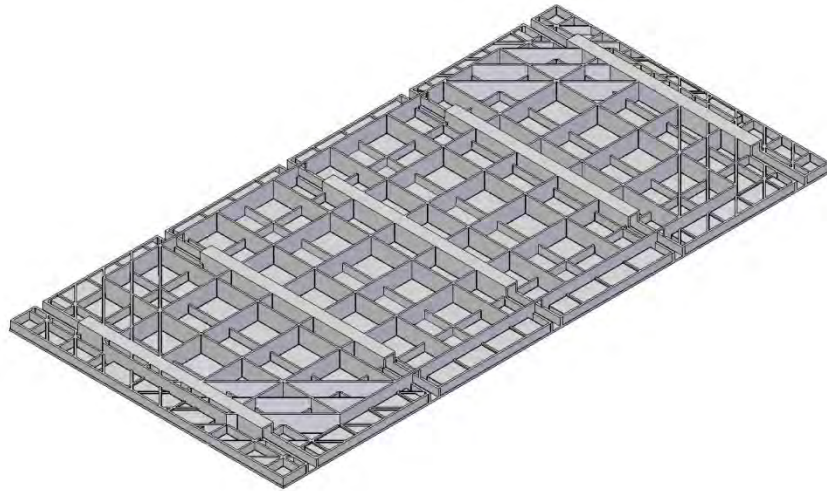
### **3.1 Plasterit 122 cm x 61 cm**

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.**

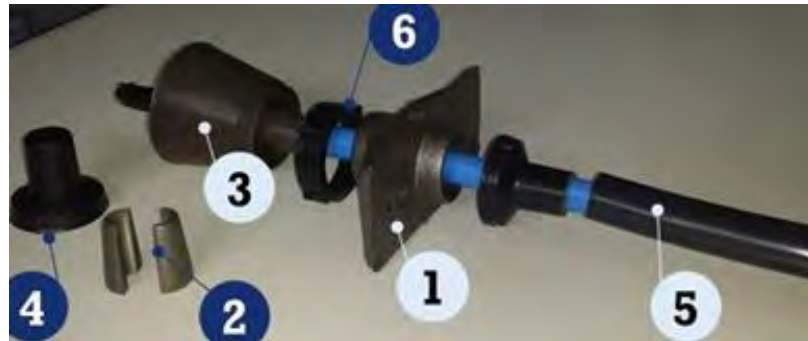


**Figura 11: LDB sendo testada com madeira na obra.**

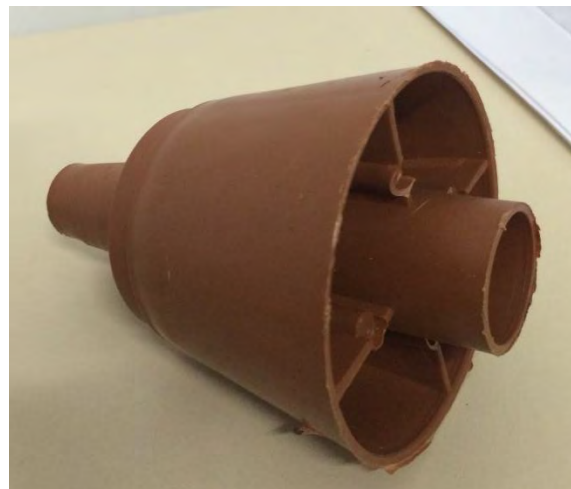
### 3.4 Tampa auto-travante para Pocket Former

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”**

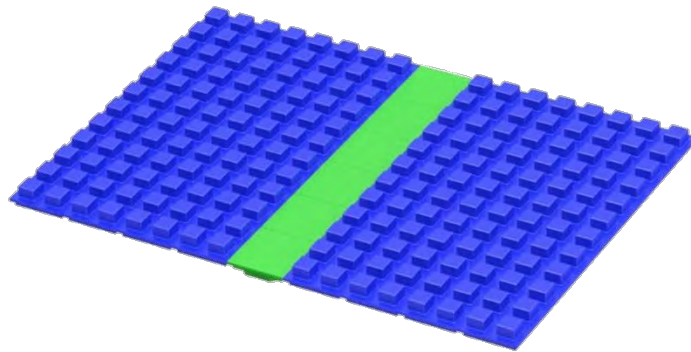
Na construção civil há dois tipos de lajes: nervuradas e planas. As lajes nervuradas utilizam (no caso da Impacto) caixas plásticas para proporcionarem economia de concreto às construtoras. Entretanto, sua montagem é mais demorada, seja fazendo a protensão (passar as cordoalhas entre as caixas), seja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