



Instituto Tecnológico de Aeronáutica  
Divisão de Engenharia Civil  
Departamento de Estruturas e Edificações  
Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

## **Relatório de Estágio Curricular**



**SAN DIEGO STATE  
UNIVERSITY**

Thiago Sales Rocha  
Turma Civil-Aeronáutica 2017

São José dos Campos, 22 de agosto de 2016.

## Folha de Aprovação

Relatório Final de Estágio Curricular aceito em    /    /    pelos abaixo assinados:

---

Thiago Sales Rocha  
Aluno

---

Dr. Thais Alves  
Orientador/Supervisor na Empresa/Instituição

---

Francisco Alex Correia Monteiro  
Orientador/Supervisor no ITA

---

Eliseu Lucena Neto  
Coordenador do Curso de Engenharia Civil-Aeronáutica

## INFORMAÇÕES GERAIS

**Estagiário**

Thiago Sales Rocha  
Engenharia Civil-Aeronáutica

**Empresa/Departamento**

San Diego State University / Department of Civil, Construction and Environmental Engineering

**Orientador/Supervisor da Empresa**

Dr. Thais Alves

**Orientador/Supervisor do ITA**

Prof. Francisco Alex Correia Monteiro

**Período**

30/05/2016 a 15/07/2016

Total de horas: 240 horas

## **I. Introdução**

O período de estágio se baseou nos métodos de Product System Design e Lean Construction Methodology para análise de um estudo de caso de uma empresa de construções modulares de madeira, com sede em Fortaleza-CE.

O estudo de caso pretendia alcançar melhorias para o sistema de produção da empresa, desde a fabricação em si das peças para construção até o sistema de montagem na obra. Através do estágio pode ser observado metodologias de construção nos Estados Unidos para aplicação simultânea no Brasil.

Como fim, foram gerados fluxos de projeto da empresa associados com Value Stream Mapping e Famílias de Produto para comercialização.

## **II. Objetivo e Metodologia**

Intercambiar informações do sistema construtivo em madeira norte americano, visando aprimoramento técnico e de gestão, de uma empresa sediada no nordeste brasileiro que atua no segmento de construções modulares em madeira no formato “rental office”, cujo um dos principais argumentos comerciais é a capacidade de montagem e desmontagem com rapidez e alto índice de reaproveitamento dos insumos que compõem a construção.

Para coleta de informações, foram utilizados artigos recomendados pela professora Thaís Alves, tais como: “Investigation of the Supply Chain of Prefabricated Wooden Doors”, “Mapping the Submittal Process in a Design-Bid-Build Project” e “Analysis of the Work Flow in a Complex Project”. Além destes, o livro “Fundamentals of Residential Construction”, Edward Allen and Rob Thallon foi base para o trabalho.

## **III. Coleta de Informações**

A primeira etapa do estágio baseou-se em entender o modelo de fabricação / montagem das construções da empresa. Dentro deste segmento, focou-se em:

### **III.1. Produção**

#### *III.1.1. Quantitativo*

- ✓ Proporção entre mão-de-obra (quantidade de pessoas trabalhando), tempo de trabalho e quantidade de peças produzidas (dentre pilares, painéis e vigas);
- ✓ Medidas das peças produzidas dentre os perfis principais estabelecidos;
- ✓ Diferentes tipos de madeira aplicadas, com observação do formato e do tamanho das peças brutas utilizadas para produção;
- ✓ Custos (total and non-value-adding);
- ✓ Quantidade de material e de peças no estoque.

#### *III.1.2. Qualitativo*

- ✓ Medidas de qualidade em cada peça bruta e peça produzida;
- ✓ Máquinas e equipamentos – disposição física e utilidade de cada uma;
- ✓ Transporte e locomoção de pessoas e materiais.

## III.2. Montagem

### III.2.1. Quantitativo

- ✓ Proporção entre mão-de-obra (quantidade de pessoas trabalhando), tempo de trabalho e quantidade de metros quadrados construídos em cada segmento da obra / produto;
- ✓ Custos (total and non-value-adding);

### III.2.2. Qualitativo

- ✓ Como é efetuada a estrutura de fundação e a proporção de custo/tempo que ela tem em cada obra;
- ✓ Material e tipos de piso aplicados;
- ✓ Revestimento de paredes e forma de instalar sistemas prediais.

## IV. Famílias de Produto

Dentro do business da empresa no Brasil, foram analisados tipos de construção e etapas necessárias para cada uma delas. De tal forma que foram estabelecidos “projetos padrões” para facilitar negociações com clientes, produção e montagem. Dentre os projetos estabelecidos, tem-se:

1. Guarita;
2. Estacionamento;
3. Estação de tratamento;
4. Caixa d’água;
5. Galpões → Inclusão de:  $\left\{ \begin{array}{l} \textit{banheiros} \\ \textit{cozinha} \\ \textit{escritórios + alojamentos (edificações)} \\ \textit{instalações elétricas + hidráulicas + ar condicionado} \end{array} \right.$

Assim, de acordo com o contrato com o cliente, já é sabido as ordens de produção baseadas nas peças da empresa.

## V. Fluxo da Empresa – Value Stream Mapping

Dentro do fluxo da empresa, foram definidos passo-a-passo para estoque de matéria-prima, estoque de produto acabado, fabricação de peças e montagem dos produtos. Por fim, foram analisados métodos de gerenciamento para aplicação correta dos processos.

### V.1. Estoque de Matéria-Prima + Estoque de Produto Acabado

Considerando as Famílias de Produto citadas no item IV, tem-se:

1. Definição de todos os “produtos da empresa”:
  - ✓ Características de material;
  - ✓ Características dimensionais;
  - ✓ Aplicações;

2. Área designada na empresa apenas para inventário e estoque:
  - ✓ Dados acerca da quantidade de produtos e matéria-prima;
  - ✓ Controle da entrada e saída de produtos e matéria-prima;
  - ✓ Separações de regiões para cada tipo de produto e matéria-prima:



O esquema acima foi definido para ser seguido tanto para organização física da fábrica, tanto como organização processual.

De acordo com a expedição (definida de acordo com os contratos comerciais fechados), é gerado um pedido para estoque de matéria-prima e um novo ciclo se inicia. O intuito dessa atividade é uma recomposição do inventário e do estoque de produtos da fábrica. Isso possibilita, inclusive, uma maior atividade do departamento comercial.

O pedido para recomposição de estoque tem que ser analisado em duas vertentes. A primeira é acerca dos produtos acabados que voltam do uso de locação e a segunda é uma quantidade mínima de produtos acabados para ter à disposição na empresa e pronta para fluxo de uso. Ou seja, a expedição de uma quantidade "x" de produto pode gerar uma compra de "y" para matéria-prima, onde "x" e "y" podem ser diferentes. Exemplo proposto: tamanho mínimo de contrato comercial = quantidade mínima de estoque = 300 m<sup>2</sup>. Metodologia de usar demanda como "start" da produção.

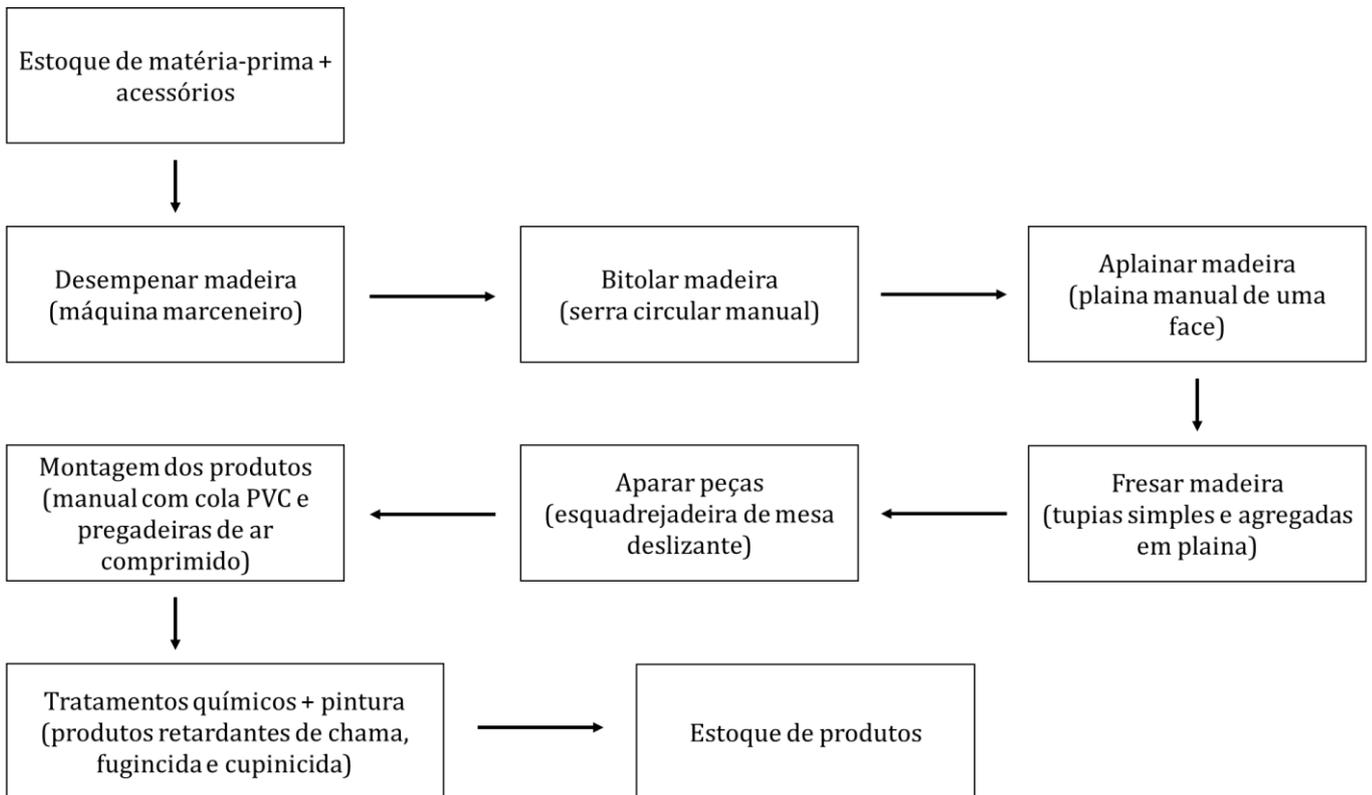
## V.2. Fabricação + Montagem dos Produtos

Fabricação e Montagem dos Produtos são atividades em sequência tal que esta última já representa uma interface de relacionamento com o cliente. Dessa forma, caso o passo a passo e os entregáveis do projeto não estejam bem definidos contratualmente de forma prévia, durante a realização da obra podem surgir problemas de orçamento e prazo por mal gerenciamento. Abaixo seguem observações e processos para ambas as etapas:

1. Etapas posteriores ao estoque de matéria-prima e acessórios.
  - ✓ O descarregamento de material, seja este oriundo de obras anteriores ou de novos fornecedores, não entra diretamente na fabricação, mas sim no controle de entrada de matéria-prima.

## 2. Organização física e processual da fabricação.

Considerando as máquinas e etapas para fabricação de peças, tem-se o fluxograma:



É necessário identificar o processo limitante dentre as fases acima destacadas (período de teste e coleta de dados em torno de 3 meses), tal como relações de entrada e saída em cada processo com: quantidade, tempo e mão-de-obra aplicada. Um controle de produção em cada etapa e atividade está associada a um possível sistema de contagem ao lado de cada máquina utilizada.

Um estudo mais detalhado teria fontes de informações ligadas a: planilha com valores fornecidos pelos fornecedores para cada acessório e matéria-prima utilizada, base de estudo de mercado quanto aos concorrentes no segmento de canteiros de obras e construções residenciais.

Com os dados acima, é possível identificar onde aplicar produção puxada ou empurrada no processo. Os conceitos desse método de produção se distiguem pela forma de planejamento. Basicamente, em produção puxada controla-se as operações fabris sem a utilização de estoque em processo (método de reposição) e na produção empurrada utilizam-se inputs e determinações provenientes do mercado (fabricação antes da ocorrência da demanda – associada ao sistema MRP – *Material Requirement Planning*).

A entrada de matéria-prima para fabricação é baseada na montagem por partes na obra. Essa montagem por partes é definida antes do começo da obra e baseada em organização interna de acordo com o projeto construtivo. Isso estabelece um melhor controle de cronograma, sem sobrecarregar fabricação e montagem. Da mesma forma, o sistema de montagem por partes deixa estabelecido uma ordem de entrega da obra que pode ser definida previamente com o cliente.

### **V.3. Técnica Kanban**

Por condições de mercado atual, foi sugerido para a empresa estudada, a técnica de produção puxada e aplicação da técnica Kanban. Nela inserindo:

- Metas e atividades diárias para cada funcionário (conceito “just in time”).
- Sistema de requisição e ordem de produção, tal que a primeira etapa do processo ou funcionário detalha a quantidade de produto e/ou matéria-prima que o processo subsequente deve retirar na atividade de abastecimento e o segundo determina a quantidade que o processo precedente deve produzir.

Para o sistema acima mencionado, é usado um esquema composto por retângulos de papel colorido em painel onde cada funcionário sabe, então, suas atribuições diárias baseadas em cada atividade atuante. Após cada atividade, deve haver um local físico, na sequência do processo, para serem depositados os produtos pré-acabados (com atividade anterior finalizada). Em cada um desses mini-estoques também devem haver dados e controle de entrada e saída.

O intuito de se aplicar a técnica Kanban tem como objetivo facilitar o gerenciamento da equipe de trabalho e suas metas.

### **VI. Conclusões**

Para o mercado brasileiro, foi recomendado a empresa uma série de testes de qualidade de construção associados a NBR 15575-5 da ABNT referente a Edificações Habitacionais. A comprovação da eficiência construtiva pode possibilitar novos tipos de produtos a serem fabricados, como por exemplo, casas definitivas ao invés de apenas canteiros de obras.

Nos sistemas construtivos comparados (americano e brasileiro), existem similaridades bem mais evidentes em termos de uso de matéria-prima (OSB Panels, Pinus Wood, Plywood). Para o modo construtivo, foram notadas diferenças a serem aproveitadas, mas que persistem muito por conta da característica construtiva (casas desmontáveis no caso da empresa brasileira comparada a casas definitivas residenciais nos Estados Unidos).

O período de estágio foi importante para organização processual da empresa, tal como para introdução de novos métodos de produção e gestão. Pelo curto período de tempo do trabalho, não foi possível coletar todos os dados necessários, mas ainda hoje a empresa está em período de implantação das atividades propostas que detém impacto relevante nos processos de fabricação e montagem.

Como forma de melhoria já identificada para a empresa, a mesma introduziu em sua metodologia de negócio o regime Turnkey de trabalho. Essa foi uma demanda notada no mercado brasileiro, onde os contratantes estão cada vez mais procurando “soluções completas”. Basicamente, identificado pelas famílias de produto citadas no item IV, a empresa hoje fornece um pacote completo de serviços e soluções para os projetos de canteira de obra, em todas as suas etapas. Isso incluindo até o fornecimento de mobília, refrigeração e lazer para as instalações. Vantagens até agora identificadas são:

- Contratos mais robustos e com maior lucratividade;
- Contratantes mais satisfeitos com o recebimento de soluções completas para canteiros;
- Menor atraso dos prazos estabelecidos em contrato;
- Melhor forma de gerenciamento de equipe.