

Projeto para produção de uma casinha para crianças em *wood frame*

Design for production of a children's house in light wood frame

Luciana da Rosa Espíndola, Profa. Dra., Instituto Federal de Santa Catarina.

luciana.espindola@ifsc.edu.br

Catarina M. Jasper, Técnico em Edificações, Instituto Federal de Santa Catarina.

marchicaty@gmail.com

Wellington A. Pedro, Graduação Eng. Civil, Instituto Federal de Santa Catarina.

wellingtonap.guitar99@hotmail.com

Gustavo Rodolfo Perius, Prof. Msc., Instituto Federal de Santa Catarina.

gustavo.perius@ifsc.edu.br

Juliana Guarda de Albuquerque, Profa. Msc., Instituto Federal de Santa Catarina.

juliana.albuquerque@ifsc.edu.br

Resumo

Para edificações estruturadas em madeira são necessários projetos bem detalhados, com etapas e especialidades relacionadas e dependentes entre si. Seu projeto para produção deve ocorrer simultaneamente ao projeto arquitetônico. O projeto para produção de edificações do tipo *wood frame* pode contribuir para uma disseminação de qualidade. Este artigo tem como objetivo apresentar o caso de um projeto para produção desenvolvido para uma casinha para crianças constituída com o sistema *wood frame*. As principais etapas do método aplicado foram: (1) dividir a edificação em painéis de piso, parede e cobertura; (2) detalhar os componentes constituintes de cada painel; (3) locar os painéis na sua posição para a montagem final. Os resultados apresentam desenhos e tabelas desenvolvidos para a manufatura dos elementos pré-fabricados e sua montagem final no canteiro. Neste caso, observou-se que a padronização e a identificação dos componentes facilitaram na execução, evitando retrabalhos e agilizando o processo.

Palavras-chave: Projeto para produção; Pré-fabricação; Estrutura leve em madeira.

Abstract

For wooden structures, the design must comprehend many details, including execution stages and related interdependent specialties. The design for production must occur simultaneously with the architectural design. The design for production of wood frame buildings may contribute to a quality dissemination. This article aims to present a case of a design for production developed for a children's house constituted with the wood frame system. The main steps of the method applied were: (1) divide the building into floor, wall and roof panels; (2) detail the components of each panel; (3) place the panels in their position for final assembly. The results present drawings and tables

developed for the manufacture of prefabricated elements and their final assembly at the construction site. In this case, it was observed that the standardization and identification of the components facilitated the execution, avoiding rework and streamlining the process.

Keywords: *Design for production; Prefabrication; Light wood frame.*

1. Introdução

O *wood frame* é historicamente aplicado em países norte americanos e europeus. Sua denominação refere-se principalmente ao seu quadro estrutural – frame – composto por peças de madeira beneficiadas em pequenas seções, como 2×4 polegadas. Além dessa ossatura em madeira, outros elementos constituem este sistema construtivo.

Cada vez mais, constata-se empresas construtoras e trabalhadores autônomos produzindo com *wood frame* no Brasil (ESPÍNDOLA, 2017). Esse sistema é caracterizado por técnicas racionalizadas e permite variar os métodos de produção e os graus de industrialização dos seus componentes. No mercado internacional, a produção com painéis pré-fabricados é a mais comum (O'BRIEN; WAKEFIELD; BELIVEAU, 2000).

Para garantir a qualidade desta edificação, é importante aplicar os preceitos de processo de projeto integrado e de engenharia simultânea. O desenvolvimento do projeto para produção deve ser concomitante ao projeto da edificação (ROMANO, 2003; FABRÍCIO, 2013). Segundo Melhado (1994, 1998), o projeto para produção de edificações deve trazer soluções bem definidas, integradas e detalhadas para que a execução, tanto na fábrica quanto no canteiro, ocorra sem alterações e imprevistos.

Princípios de projeto para manufatura e montagem podem ser aplicados às necessidades da produção destas edificações. O projeto para manufatura – *Design for Manufacture* (DFM) – refere-se, ao projeto que visa a produção dos componentes individuais que são parte de um produto. E, o projeto para montagem – *Design for Assembly* (DFA) – refere-se a um projeto que facilita a adição ou união destas partes para formar o produto completo (BOOTHROYD, DEWHURST, KNIGHT, 2002).

Os projetistas devem ter uma visão total do produto, verificando conceitos, funções, formas, materiais e montagem facilitada. Visando a eficiência da execução, o projeto para a montagem deve trazer informações detalhadas e instruções de fácil compreensão para evitar ajustes e retrabalho. E os componentes devem ser padronizados e identificados para facilitar e otimizar o tempo da montagem (ROZENFELD et al., 2006; OLIVEIRA, 1990).

Assim, para garantir a durabilidade das edificações em madeira são necessários projetos bem detalhados. Mas, historicamente, a ausência de projeto com detalhes apropriados fez com que tais edificações fossem categorizadas como de má qualidade e não duráveis (BITTENCOURT, 1995). Há um receio de que o mesmo fato se repita com a atual disseminação do sistema *wood frame* no Brasil. Este é simples de construir, com peças cortadas e pregadas. Entretanto, se exige muito esmero na sua execução. E, erros podem comprometer a integridade do conjunto (DIAS, 2005).

Existe uma lacuna em pesquisas específicas sobre as definições das etapas de processo de projeto para construções em madeira, incluindo o projeto executivo. Neste contexto, as referências nacionais mais reconhecidas são as de Bittencourt (1995) e Mello (2007). Para ampliar as discussões sobre este tema, este artigo tem como objetivo apresentar um caso específico de um projeto para a produção desenvolvido para uma casinha para crianças com o sistema *wood frame*.

2. Método

Este artigo é resultado de uma pesquisa desenvolvida no segundo semestre de 2018 no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus Florianópolis. Essa pesquisa aplicada com abordagem qualitativa teve a participação de quatro alunos do técnico em edificações e da engenharia civil, orientados por professores do Departamento Acadêmico da Construção Civil (DACC) em parceria com professores do Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira (GIEM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

O objeto selecionado para este estudo foi uma casinha para crianças constituída com o sistema *wood frame*. Neste artigo, serão destacadas as três principais etapas no desenvolvimento do projeto para a produção desta casinha.

1) Com base nos detalhes estabelecidos no projeto arquitetônico, a edificação foi dividida em um painel de piso, quatro painéis de parede e oito treliças de cobertura. Cada um destes elementos foi identificado com siglas para organizar a produção.

(2) No projeto para a manufatura, cada um destes elementos foi detalhado, apresentando as dimensões, as posições e as identificações de cada peça individualmente. Tais especificações foram apresentadas em pranchas impressas, contendo planilhas e desenhos desenvolvidos com os programas Autocad e Sketchup.

(3) Por fim, para união desses elementos pré-fabricados no canteiro de obras, o projeto para montagem apresentou suas posições em desenhos bi e tridimensionais para facilitar a leitura e a agilidade na finalização da casinha.

3. Resultados e discussão

Após apresentar o modelo proposto para a casinha para crianças, serão descritos os principais aspectos dos projetos para a produção dos elementos pré-fabricados e para sua montagem no canteiro.

3.1 Modelo proposto para a casinha para crianças

Para otimizar as dimensões da casinha e evitar desperdícios de materiais, a chapa OSB de 1,20 m × 2,40 m foi adotada como módulo. Assim, a casinha possui medidas aproximadas

de 1,80 m × 2,40 m em planta e 1,60 m em altura. A Figura 1 apresenta uma visualização desta casinha proposta.



Figura 1: Modelo proposto para a casinha para crianças. Fonte: elaborado pelos autores.

3.2 Projeto para produção dos componentes pré-fabricados

Visando a escala e o tempo da produção, a casinha foi dividida em elementos de piso, parede e cobertura. A Figura 2 apresenta as vistas da casinha destacando a denominação dada aos quatro painéis de parede. Nestas paredes são observados os *frames*, ou seja, os quadros estruturais compostos por montantes e travessas em madeira serrada, contraventados com chapas OSB. Sobre estas paredes, conforme a modulação dos montantes, estão posicionadas as treliças da cobertura.

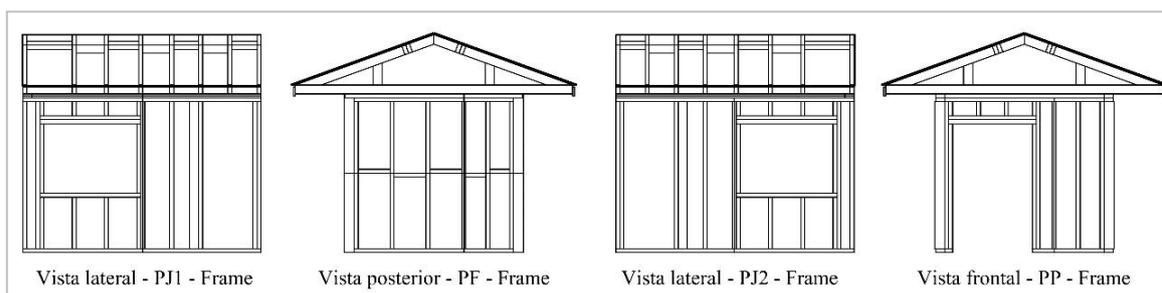


Figura 2: Vistas dos *frames* da casinha proposta. Fonte: elaborado pelos autores.

Cada painel de piso, parede e cobertura foi detalhado separadamente, apresentando as dimensões, as posições e as identificações de suas peças constituintes. As Figuras 3 e 4 ilustram estes detalhamentos em duas e três dimensões, desde o elemento final até todas as peças individuais, como chapas OSB e madeira serrada.

P. Piso	Painel Janela 1	Painel Fechado (cego)	Painel Janela 2	Painel Porta	Elementos para treliças e bloqueadores entre treliças

Figura 3: Elementos detalhados para o projeto para a produção. Fonte: elaborado pelos autores.

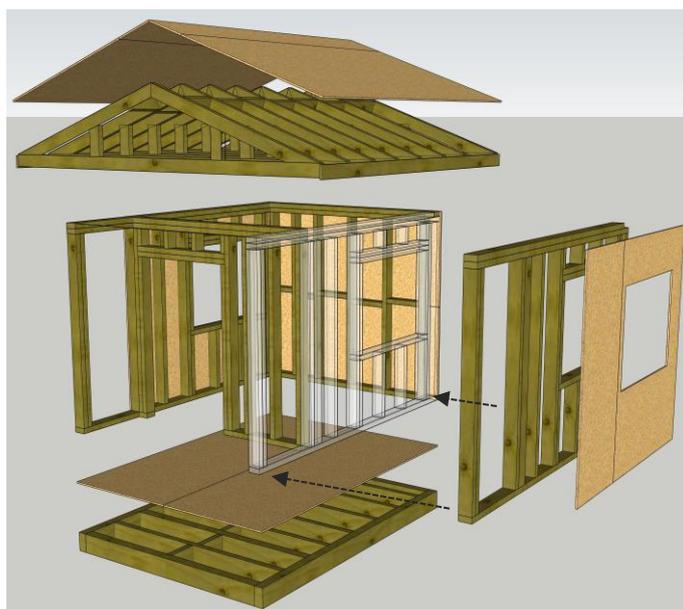


Figura 4: Elementos e componentes em perspectiva explodida. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 5 e o Quadro 1 apresentam os detalhes elaborados para o Painel Porta (PP). Além das dimensões para o corte das peças individuais, há uma identificação apresentada tanto nos desenhos quanto nas tabelas. Esta identificação é anotada como um código nas peças cortadas. Por exemplo, na peça cortada se escreve a sigla PP T-1, identificando a travessa 1 que pertence ao Painel Porta.

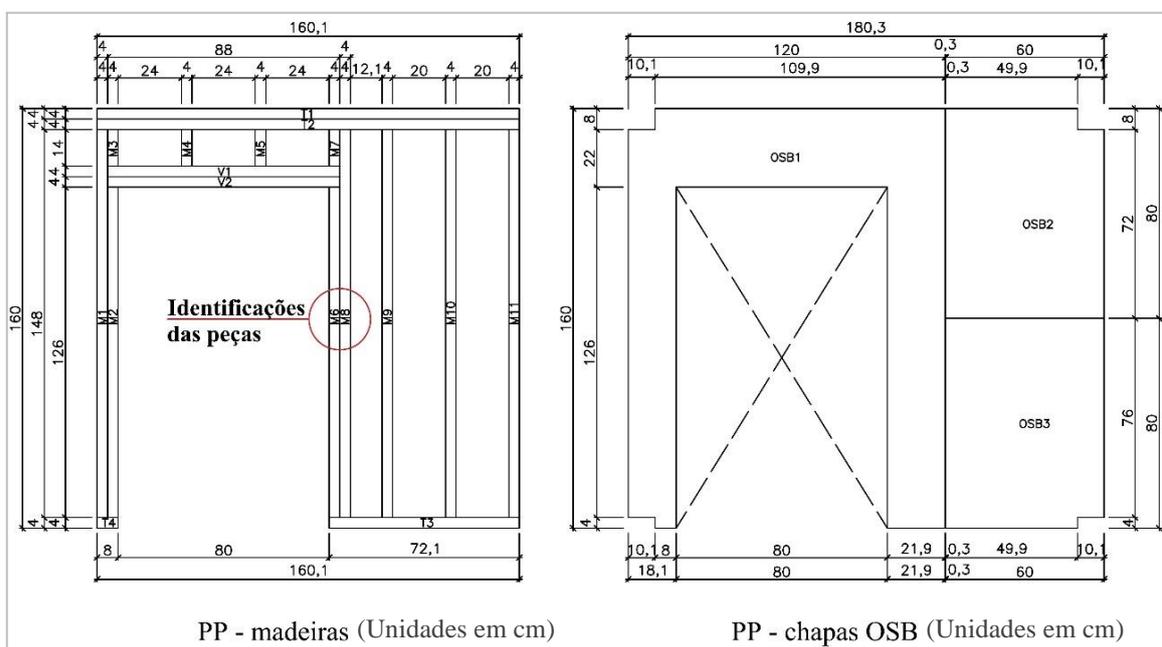


Figura 5: Detalhes do Painel Porta (PP) incluídos no projeto para a produção. Fonte: elaborado pelos autores.

Quadro 1 – Exemplo de tabela descritiva das peças do Painel Porta (PP)

Painel Porta (PP)			
Peças	Identificação	Seção (cm)	Comprimento (cm)
Travessas (T)	T-1	4x9	160
	T-2	4x9	160
	T-3	4x9	72
	T-4	4x9	8
Montantes (M)	M-1	4x9	148
	M-2	4x9	126
	M-3	4x9	14
	M-4	4x9	14
	M-5	4x9	14
	M-6	4x9	126
	M-7	4x9	14
	M-8	4x9	148
	M-9	4x9	148
	M-10	4x9	148
	M-11	4x9	148
Vergas (V)	V-1	4x9	88
	V-2	4x9	88

Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 6 demonstra o detalhamento das treliças da cobertura. Nos desenhos, as peças de madeira serrada e as chapas OSB dos oitões são dimensionadas e identificadas com novas siglas. Essas informações também são descritas em planilhas.

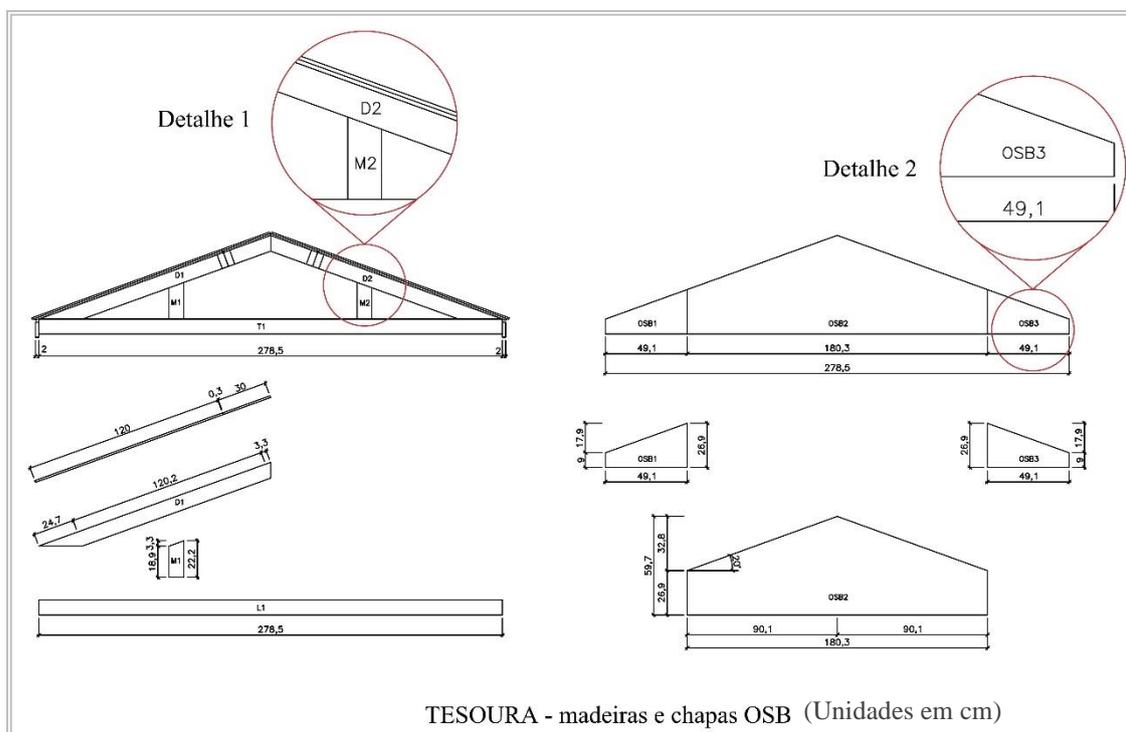


Figura 6: Detalhes da cobertura incluídos no projeto para a produção. Fonte: elaborado pelos autores.

E o projeto para manufatura orientou a marcação e o corte das peças em madeira e das chapas OSB nas dimensões especificadas. E, em fábrica, conforme as anotações das siglas de identificação, estas peças foram organizadas e separadas para a produção de cada painel de piso, de parede e de treliças de cobertura. Esta organização visou a execução simultânea desses elementos por diferentes equipes de trabalho (Figura 7).

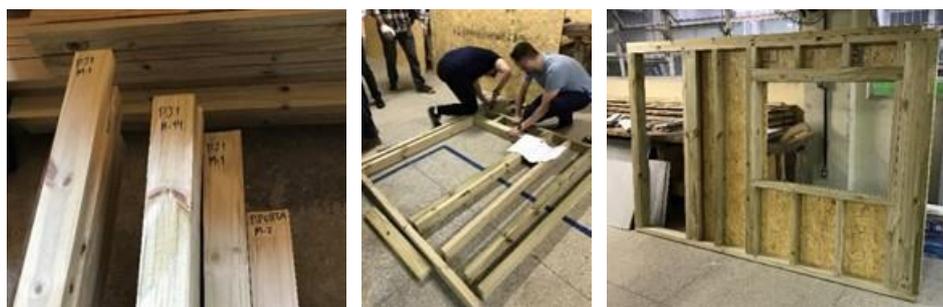


Figura 7: Identificação das peças individuais e execução dos painéis. Fonte: Elaborado pelos autores.

3.3 Projeto para a montagem dos componentes pré-fabricados no canteiro

Após a etapa de produção em fábrica, os painéis de piso e de parede e as treliças da cobertura foram transportados ao canteiro e unidos sobre uma base, na montagem final da casinha. Para guiar esta etapa final da execução, foi elaborado um projeto para montagem, indicando a posição e a orientação de cada elemento, conforme ilustra a Figura 8.

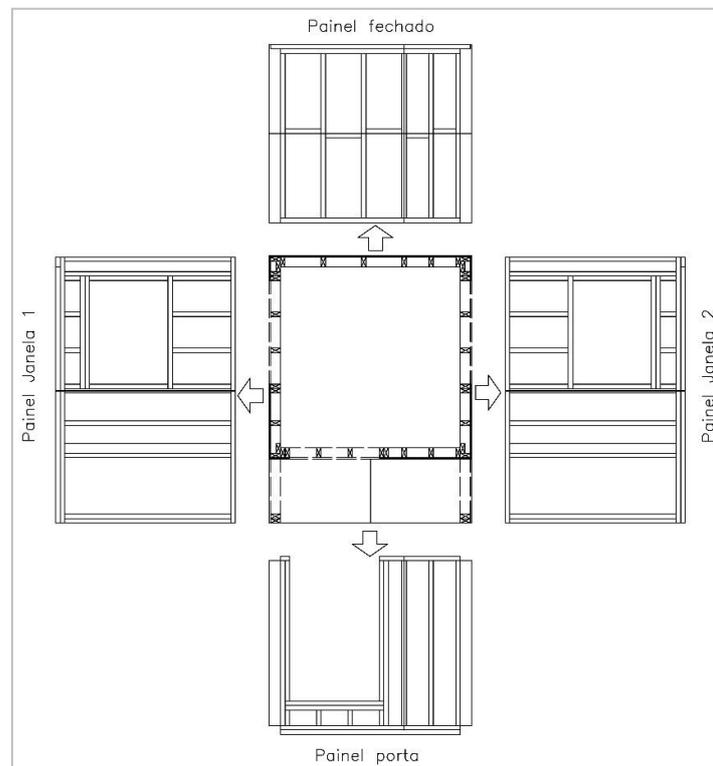


Figura 8: Posição dos painéis de piso e de parede para montagem no canteiro. Fonte: Autores.

O projeto para montagem da estrutura da casinha no canteiro sugeriu a seguinte sequência de execução: (1) painel piso, (2) painel fechado, (3) painel janela 1, (4) painel janela 2, (5) painel porta, (6) treliças, (7) chapas OSB da cobertura (Figura 9).



Figura 9: Sequência para execução da casinha no canteiro. Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme o projeto para a montagem no canteiro, os painéis de piso e parede foram posicionados e unidos entre si com pregos anelados galvanizados. Sobre as paredes, as treliças da cobertura foram fixadas seguindo a modulação dos montantes das paredes (Figura 9).



Figura 9: Execução da casinha no canteiro conforme projeto. Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Considerações finais

Este artigo teve como objetivo apresentar um caso de projeto para a produção desenvolvido para uma casinha para crianças com o sistema wood frame. Neste estudo de caso, procurou-se ressaltar a importância do desenvolvimento de projetos integrados e simultâneos, onde o projeto para produção deve ser considerado em todas as etapas do projeto da edificação. Com projetos bem detalhados e precisos, as etapas da execução tendem a minimizar a necessidade de tomadas de decisões urgentes no canteiro sem a presença de todos agentes do processo de projeto – situação que pode denegrir a qualidade da edificação.

No desenvolvimento do projeto arquitetônico da casinha para crianças, a modulação estabelecida para os elementos pré-fabricados constituintes delimitaram as definições espaciais e volumétricas, minimizando o desperdício de materiais. Esse projeto arquitetônico apresentou, além dos desenhos tradicionais de paredes e esquadrias, detalhes da estrutura do sistema *wood frame*, importantes para dar a base para o projeto para a produção da casinha. E, este processo não ocorreu de forma linear; pois, conforme mudanças eram requeridas pelo projeto para a produção, o projeto arquitetônico era ajustado.

Conforme demonstrado nos resultados deste artigo, os projetos para manufatura e para montagem separaram a casinha em elementos de piso, parede e cobertura. Cada um desses elementos foi detalhado em desenhos e planilhas com as dimensões, identificações e posições das peças. Esses dados foram importantes para organizar as etapas de produção em diferentes equipes de trabalho.

Tanto em fábrica quando no canteiro, as execuções foram realizadas por equipes de voluntários que não tinham a experiência prática sobre este sistema construtivo. Ainda assim, não foram necessários retrabalhos ou ajustes de projeto durante a produção. Isso

demonstrou que estes projetos para a manufatura e para a montagem da casinha foram considerados adequados e suficientes para este caso específico. Os desenhos e as siglas de identificação das peças facilitaram a leitura do projeto e possibilitaram maior independência e agilidade destas equipes na montagem.

Observa-se que o tempo de projeto foi consideravelmente maior que o tempo da execução. Mas isso foi necessário para garantir uma produção precisa e racionalizada com produtos finais de qualidade.

Para trabalhos futuros, sugere-se pesquisas mais profundas sobre as etapas do processo de projeto de edificações em madeira, para compreender a necessidade de inclusão de detalhes técnicos visando a qualidade destas edificações.

Referências

- BITTENCOURT, R. M. **Concepção arquitetônica da habitação em madeira**. Tese (Doutorado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- BOOTHROYD, Geoffrey; DEWHURST, Peter; KNIGHT, Winston. **Product design for manufacture and assembly**. 2 ed. rev. expanded. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2002.
- DIAS, G. L. **Estudo experimental de paredes estruturais de sistema leve em madeira (sistema plataforma) submetidas à força horizontal no seu plano**. Tese (doutorado). Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- ESPÍNDOLA, L. R. **O wood frame na produção de habitação social no Brasil**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.
- FABRÍCIO, M. M. Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos. In: **Pós**. V. 20 N. 33. São Paulo, Jun. 2013.
- MELHADO, S. B. 1994. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1994.
- MELHADO, 1998. O “projeto para produção” como ferramenta de gestão da qualidade: aplicação às lajes de concreto armado de edifícios. **Revista Técnica**. Ed. 36. São Paulo: Pini, 1998. Disponível em: < <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/36/artigo286147-1.aspx> > Acesso em: 28 abr. 2019.
- MELLO, R. L. **Projetar em madeira: uma nova abordagem**. Dissertação (mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. Brasília, 2007.
- O'BRIEN, M.; WAKEFIELD, R.; BELIVEAU, Y. **Industrializing the residential construction site**. Virginia: U.S. Department of Housing and Urban Development, 2000.



OLIVEIRA, D. L. M. **Estudo sistematizado das técnicas do PPM: projeto para a montagem.** Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica –Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1990.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações.** Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H. et al. **Gestão do desenvolvimento de produtos: uma referência para melhoria de processo.** São Paulo: Saraiva, 2006.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo apoio às pesquisas mediante Edital n° 41/2018/PROEX/PROPI/ Campus Florianópolis e Edital PROEX/PROPI n° 02/2018 Campus Florianópolis, e ao Grupo Interdisciplinar de Estudos da Madeira (GIEM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) pela parceria nesta pesquisa.