



CONTAINER SUSTENTÁVEL EM WOOD FRAME CRIADO PELA EMPRESA ECOTETO & MADEIRAS.

BARBOSA, Carlos Vagner¹

¹Discente do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva
- FAIT - Itapeva/SP

GARCIA, Dorival Pinheiro²

²Docente do curso de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva
- FAIT- Itapeva/SP

RESUMO

O Brasil tem enfrentado grandes incertezas na construção civil quando o assunto é investimento associado a custo-benefício e a sustentabilidade seja para o fornecedor como para o cliente, a busca por um produto cada vez mais econômico e que não agrida o meio ambiente está cada vez maior, os containers de aço por exemplo são descartados após utilizados muitas vezes impossibilitando seu reuso mesmo que para uso habitacional, enquanto isso o container criado pela empresa Ecoteto & Madeiras em Sengés/PR para ser exposto na Construtecnia 2019 realizada no Paraguai veio em conformidade com estes ideais economia e sustentabilidade, inicialmente utilizado para habitação, sendo construído com madeira reflorestada (pinus e eucalipto) em conjunto com a técnica construtiva wood frame totalmente pré-definida em projeto e industrializada na fábrica, assim evitando todos os desperdícios possíveis e chegando ao seu destino pronto para uso e reuso.

Palavras Chave: Woodframe, container de madeira, sustentabilidade.

Linha de pesquisa: Estruturas de madeira.

ABSTRACT

Brazil has faced great uncertainties in civil construction when it comes to investment associated with cost-benefit and sustainability for both the supplier and the customer, the search for an increasingly economical product that does not harm the environment is increasing. larger, steel containers for example are discarded after being used many times, making it impossible to reuse even for residential use, meanwhile the container created by Ecoteto & Madeiras in Sengés / PR to be exhibited at Construtecnia 2019 held in Paraguay came in compliance with these ideals economy and sustainability, initially used for housing, being built with reforested wood (pine and eucalyptus) together with the constructive wood frame technique totally pre-defined in design and industrialized in the factory, thus avoiding all possible waste and reaching its destination ready to use and reuse.

Key Words: Wood frame, wooden container, sustainability.



1 – INTRODUÇÃO

Nestes últimos anos conforme Almeida e Figueiredo (2019), a construção civil tem apresentado inconstâncias no seu desenvolvimento devido a diversos fatores, sendo estes políticos, econômicos e até externos, inviabilizando novos investimentos na área, resultando em um produto muito mais custoso para o fornecedor e o cliente, obrigando a todos que trabalham neste meio a buscarem novas soluções em tecnologia, planejamento e gerenciamento de recursos financeiros e operacionais empregados em uma obra.

De acordo com Cardoso (2015), indo de encontro a este cenário flutuante de inconstâncias na construção civil, um método construtivo chamado Framing tem se destacado, sendo capaz de gerar edificações com rapidez, agilidade, conforto, segurança e até sustentabilidade em todas as fases de execução, ou seja, desde a fase de projetos até a pós ocupação. Uma das principais características desta tecnologia chamada Framing é sua estrutura, também chamada de Frame, constituída por uma grande quantidade de perfis verticais e horizontais, leves, esbeltos e comumente espaçados igualmente ao longo de todo perímetro de paredes.

Dentre está tecnologia Framing existe um método que utiliza a madeira como base, neste caso é conhecido como Wood Frame, que consiste segundo Molina (2010) em um sistema de estrutura em perfis de madeira reflorestada e tratada formando painéis de pisos e paredes, além de telhados.

Segundo Meirelles et al. (2007-2008), a madeira é um material renovável e consome menor energia em sua produção se comparada ao aço, concreto e alumínio, além dela reduzir o efeito estufa, devido as construções em Wood Frame emitir uma menor quantidade de Gás Carbônico (CO₂) na sua fabricação.

De acordo com Rocha e Pereira (2016), o Wood Frame é um dos métodos construtivos mais utilizado no mundo, principalmente em países da América do Norte, Europa e Ásia, destacando-se pela sua execução dinâmica,



seca e limpa, além da facilidade no manuseio dos elementos estruturais e fechamentos, que gera um processo de montagem quase instintivo.

Conforme Cardoso (2015) e Espindola (2017), no Brasil ainda não existem normas técnicas regulamentadoras sobre a construção em Wood Framing, porém com a ajuda de grandes investidores e engenheiros, a empresa TECVERDE obteve um documento de avaliação técnica (DATec) nº20 – “Sistemas construtivo TECVERDE: sistema leve em madeira”, além deste, também a criação da diretriz do Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) nº 0005 representando uma grande evolução científica e técnica para este seguimento.

Segundo Roussef (2012), investir na construção civil é incentivar um setor que contribui muito para o nosso país, mesmo para o Wood Frame que é algo velho e tem se tornado uma novidade para o Brasil ainda precisa se renovar dia após dia, indo de encontro a essa ideia a empresa Ecoteto inovou ao utilizar o Wood Frame para a criação e construção de um container que comumente é feito de aço.

Nos últimos anos de acordo com Serraglio (2019), diversos fatores econômicos geraram desequilíbrios entre importações e exportações de mercadorias da Ásia, gerando cerca de mais de 700 mil containers descartados nos portos dos Estados Unidos.

Este trabalho teve como objetivo divulgar a sociedade todo o processo construtivo deste container em woodframe tendo como matéria prima a madeira reflorestada, neste caso para uso habitacional, descrevendo este desde a fase de projetos a até a pós entrega à exposição na Construtecnia (*Feria Internacional de la Construcción*) realizada no Paraguai em 2019.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no galpão da empresa Eco Teto & Madeiras, tendo uma área reservada para este protótipo de 100m² para montagem além da área de industrialização, localizado em Sengés/PR.



Para realização deste projeto piloto além do seu criador Engenheiro Milton Malheiros Filho, foram envolvidas diretamente dez pessoas sendo um engenheiro, um eletricitista, três projetistas alunos da Faculdade de Ciências Agrárias e Sociais de Itapeva (FAIT), quatro auxiliares de produção e um carpinteiro), também foram utilizados os seguintes programas, materiais e equipamentos listados abaixo:

- Programas: Autocad, Sketchup, Excel e Madepro;
- Materiais: Madeira serrada, aplainada e tratada com Arsenato de Cobre Cromatado (CCA) das espécies Eucalipto Gandhis e Pinus Taeda, madeira em placas do tipo Oriented Strand Board (OSB) Home LP com espessura de 10mm e compensado naval natural e plastificado Miraluz com espessura de 10mm, chapa com dente estampado (CDE) Gangnail estrutural, viga de aço tipo U com 15mm de espessura, pregos do tipo Ardox e Anelado, parafusos do tipo Philips, impermeabilizantes do tipo manta Tyvek Homewrap e manta líquida impermeabilizante a base de resinas acrílicas, placas cimentícia Brasilit 10mm, forro de policloreto de vinila (PVC), piso vinílico, tinta acrílica branca, verniz stain incolor, esquadrias em aço alumínio sendo duas janelas (600x600mm e 1000x1000mm) e uma porta (1600x2100mm), materiais hidráulicos para escoamento de água (ralos) e materiais elétricos (fios, interruptores e etc...).
- Equipamentos e maquinários: Prensa Roller, parafusadeira, martelo e serra;

Primeiramente foi realizado um croqui especulando como seria o frame e a sua dimensão sendo definida em 2300mm de largura por 6100mm de comprimento, neste também foi definido todos os frames conforme tabela 1.

Tabela 1: Tipo de uso, bitola e espécie de madeira para cada frame.

Nomenclatura	Bitola utilizada	Espécie utilizada
Parede fundo (P.01 e TR.PLANA.01)	38x70mm	Pinus Taeda (tratado)
Parede Frontal (P.02 e TR.PLANA.01)	38x70mm	Pinus Taeda (tratado)
Parede esquerda e direita (P.03 e TR.PLANA.02)	38x70mm	Pinus Taeda (tratado)
Fundação/Piso (ESTRUTURA.PISO.01)	38x140mm	Eucalipto Gandhis (tratado)
Cobertura	38x90mm	Pinus Taeda (tratado)

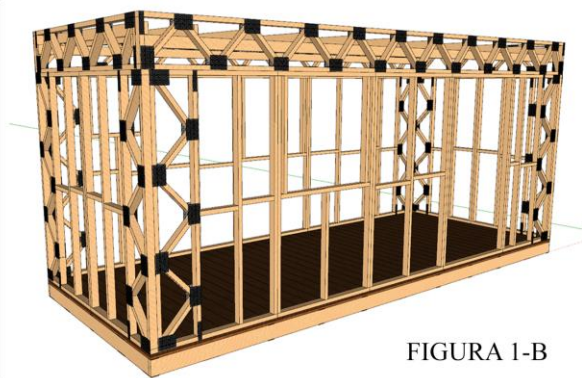
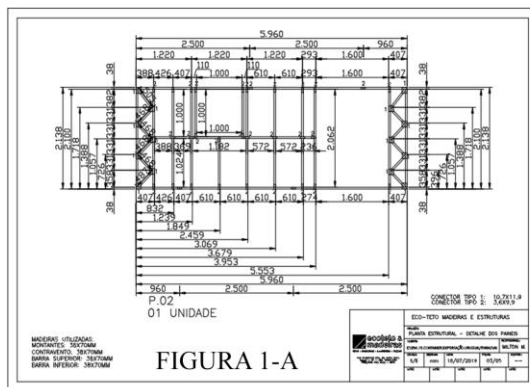
FONTE: Arquivo do autor

Adiante foi transferido o croqui para o programa Autocad onde foi projetado cada frame e definido cada ligação entre as madeiras do frame com CDE, sendo CDE 36x99mm para ligações horizontais e verticais e 107x119mm



para ligações diagonais (entre três elementos) como demonstrado na figura 1-A, trabalhando em conjunto com o projeto foi utilizado o programa Madepro de acordo com as instruções de Partel e Dias (2000) onde fora realizado todos os cálculos estruturais em conformidade com a norma brasileira NBR 7190, adiante foi realizado a verificação de toda a estrutura do container montando-o em ambiente 3D através do programa Sketchup, onde fora visualizado toda a estrutura em tamanho real, minimizando todos os possíveis erros de projeto, no qual não houve como demonstrado na figura 1-B.

Figura 1: A- Projeto do frame de parede P.02 em Autocad/ B - Pré-visualização 3D em Sketchup do container em Wood frame.



FONTE: Arquivo do autor

Com os devidos projetos e cálculos concluídos foi transferido todo o projeto e separado todos os materiais para a produção e montagem do container, onde foi criado um gabarito para cada parede e fundação sobre a mesa da prensa Roller e alocado todas as madeiras no gabarito formando completamente cada frame de uma vez, após foi pré-fixado todos os CDE em cada ligação com a utilização de um martelo, seguidamente foi efetuado a prensagem, onde a prensa Roller move a mesa através de rolos para frente e para trás, prensando totalmente com força de pressão exata todos os CDE na madeira tornando todas as ligações sólidas, onde o mesmo só poderia ser removido com o seu rompimento ou com o rompimento da madeira.

Figura 2: A- CDE; B-Prefixação do CDE com a madeira com auxílio do martelo; C - Frame de fundação pronto para ser prensado.



FONTE: Arquivo do autor.

Após a industrialização de todos os frames (paredes e piso), especificamente no frame da fundação foi instalado a viga de aço “U” parafusada diretamente na madeira, após foi instalado placas de compensado naval natural com a função de contravento e contrapiso, fixada com prego anelado 16x24” conforme demonstrado na figura 3.

Figura 3: A/B- Instalação da viga de aço tipo “U”; C- Instalação das placas de compensado naval natural.



FONTE: Arquivo do autor.

Com a finalização da fundação iniciou a instalação das paredes, fixando as barras inferiores do frame diretamente na estrutura de fundação com prego do tipo ardox 18x36”, assim como também foram fixados os frames de paredes uma com a outra através das barras verticais como demonstrado na figura 4, de mesmo modo foi instalado todas as treliças sobre as paredes, além da execução da cobertura com peças de 38x90mm fixadas e interligadas com as treliças planas com inclinação de 1%.

Figura 4: A- Fixação entre parede; B- Fixação entre paredes e piso; C- Estrutura completa montada.



FONTE: Arquivo do autor.

Seguindo em frente foi realizado a vedação e contravento da cobertura e parte interna do container com a fixação de placas de compensado laminado natural trabalhando em conjunto com a execução das instalações elétricas através de canos conduites transpassando a estrutura através de aberturas feitas com serra copo, fixados com abraçadeiras nas placas como demonstrado na figura 5, também foi executado a fixação das “mata-junta” (peças de 20x70mm com as bordas abauladas) sobre o encontro das placas de compensado naval.

Figura 5: Instalação elétrica pré-montada antes da vedação.



FONTE: Arquivo do autor.

Após foi iniciado o serviço de impermeabilização iniciado pelas paredes onde foi instalado a manta impermeabilizante Tyvek Homewrap conforme Guia de Sistemas Produtos Planos (2016) da Brasilit, com sobreposição de 150mm entre as emendas verticais e horizontais, sendo está fixada com grampos a cada 600mm e após selada com fita Tyvek Tape, também foi executada a impermeabilização da cobertura, com a criação de três aberturas na placa de compensado naval e a instalação de ralos nas mesmas, estes apoiados e



fixados na estrutura, seguido da instalação da tela de poliéster estruturante sobre todo o perímetro e a aplicação de quatro demãos com o auxílio de um rolo da manta líquida impermeabilizante, que formou uma camada emborrachada e impermeável, assim impermeabilizando todo o container como demonstrado na figura 6.

Figura 6: A- Manta Tyvek Homewrap instalada; B- Ralo e tela de poliéster estruturante instalada; C - Manta líquida impermeabilizante aplicada.



FONTE: Arquivo do autor.

Adiante foi revestido externamente com OSB Home LP, onde cada uma das placas compartilharam o mesmo montante, sendo estas fixadas com pregos 16x24" anelado a cada 150mm na vertical e horizontal, mantendo uma distância de 1cm entre cada borda, conforme recomendação do Catalogo Técnico LP-OSB demonstrado na figura 7.

Figura 7: Início da vedação e contravento externo com o uso de placas OSB HOME LP na horizontal.



FONTE: Arquivo do autor.

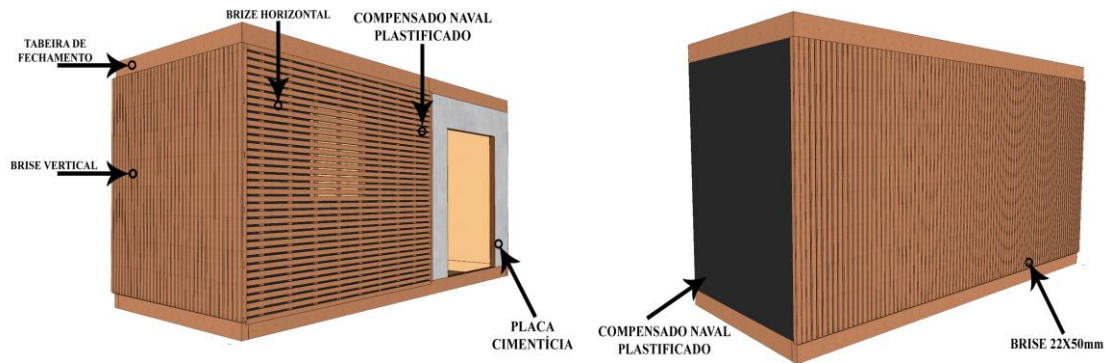
Para completar a etapa de vedação foi instalado todas as esquadrias, estas de alumínio e já pintadas, escolhidas pela sua leveza e facilidade de



execução, sendo parafusado os seus batentes diretamente com a estrutura do container e acabada com mata-junta.

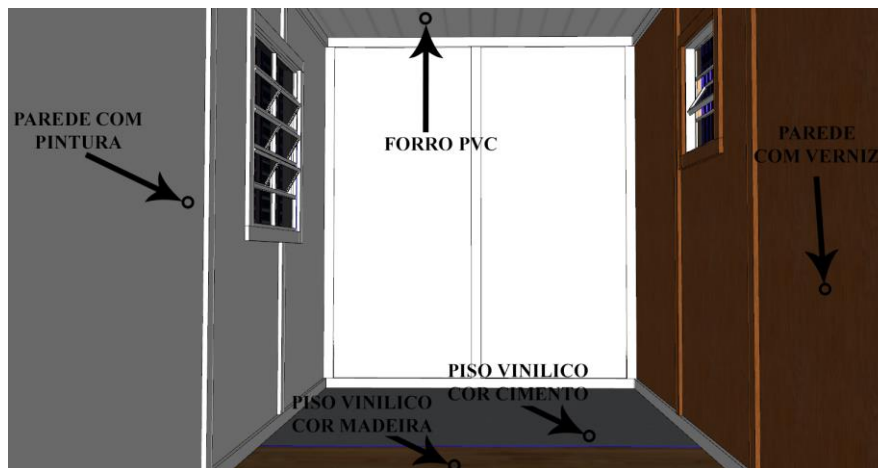
Finalizado toda parte de vedação foi iniciado a fase de acabamento do container conforme dois prospectos criados no Sketchup como demonstrado na figura 8 e figura 9.

Figura 8: Prospecto de acabamento externo criado no programa Sketchup.



FONTE: Arquivo do autor.

Figura 9: Prospecto de acabamento interno criado no programa Sketchup.



FONTE: Arquivo do autor.

Segundo a ordem dos acabamentos externos, primeiramente foi instalado duas placas cimentícia Brasilit certificadas pela NBR 15498 (placa plana cimentícia sem amianto), com parafuso auto perfurante ponta agulha rosca HI-OP cabeça chata 4,2x32mm fixado a cada 20cm na vertical e horizontal da placa em contato com o OSB Home LP, após a junta entre as placas cimentícia foram tratadas com massa para junta e pintura. Ao lado das



placas cimentícia foram instaladas placas de compensado naval plastificado na cor preta, foram fixados de acordo com a indicação do fabricante e escolhidas pela sua estética apesar de suas outras qualidades estruturais, sobre estas placas foram instalados guias verticais e horizontais com madeiras 20x50mm para receber o brise, método de acabamento com madeiras belas, neste caso Pinus Taeda 38x50mm tratado, aplainado, lixado e pintado com verniz Stain incolor, estas foram espaçadas com 20mm entre as peças tanto para a frente do container que foi instalado em horizontal como para a lateral do container que foi em vertical, como demonstrado na figura 10.

Figura 10: A- Instalação das guias para o brise horizontal; B- Brises instalados.



FONTE: Arquivo do autor.

O próximo passo se deu no interior do container, onde foram instalados todos os acabamentos, começando pela instalação do forro em PVC, onde fora fixado cantoneiras em PVC em todo perímetro interno do container e após encaixado as peças de forro e parafusado com parafusos Ponta de Agulha 4,2x13mm na estrutura de cobertura como demonstrado na figura 11, posteriormente foram dados os acabamentos finais onde conforme prospecto de acabamentos interno duas paredes receberam duas demãos de pintura com tinta esmalte branca e duas paredes receberam duas demãos de verniz Stain incolor, também foram instalados todos os acabamentos elétricos e efetuado toda limpeza do piso antes de aplicar o piso vinílico colado nas cores cimento e madeira, com o piso vinílico instalado foi fixado os rodapés em madeira pintada de branco finalizando a montagem do container.

Figura 11: A- Cantoneira de forro PVC; B - Colaborador instalando o forro PVC.



FONTE: Arquivo do autor.

Em relação ao carregamento do container o mesmo foi executado inicialmente com ajuda de duas empilhadeiras e após içado e carregado no caminhão através de guincho como demonstrado na figura 12.

Figura 12: A- Remoção do container do barracão para área externa; B- Container sendo guinchado para termino dos acabamentos na área externa e carregamento sobre o caminhão.



FONTE: Arquivo do autor.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo levou cinco dias entre produção e montagem deste container em wood frame, sendo destas dez horas trabalhadas todos os dias, além do tempo de criação e projeto que levaram cerca de mais cinco dias, oito horas por dia de trabalho, totalizando dez dias ou noventa horas de trabalho até a sua conclusão, sem constar carga e descarga.

Além dos criadores e executores deste protótipo ao todo indiretamente teve mais de vinte pessoas envolvidas, desde serviços de terceiros como por exemplo vidraceiros, vendedores, como a até pessoas que realizaram o marketing do mesmo.



O uso total de madeira reflorestada utilizada foi de 3,249m³ ou 1.300 metros lineares ou 2113 kg somando todas as bitolas e espécies escolhidas, em relação ao consumo de aço utilizado foi aproximadamente de 140kg entre viga de aço tipo “U”, conectores (CDE), pregos e parafusos, seu peso total foi de aproximadamente 3600 kg ou 3,60 toneladas.

Conforme o criador Eng. Milton Malheiros Filho o container foi projetado para suportar internamente aproximadamente 350kg/m² seja com móveis, pessoas e etc. Já em relação ao seu içamento carregado não houve estudo por se tratar de um container para uso habitacional ou social.

A maiores dificuldades detectadas foram em relação ao encontrar um impermeabilizante para a cobertura eficiente, depois de vários testes com vários tipos e entre acertos e falhas chegou à conclusão que a manta líquida impermeabilizante seria a melhor escolha, outra grande dificuldade foi a etapa de carregamento, devido a parte do piso do galpão ser somente de solo compactado e a sua altura não possibilitar o uso interno do caminhão guincho, a solução encontrada foi como descrito acima o auxílio de duas empilhadeiras para retirada do container do interior do galpão, já o seu descarregamento foi efetivo devido ao local destinado ao container na Construtecnia ser um ambiente aberto, sem cobertura e de fácil acesso ao caminhão guincho.

Ao todo mais de mil pessoas visitaram diretamente este projeto na Construtecnia, desde estudantes à até empresários e políticos, a ideia inovadora chama muito atenção pelo seu uso de materiais sustentáveis.

Figura 13: A- Container em wood frame exposto na Construtecnia; B - Estudantes locais resididos no Paraguai em palestras sobre o container; C- Entrevista do Eng. Milton Malheiros Filho a TV local da feira sobre “o container sustentável” em woodframe.



FONTE: Arquivo do autor.



4 – CONCLUSÃO

Pode concluir-se neste trabalho que o container Ecoteto & Madeiras veio ao mercado para ser mais uma opção nova, econômica e sustentável, primeiramente com o uso de materiais renováveis como elemento a madeira reflorestada, também com o método construtivo Wood Frame onde já no projeto foi definido todas as dimensões, tipos e usos da matéria prima e todos os outros materiais, além também de sua industrialização economizando e evitando desperdícios seja eles na fábrica com o seu reuso ou evitando o desperdício desacerbado em obra que é muito comum, neste caso devido a ser utilizado e planejado para uso habitacional e futuramente sendo também amplamente estudado para transportar materiais secos e leves, está ideia sustentável assim como outras sempre serão bem-vindas a sociedade, podendo ser uma alternativa para a realidade econômica e ambiental que vive-se no Brasil e no mundo.

5 – REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.C.; FIGUEIREDO, F.B.; **Avaliação do grau de planejamento e controle da produção em uma empresa de construção da região de Dourados**. Artigo científico (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, p.18, 2018.

BRASILIT, **Guia de sistemas produtos planos**, manual de montagem, p.88, 2016

Disponível em:

https://www.brasilit.com.br/sites/brasilit.com.br/files/downloads/1/Guia%20de%20Sistemas%20Produtos%20Planos_8.pdf

CARDOSO, L.A.; **Estudo do método construtivo em wood Framing para construção de habitações de interesse social**, monografia (bacharelado em **REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE CIÊNCIAS APLICADAS DA FAIT. n. 2. Novembro, 2020.**



Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, p.79, 2015.

ESPÍNDOLA, L. R. **O wood frame na produção de habitação social no Brasil**, tese (dourado em arquitetura e urbanismo), Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 331, 2017.

LP BUILDING, **LP-OSB Placas estruturas para construções CES**, catalogo Técnico, p. 08, 2012.

Disponível em:

https://www.lpbrasil.com.br/wp-content/uploads/2017/06/Catalogo_Tecnico_LP-OSB-APA.pdf

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. **Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira**. Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

MEIRELLES, C.R.M; DINIS H.; SEGALL, M.S.; SANT'ANNA, S.S. **Considerações sobre o uso da madeira no Brasil em Construções Habitacionais**. Fórum de Pesquisa Mackenzie. São Paulo, 2007-2008.

ROCHA, F.N.A; PEREIRA, G.B. **Análise de viabilidade técnica do sistema wood frame na construção de unidades unifamiliares no Brasil**, monografia (bacharelado em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Vale do Paraíba. São José dos Campos, São Paulo, p.40, 2016.

ROUSSEF. D.; **10º congresso brasileiro de construção FIESP Construbusiness**, Departamento da Indústria da construção - DECONCIC, pag. 03, 2012.

Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/arquivo-download/?id=141894>



SERRAGLIO. A.G.; **Análise do custo do ciclo de vida da casa-container e da habitação convencional utilizadas em moradias de interesse social**, teste (mestrado em engenharia civil), Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, Rio Grande do Sul, p. 127, 2019.

PARTEL, H; DIAS, A.A.; **Sistema informatizado para projeto de estruturas industrializadas de madeira para telhados**, Revista **MADEIRA**: arquitetura e engenharia, ano 1, n.3, quadrimestral set/dez, 2000.

Disponível em: <http://madeira.set.eesc.usp.br/issue/view/51>