# SISTEMA CONSTRUTIVO *WOOD FRAME* NA REGIÃO SUL DE SANTA CATARINA: BARREIRAS NA ENTRADA NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL E COMPARAÇÃO DE CUSTO COM UM SISTEMA TRADICIONAL

Paulo Santos Heidemann

**Resumo**: A construção civil no Brasil se encontra em um período de grande transformação, com o objetivo de buscar soluções que visem melhorar a produtividade, diminuição nos custos operacionais, desempenhar função ambiental favorável e buscar inovação na construção civil o *Wood Frame* destaca-se como sistema construtivo. Neste contexto o *Wood Frame* baseia-se na utilização de montantes em madeira e painéis de fechamento vinculados com o isolamento termo acústico, além de ser um sistema construtivo que minimiza o desperdício no canteiro de obras é um caminho para a redução dos impactos do setor da construção civil no meio ambiente. Apesar do sistema no Brasil ser considerado novidade, esta tecnologia está consolidada há mais de 100 anos em países como Canadá, Alemanha, Estados Unidos e Chile. O trabalho propõe uma análise aplicada na região Sul de Santa Catarina com o intuito de apontar as barreiras para a ampla dissolução do sistema construtivo *Wood Frame* na construção civil. Para tanto, foi realizado revisão bibliográfico do tema, levantamento de dados e questionamento com o mercado construtivo na região sul do estado de Santa Catarina especificamente nas cidades de Tubarão e Criciúma. Como resultado pode-se verificar que a adoção desse sistema construtivo em lugar da convencional alvenaria depende principalmente de mudança de hábito, conhecimento aprofundado no tema e questões econômicas, porém é sabido que o sistema oferece inúmeros benefícios como a facilidade, agilidade da construção e desempenho.

**Palavras-chave**: *Wood Frame*. Construção Civil. Inovação no Sistema Construtivo. Construção na Região Sul de Santa Catarina. Desempenho, Agilidade.

## 1 Introdução

O setor da construção civil tem sido apontado como tendo papel significativo para o alcance de sociedades mais sustentáveis, pois a construção de edificações demanda muita energia e gera muitos resíduos. Assim, a adoção de sistemas construtivos que minimizem o desperdício no canteiro de obras e a utilização de materiais renováveis nas construções são alternativas para diminuir o impacto ao ambiente. A construção de madeira foi considerada um dos pontos mais relevantes para diminuir os impactos ambientais do setor da construção civil na convenção internacional ECO-92, realizada no Rio de Janeiro (MEIRELLES *et al.* , 2008).

No decorrer dos anos com a evolução das construções na primeira metade do século XIX, perceberam que os elementos verticais pouco espaçados, utilizados na vedação em edificações eram suficientemente capazes de suportar as cargas de forma que os pilares robustos de madeira poderiam ser retirados, instaurou assim o sistema *Wood Frame*. De acordo com Rodrigues (2006), devido ao grande número de imigrantes que chegavam aos Estados Unidos, a população experimentou um crescimento substancial. Portanto como forma de solucionar a nova demanda por moradias fez-se necessário construir de forma fácil e rápida e utilizando os materiais abundantes no local.

O termo Frame, no âmbito da construção civil, refere-se a uma tecnologia construtiva inteligente e sofisticada capaz de proporcionar grande agilidade de execução, conforto satisfatório ao usuário e sustentabilidade em todas as fases de projeto incluindo o pós-ocupação. Em países como Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Suécia, Finlândia e Japão, as construções de madeiras são utilizadas em larga escala (CAMPOS, 2006). Este sistema construtivo apresenta inúmeras vantagens que o sobrepõe em relação aos sistemas construtivos tradicionais que usualmente vêm sendo aplicados no Brasil, podendo considerar a facilidade e agilidade de construção, a otimização do uso de materiais, redução de retrabalhos e desperdícios e o alto controle no processo de produção e qualidade.

Apesar de ser um sistema internacionalmente difundido no Brasil, a situação é bastante diferente (MOURA e BARNABÉ, 2005). Como forma geral, as construções em madeira existentes apresentam deficiência no beneficiamento da madeira e na correta elaboração de projetos e detalhes de execução (MOURA e BARNABÉ, 2005). No Brasil as principais frente de atuação deste sistema são encontradas nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, região marcada pela colonização europeia. Este fato pode ser caracterizado por estas regiões serem detentoras de regiões produtivas de base florestal. Para que o sistema realmente possa alçar larga escala considera-se de suma importância o estudo

aprofundado do sistema já conhecido no países desenvolvidos e detentores da expertise neste sistema e assim verificar as modificações necessárias para a necessidade e característica da região sul do estado de Santa Catarina.

Com o estudo espera-se afirmar a necessidade de abrir novos horizontes demonstrando as vantagens e facilidades deste sistema. Podendo despertar interesse no ramo da construção civil em conhecer e apontar o sistema como uma opção no momento da escolha do sistema que será utilizado na construção civil, sendo eles para moradias populares ou para as construções de maior poder aquisitivo. Sendo Santa Catarina uma região com ampla capacidade para a cadeia do setor, onde iniciaria na produção florestal, beneficiamento e finalizando na utilização da madeira no sistema *Wood Frame*.

## 2 Metodologia

O trabalho abordou como forma de metodologia a classificação proposta por Gil (2002), segundo sua natureza como pesquisa aplicada, sendo que o intuito do artigo é impulsionar, questionar e expandir-se o sistema construtivo *Wood Frame* na região sul do estado de santa Catarina. Com o objetivo de entender e questionar a relevância do assunto na região foi realizado uma pesquisa bibliográfica, onde foi levantado referencial teórico como forma de buscar o embasamento teórico necessário para desenvolvimento do artigo. Com o embasamento visualizado realizou-se a confecção de um questionário que foi enviado para empreendedores da região, para que possamos ter juntamente com o embasamento teórico a real situação do *Wood Frame* na região sul de Santa Catarina. A partir da coleta de dados e da revisão bibliográfico pode-se ter uma visão geral da situação do *Wood Frame* na região pesquisada e pontuar as dificuldades encontradas.

Realizou-se também uma análise comparativa orçamentária entre o sistema construtivo *Wood Frame* e Sistema Convencional, com a perspectiva de ressaltar as diferenças e similaridades entre eles, com intuito de verificação do posicionamento do custo de preço no mercado. Neste comparativo foi utilizado como base para o comparativo uma residência unifamiliar com área de 50 m² de área construída composta por dois dormitórios, um banheiro, uma cozinha, sala de jantar e sala de estar conjugadas, varanda e um hall de entrada, sendo realizado o levantamento em Janeiro de 2020 na região Sul de Santa Catarina.

## 3 O Sistema Construtivo *Wood Frame*

Segundo Allen e Thallon (2011), a história do *Wood Frame*, teve início no século XVI quando imigrantes europeus que chegavam aos Estados Unidos encontram no país grande quantidade de florestas com potencial para produção madeireira, o que transportou à construção de moradias usando a madeira como material de construção. Onde as primeiras casas construídas seguiam o estilo de construção do norte europeu, chamado de *heavy timber frame*, que utilizava basicamente elementos robustos e pesados de madeira como estrutura da edificação. Com o passar dos anos e experiências adquiridas as construções evoluíram, visando a adaptação ao clima norte americano. Portanto na primeira metade do século XIX, após mais de 300 anos de desenvolvimento, o sistema construtivo *Wood Frame* surgiu quando construtores notaram que os elementos verticais com pouco espaçamento, utilizados na vedação em edificações em *heavy timber frame*, eram suficientemente capazes de suportar as cargas sendo assim os pilares robustos de madeira poderiam ser retirados.

Allen e Thallon (2011) relatam ainda que as evoluções na produção de madeira serrada e na fabricação em massa de pregos foram importantes avanços tecnológicos que aconteceram no século XIX que tiveram importância fundamental na afirmação e viabilização do sistema leve em madeira. Rodrigues (2006) nos informa que devido ao grande número de imigrantes que chegavam aos Estados Unidos, a população experimentou um crescimento substancial. Sendo assim buscando solucionar a nova demanda por moradias fez-se necessário construir de forma fácil e rápida e utilizando os materiais abundantes no local. Surgindo então as primeiras habitações em *Wood Frame*, sendo considerado um sistema mais flexível, utilizando os materiais de forma mais eficiente e que apresenta maior facilidade construtiva, em comparação ao utilizado anteriormente.

A American Forest & Paper Association considera o sistema construtivo *Wood Frame* como sendo o sistema mais utilizado para execução de moradias nos Estados Unidos além de atualmente também vem sendo muito empregado para construção de empreendimentos comerciais e industriais. A história da aplicação do sistema comprova que edificações em *Wood Frame* são economicamente viáveis e promove conforto térmico a residência e, sobretudo a madeira é um material extremamente versátil, que se adapta à arquitetura tradicional bem como a estilos contemporâneos.

Salienta-se existir diversas normatizações que regulamentam procedimentos de execução e projeto para o sistema construtivo Wood Framing, nos Estados Unidos existem

normas estaduais que diferem em alguns aspectos de um estado para outro, devido a condições climáticas, materiais disponíveis e/ou cultura da região. Dias (2005), informa que as normatizações Americanas também diferem das normatizações utilizadas na Europa, justamente pela variabilidade de situações climáticas e flexibilidade da madeira utilizada, porém o conceito estrutural e as características principais da tecnologia permanecem as mesmas em todas as normas técnicas.

No Brasil segundo Calil Junior et al. (2003), a criação de uma norma que regulamente o uso da madeira na construção foi um fator de incentivo a o seu emprego estrutural, visto que constituiu um importante passo para a inclusão da madeira nos mesmos critérios de dimensionamento das estruturas de concreto armado e metálicas. Desde 1997 a madeira passou a ser um material da construção civil normatizado, por meio da NBR 7190.

A construção em *Wood Frame* é uma metodologia construtiva variável, que depende de alguns fatores como, por exemplo, o tempo de execução, ferramentas e maquinário disponível, tamanho e características da edificação a ser construída, mão de obra, etc. Outra facilidade deste sistema de acordo com Espíndola e Ino (2014), é a possibilidade da construção parcial e/ou total no canteiro da fábrica que está executando o serviço e posteriormente fazer a instalação no local definitivo. Onde a obra pode ser considerada industrializada e com menor custo de produção, sendo assim ter um planejamento mais efetivo. Ainda segundo Allen e Thallon (2011), a maior parte das novas edificações construídas nos Estados Unidos são executadas completamente ou parcialmente no canteiro de obras, entretanto, cerca de 8% das residências construídas por ano são produzidas em ambiente fabril e transportadas até seu destino final.

Um ambiente industrializa permite redução de mão de obra, maior controle de qualidade e diminuição significativa dos desperdícios, de forma que o índice de perdas no *Wood Frame* é inferior a 10%, podendo ser reduzido com experiência. As instalações dos sistemas hidráulico e elétrico são embutidas nos vãos entre os montantes de madeira, evitando quebras e retrabalhos além de reduzir ainda mais a geração de resíduos e desperdícios.

O *Wood Frame* é um sistema construtivo já consolidado em inúmeros países do mundo, entre eles Estados Unidos, Canadá, Alemanha e Japão, de acordo com Molina (2010). É interessante notar que todos estes países são desenvolvidos e conhecidos mundialmente por sua tecnologia e modernidade. Certamente, se o uso de madeira na construção fosse algo de fato primitivo e de baixa qualidade, o *Wood Frame* faria apenas parte da história de cada um desses países. Entretanto, o que se percebe é a total aceitação e satisfação por parte dos consumidores em relação às moradias em *Wood Frame*. Um ponto a ser observado é sua

versatilidade com relação a adversas situações climáticas o que torna o sistema muito difundido e aceito em diversos países.

A desvantagem apontada por alguns pesquisadores deste sistema está relacionada a sua estrutura ser mais suscetível ao fogo, além de estar sujeita à deterioração por ação de microrganismos e à variações dimensionais devido à mudanças de umidade. No entanto essas desvantagens apontadas podem ser solucionadas através da elaboração de um projeto inteligente e de uma execução minuciosa. Outro ponto também relatado e que gera dúvidas nos novos adeptos a este sistema está relacionado a durabilidade da construção em *Wood Frame*, no entanto muitas casas estruturadas em madeira existentes foram construídas há mais de 200 anos atrás quando os primeiros imigrantes chegaram. Ou seja, além de durável, a madeira é um recurso natural renovável, tornando o sistema ecologicamente correto.

Dados norte-americana mostram que a madeira utilizada pelo mercado consumidor é proveniente de reflorestamento, mostrando um impressionante número de aproximadamente 3 milhões de árvores plantadas diariamente, levando a taxa anual de 27% mais madeira plantada do que retirada. Outro ponto importante é o fato de que a produção industrial da madeira consome muito menos energia do que qualquer outra matéria prima. A APA afirma que em 1987, os produtos de madeira representaram 47% da matéria prima industrial, mas consumiram apenas 4% da energia usada na produção total. Além disso, para cada tonelada de madeira plantada e colhida, produziu-se 1,07 toneladas de oxigênio e absorveu-se 1,47 toneladas de dióxido de carbono. Sendo que a energia total consumida na construção de uma edificação em madeira é cerca da metade consumida na construção de uma edificação em aço e dois terços da consumida em uma edificação em concreto. Além disso, o processo construtivo de uma edificação em madeira gera menor emissão de gases do efeito estufa, menor poluição do ar, menor geração de resíduos sólidos e menor impacto ecológico. No Brasil o sistema ainda é pouco difundido, no entanto este fato está mudando devido a maiores pesquisadores e alguns investidores verem o potencial no nosso país visto como um forte fornecedor de matéria prima para o sistema.

O sistema construtivo em *Wood Frame* utiliza, como estrutura, perfis de madeira leve de reflorestamento tratadas, apresentando resistência a umidade, pragas e incêndio. De acordo com Sacco e Stamato (2008), a estrutura é composta por perfis de madeira distribuídos entre 40 e 60 centímetros por toda a extensão das paredes. Essa disposição permite o fenômeno da redundância, ou seja, caso um dos perfis venha a falhar, os esforços serão redistribuídos para os outros perfis, garantindo a segurança da estrutura. O *Wood Frame* não requer estruturas de fundações profundas e, na maioria dos casos, a fundação mais recomendada é a

laje em *radier*. O fechamento é composto por chapas de madeira de diversos tipos, com características distintas para se adaptarem à ocasião necessária, e entre elas é disposto material para aprimorar a vedação acústica, como lã de vidro, por exemplo.

**Figura 1:** Visualização do Sistema Construtivo *Wood Frame.*

**Fonte:** Iben Engenharia, 2020.

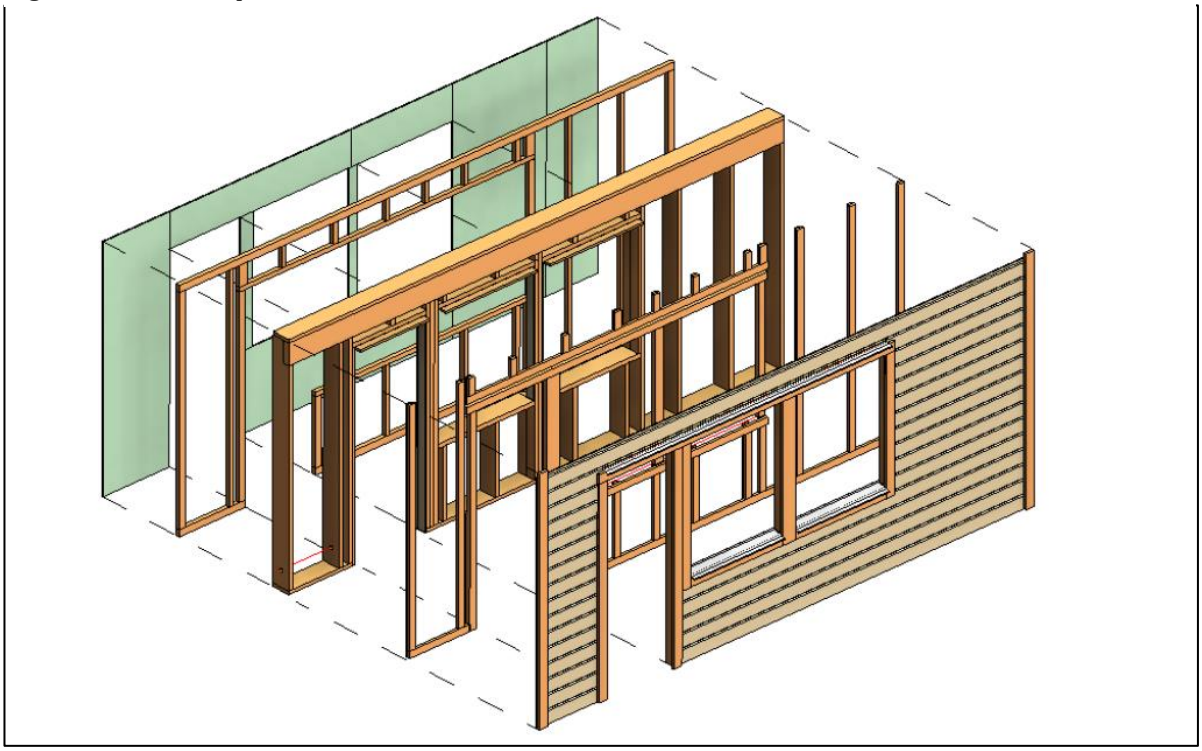
### 3.1 Etapas de construção em *Wood Frame*

A metodologia utilizada para nortear o estudo baseou-se no Manual "CONSTRUCTION MANUAL – Approved Methods", escrito por Anna Carter (2005) utilizado em Charlotte, NC, que consiste basicamente na industrialização de parte do processo, onde utiliza itens pré-moldados e posteriormente a montagem da estrutura no canteiro de obras, conforme pode ser visualizado através do Diagrama esquemático (Figura 1) com as etapas básicas para a construção *Wood Frame*.

O processo tem início com o Projeto Aprovado e a execução da fundação com base no radier existente, nesta fase a espera da saída de esgoto devem estar posicionadas juntamente com as pré-instalações de água fria, então têm início a marcação das paredes. Posteriormente a marcação das paredes externas e internas deve ser realizado a preparação das soleiras inferiores e superiores executando a fixação das mesmas, neste momento a obra está preparada para a etapa de Framing, que consiste na fixação de toda a estrutura. A Montagem da estrutura deve

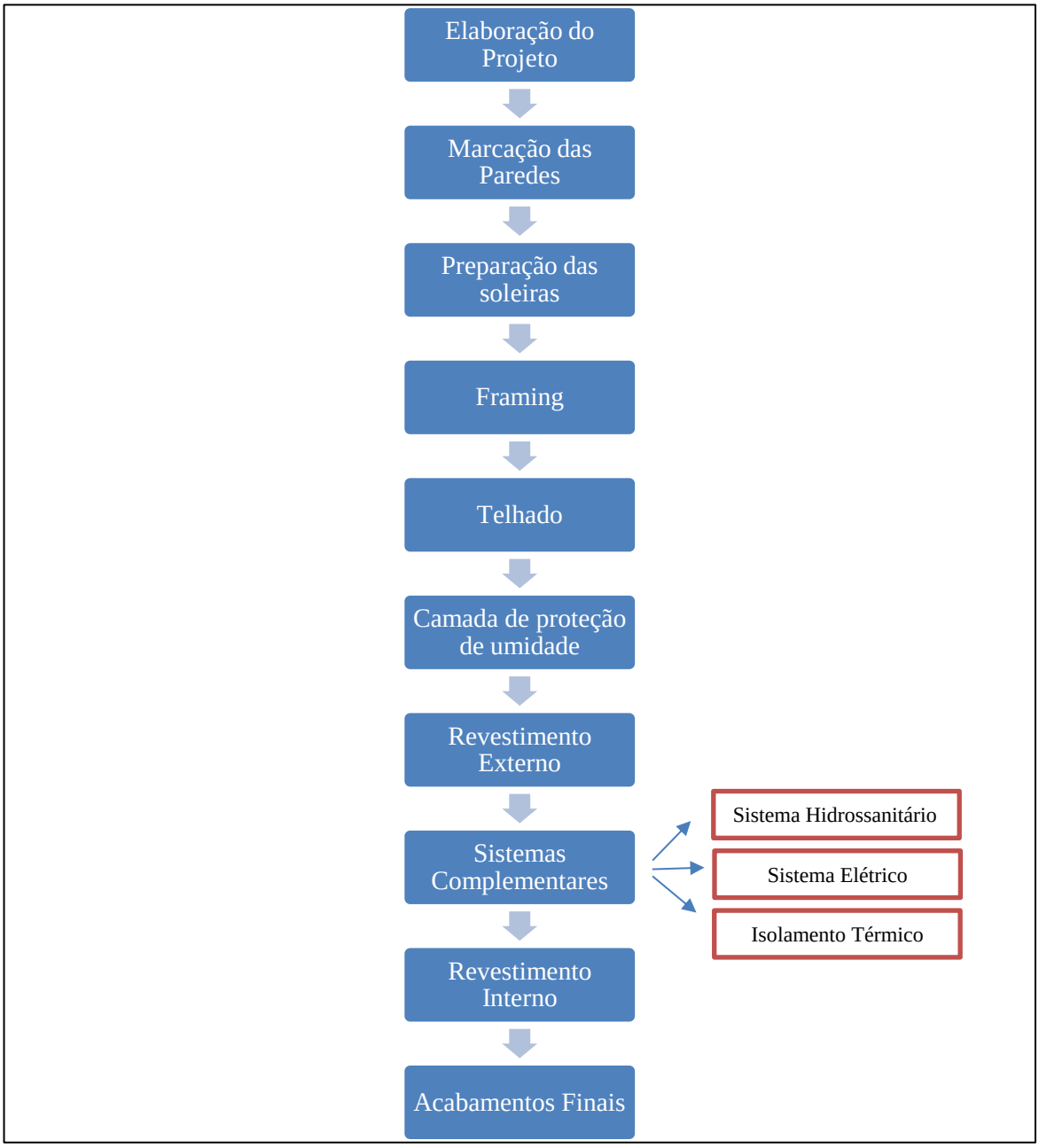
ser iniciada pelas paredes mais longas, que geralmente são as paredes externas. Salienta-se que na superfície da soleira inferior que estará em contato com a laje de fundação, deve ser anexada camada impermeabilizante de mesma espessura da parede, de forma a evitar que a umidade que, porventura, ascenda através da laje, atinja a estrutura da parede, prejudicando sua durabilidade. A fase final da etapa de Framing consiste na colocação dos painéis OSB, após toda estrutura montada pode-se ser iniciado a execução do telhado e colocação da proteção contra umidade. Na próxima etapa pode-se realizar a colocação de portas e janelas executando posteriormente o revestimento externo escolhido, realizado a instalação conforme o fabricante delimita. Concomitantemente com a execução do revestimento externo pode ser realizado a instalação dos Sistemas Complementares como, sistema hidrossanitário, sistema elétrico e isolamento térmico. Finalizando o sistema construtivo *Wood Frame* com a execução do revestimento interno e acabamentos finais.

**Figura 2:** Modelo esquemático do Sistema construtivo *Wood Frame.*



**Fonte:** Autodesk, 2020.

**Figura 3:** Diagrama do Sistema Construtivo *Wood Frame* - CONSTRUCTION MANUAL – Approved Methods




**Fonte:** Autor, 2020.

## 4 *Wood Frame* no Brasil

O sistema construtivo *Wood Frame* no Brasil, ainda é uma novidade houveram tentativas de popularização da madeira como sistema construtivo em meados do século XX,

segundo Calil Junior e Molina (2010), no entanto com a crescente inserção do concreto armado e consequentes imposições de mercado, o sistema caiu em desuso antes da utilização do *Wood Frame*. Apenas em 2001, com iniciativa do americano Alfred Lee Edgar, foi que o sistema apareceu pela primeira vez no país, na construção de uma residência em Viamão – RS.

Pfeil (2003) relata que a madeira é provavelmente o material de construção mais antigo já utilizado, devido a sua disponibilidade e relativa facilidade de manuseio. Apresenta bom isolamento térmico, ampla utilidade para diversos fins, e ótima relação resistência/peso. Apontado como uma das desvantagens deste material é estar sujeita a defeitos de crescimento e suscetibilidade a degradação biológica e ação do fogo, no entanto estes fatores podem ser combatidos através de tratamentos químicos e detalhes construtivos adequados. Desde 1997 a madeira passou a ser um material da construção civil normatizado, por meio da NBR 7190. De acordo com Calil Junior et al. (2003), a criação de uma norma brasileira que regulamente o uso da madeira na construção foi um fator de incentivo ao seu emprego estrutural, visto que constituiu um importante passo para a inclusão da madeira nos mesmos critérios de dimensionamento das estruturas de concreto armado e metálicas.

Devido ao seu território amplo, climatologia favorável e cultura agrícola o Brasil é um grande potencial produtivo para o setor madeireiro. O Brasil é um país florestal com aproximadamente 493,5 milhões de hectares (58% do seu território) cobertos por florestas naturais e plantadas - o que representa a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia. Desses 493,5 milhões de hectares 485,8 milhões de hectares são florestas nativas e 7,7 milhões de hectares de florestas plantadas segundo o Sistema Nacional de Informações Florestais (2020). O Ministério do Meio Ambiente estima que 69% dessa cobertura florestal tenha potencial produtivo.

Tendo o Brasil grande potencialidade para este sistema construtivo e com intuito de desenvolver esta técnica em 2009, com o apoio da Federação das Indústrias do Paraná (FIEP), Serviço Nacional de Aprendizado Industrial do Paraná (SENAI-PR) e do Ministério da Economia do estado de *Baden-Württemberg* (Alemanha) houve a fundação da Tecverde empresa pioneira em *Wood Frame* no Brasil, detentora hoje do DATec n° 20, executa edificações em Wood Framing no Brasil de forma totalmente industrializada e/ou parcialmente industrializada o que consiste em ganhos de produtividade. Ainda segundo a Tecverde (2016), pelo fato do *Wood Frame* se tratar de um sistema inovador no Brasil, foi necessário passar por um processo de avaliação de normas técnicas internacionais, assim desenvolveram-se as diretrizes do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores (SINAT nº

005/2011) com renovação em 2016, para atender a NBR-15575, que trata do desempenho das edificações habitacionais.

### 4.1 *Wood Frame* em Santa Catarina

Santa Catarina não está há quem a outros estados do Brasil e também teve sua dificuldade no primeiro momento para incorporar este sistema construtivo. Porém algumas empresas pioneiras nesse ramo se espelharam em outras empresas Brasileiras que estão evoluindo neste nicho de mercado, como a Paranaense Tecverde Engenharia - construções eficientes, e estão buscando estudar e entender o mercado Catarinense como a empresa Bolsoni Construtora, localizada em Florianópolis.

A empresa Bolsoni estabelecida no mercado ressalta como vantagens deste sistema construtivo a economia, rapidez na construção, menor consumo de energia e água na construção da obra, possibilidade de um maior conforto térmico e acústico, com o uso de materiais isolantes, redução de mais de 80% nos resíduos e desperdícios de materiais utilizados na construção da obra, alto controle no processo construtivo além da sustentabilidade através do uso de madeira de reflorestamento, tratada e certificada e de matérias primas renováveis e sustentáveis. Sendo o *Wood Frame* é um sistema muito flexível na questão de acabamentos, lajes, telhados e paredes, permitindo a construção em diversos estilos como de rústicos a estilos mais modernos.

Uma das barreiras empostas às casas industrializadas de *Wood Frame* é a impressão errada de que elas não são duradouras, mas é aí que se enganam. Uma casa feita com *Wood Frame* dura tanto quanto uma de alvenaria, e ainda dura com muito mais qualidade. Onde uma casa de alvenaria teria suas paredes descascadas com a ação do tempo, as de *Wood Frame* continuam intactas, por exemplo, já que os acabamentos são texturizados, ou seja, do próprio material utilizado, e não uma pintura de tinta como nas casas de alvenaria. Além disso, como geralmente os painéis de parede, piso e cobertura são produzidos em fábrica pela construtora responsável pela obra, há um controle muito maior da qualidade das casas, sendo então o impasse cultural que impossibilita a maior expansão do sistema.

## 5 Comparativo de custo com um sistema tradicional

Com intuito de aumentar a visibilidade de custo entre a alvenaria convencional e o sistema construtivo *Wood Frame* foi elaborado uma comparação de custos operacionais e executivos para comprovar a efetiva redução de custo que o sistema *Wood Frame* apresenta para a Alvenaria convencional.

Para o desenvolvimento do comparativo foi utilizado uma residência unifamiliar com área de 50 m² de área construída composta por dois dormitórios, um banheiro, uma cozinha, sala de jantar e sala de estar conjugadas, varanda e um hall de entrada, conforme planta abaixo.

**Figura 4:** Planta baixa residência de 50m².

**Fonte:** Autor, 2020.

Sabendo que a fundação ou alicerce tem a função de apoiar a casa no terreno e a sua escolha depende do tipo de solo, como forma de comparativo dos dois sistemas construtivos partiu-se do princípio de fundação do tipo *radier*, um tipo de fundação em concreto armado, rápida e econômica, visto que a própria “laje” pode funcionar como contra piso, utilizando a espessura de 20 cm.

O sistema convencional é aquele composto por pilares, vigas e lajes de concreto armado, onde os vãos são preenchidos com tijolos cerâmicos para vedação, não recebendo assim o peso da construção, que é distribuído nos pilares, vigas, lajes e fundação, onde na construção dos pilares, vigas e lajes são usados aço estrutural e formas de madeira. Para base de cálculo do sistema construtivo convencional foram utilizados pilares e vigas em concreto armado e fechamento com alvenaria de blocos cerâmicos de 6 furos com dimensões de 9x14x24 cm, com espessura da parede de 10 cm. Sendo também as paredes revestidas com chapisco e reboco.

O sistema Wood Frame foi concebido utilizando as especificações do Diagrama do Sistema Construtivo Wood Frame - CONSTRUCTION MANUAL – Approved Methods realizando o levantamento de preços em janeiro de 2020, conforme pode ser observado na tabela 01.

**Tabela 1:** Comparativo de custo do Sistema Convencional e Wood Frame – 2020.

| ***Detalhamento*** | ***Sistema Construtivo Convencional - Alvenaria*** | ***Representação da Obra (%)*** | ***Sistema Construtivo Wood Frame*** | ***Representação da Obra (%)*** |
|---|---|---|---|---|
| *Infraestrutura* | R$4.023,01 | 7,35 | R$2.669,60 | 5,43 |
| *Estrutura - Paredes* | R$7.628,69 | 13,95 | R$9.690,96 | 19,73 |
| *Esquadrias* | R$3.285,87 | 6,01 | R$3.678,05 | 7,48 |
| *Cobertura* | R$3.861,02 | 7,06 | R$4.329,44 | 8,81 |
| *Impermeabilização* | R$864,10 | 1,58 | R$1.237,23 | 2,51 |
| *Revestimentos* | R$4.112,45 | 7,52 | R$4.921,44 | 10,02 |
| *Instalações Elétricas* | R$3.515,22 | 6,43 | R$688,00 | 1,40 |
| *Instalações Hidráulicas* | R$3.272,85 | 5,98 | R$2.007,82 | 4,08 |
| *Acabamentos* | R$1.902,42 | 3,48 | R$3.578,27 | 7,28 |
| *Pintura* | R$1.700,13 | 3,11 | R$1.186,59 | 2,41 |
| *Serviços Complementares* | R$399,79 | 0,73 | R$451,01 | 0,91 |
| *Mão de Obra* | R$20.096,91 | 36,76 | R$14.670,30 | 29,87 |
| ***Total*** | **R$54.662,45** | **100,00** | **R$49.108,72** | **100,00** |
| ***Custo por m²*** | **R$1.093,25** | | **R$982,17** | |

**Fonte:** Autor, 2020.

Após levantamento dos custos pode-se concluir que o sistema *Wood Frame* tem um custo 10% menor que o sistema convencional, além de poder verificar a maior diferenciação no detalhamento da obra, sendo a mão de obra que se aproxima do valor de 50 % de diminuição no sistema *Wood Frame.* Sendo este o grande diferencial do sistema juntamente com a otimização do tempo de execução da obra, considerando que se estima 5 meses para execução

de uma casa no padrão calculado para o sistema convencional e 2 meses para execução do sistema *Wood Frame.*

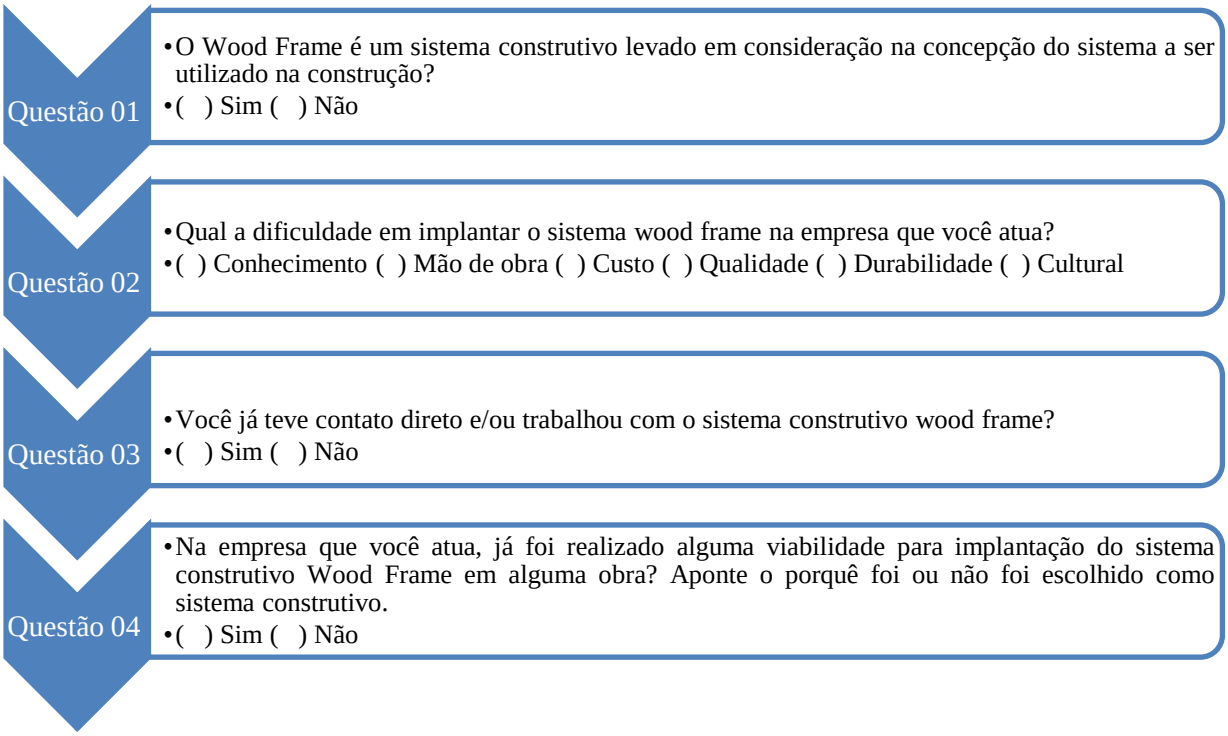
## 6 Resultado e Discussão

O sistema *Wood Frame* apresenta vantagens no desempenho termoacústico, praticidade de instalações e manutenções no sistema hidráulico e elétrico, além de uma redução drástica na utilização de concreto e aço, elementos que apresentam elevado consumo de recursos naturais e emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) em sua fabricação.

Lopes (2013) apresentou um estudo comparativo de custo, vantagens e desvantagens em obras de pequeno e médio porte entre o sistema em *Wood Frame* e a alvenaria convencional, após analises deparou-se com uma redução de 8% no custo por metro quadrado em relação ao sistema convencional, relacionando ainda uma redução de 60% entre os custos de mão de obra e de 9% entre os custos de materiais. Segundo Zenid (2001, p.1), essa resistência por parte da população brasileira em relação ao *Wood Frame* pode ser explicada devido à fatores históricos, tradição herdada por colonizadores espanhóis e portugueses.

Através do levantamento de custos que foi desenvolvido neste estudo podemos definir que a redução de custo no sistema *Wood Frame* foi de aproximadamente 10% em comparação ao sistema convencional e que a diferenciação no detalhamento – mão de obra obteve 50% de diminuição do que o sistema convencional.

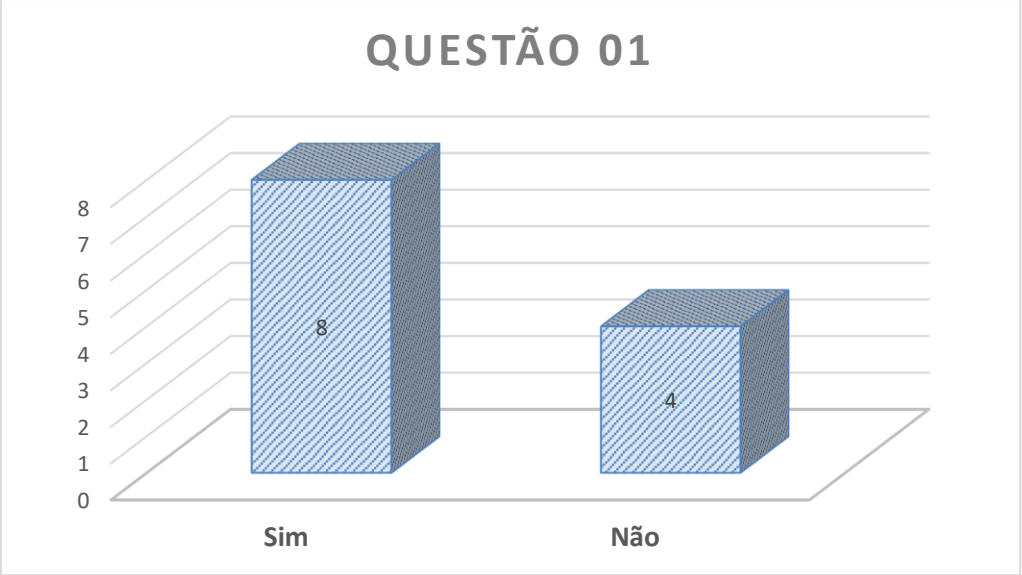
Ainda o estudo em questão com intuito de impulsionar, questionar e expandir o sistema construtivo *Wood Frame* na região sul do estado de Santa Catarina elaborou um questionário com quatro perguntas chaves para o entendimento do assunto. O questionário foi disseminado para 12 empresas e/ou engenheiros da região sul do estado de Santa Catarina mais precisamente das Cidades de Tubarão e Criciúma. No questionário as seguintes perguntas foram realizadas conforme Quadro abaixo.




Após análises das respostas obtidas foi possível elaborar gráficos para podermos definir e problematizar a questão do *Wood Frame* na região. Na Questão 01 onde pergunta ao construtor e/ou engenheiro se o sistema é levado em consideração no momento da concepção de um novo projeto a ser elaborado podemos verificar no Gráfico 01 que 66,66 % dos entrevistados afirmou que o *Wood Frame* é considerado no momento de decisão de qual sistema utilizar em contrapartida de 33,33 % que não considera.

Alguns interlocutores relataram a necessidade de mais profissionais da área (engenheiros e arquitetos) em difundir este sistema para que cada vez seja mais uma opção para a construção civil, além de relatarem que consideram ter pouco estudo neste seguimento para possa ter confiança em executar um projeto neste sistema. Também foi relatado que em um caso foi desenvolvido um projeto misto, no entanto o detentor da parte do *Wood Frame* tinha algumas restrições que inviabilizou o projeto, além de ser citado a questão da falta de mão de obra especializada.

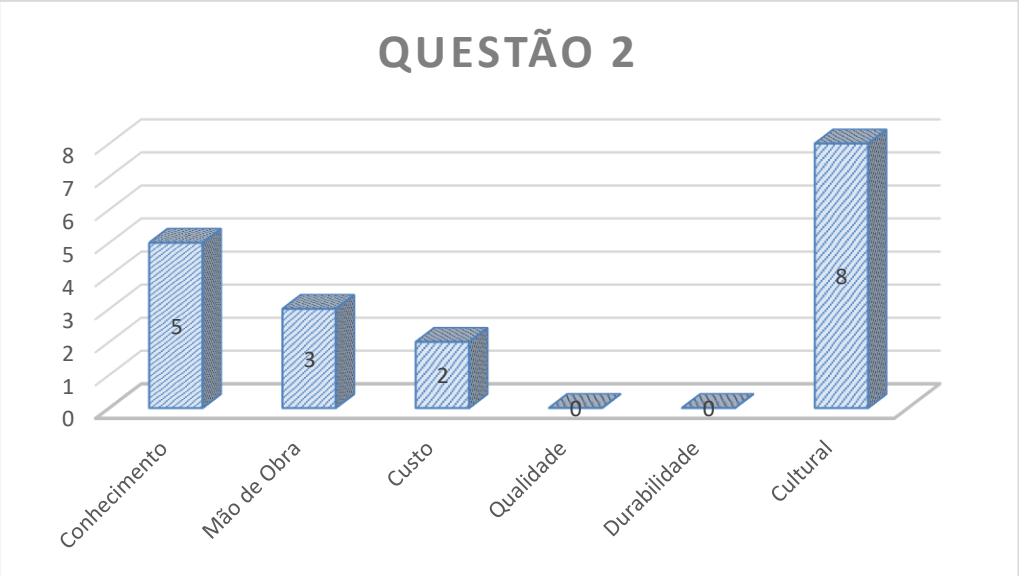
**Gráfico 1**: Resposta obtida através do Questionário - Questão 01.




**Fonte:** Autor, 2020.

Quando questionados qual seria a dificuldade em implantar o sistema *Wood Frame* na empresa que atua, a maioria dos entrevistados 66,66 % alegaram que o maior agravante neste caso seria o quesito cultural, 41,66 % creem que o conhecimento na área é um ponto dificultoso, 25 % apontaram sendo a mão de obra o ponto chave e 16,66 % responderam que o custo do sistema é o balizador para que este sistema não ser realizado, conforme pode ser comprovado no Gráfico 02.

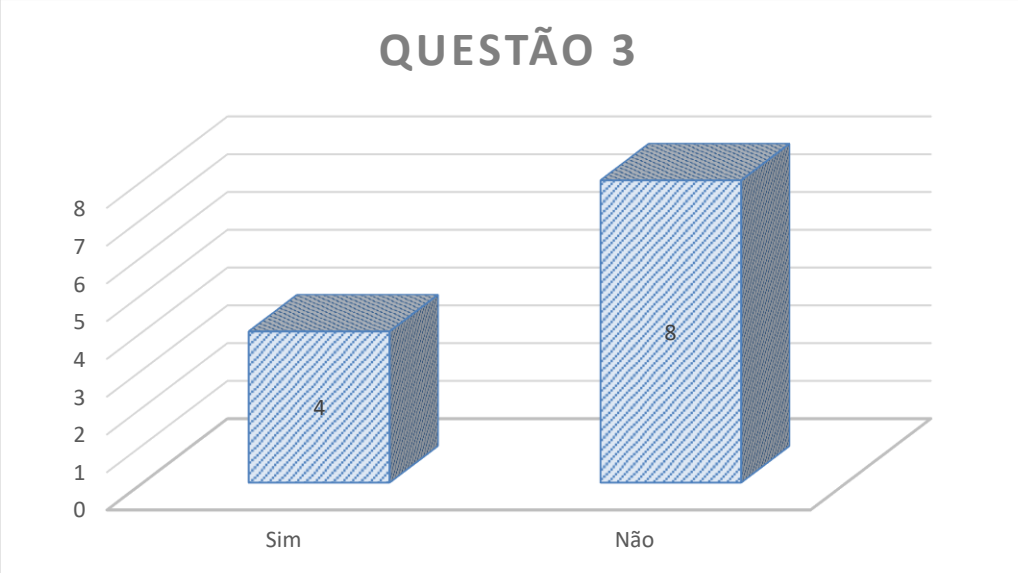
**Gráfico 2:** Resposta obtida através do Questionário - Questão 2.




**Fonte:** Autor, 2020.

No questionamento 03 onde foi levantado se o entrevistado já teve contato e/ou trabalhou com o sistema construtivo *Wood Frame*, pode-se verificar que a maioria 66,66 % dos entrevistados respondeu negativamente quanto ao indagado, ou seja, apenas 33,33 % já tiveram contato direto e/ou trabalhou com o sistema, também como pode ser verificado no Gráfico 3. Os entrevistados que responderam afirmativa, informaram que as obras utilizadas o sistema foram casa de praia, casa popular em loteamento e escritório.

**Gráfico 3:** Resposta obtida através do Questionário - Questão 3.

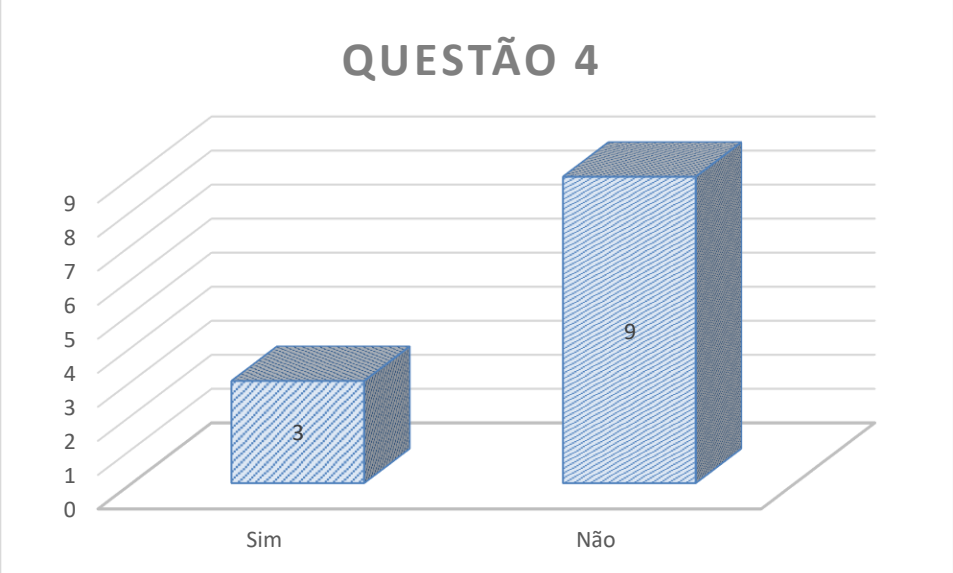



**Fonte:** Autor, 2020.

Finalizando o questionário com a pergunta 4, onde foi levantado se na empresa que você o entrevistado atua, foi realizado alguma viabilidade para implantação do sistema construtivo *Wood Frame* em alguma obra, obteve-se de retorno que 75% não realizaram viabilidade para construção através do sistema *Wood Frame*, ou seja, apenas 25% dos entrevistados em algum momento já realizou a viabilização deste tipo de sistema (Gráfico 4).

Nos relatos pode-se constatar que alguns empreendedores e/ou engenheiros já tentaram viabilizar este tipo de projeto, no entanto por falta de mão de obra, conhecimento e cultura, é um dos únicos sistemas que não é levado em consideração. No entanto foi relatado que financeiramente por estudos superficiais se mostrou viável e que a região teria capacidade para fornecer matéria prima de qualidade. Outro ponto apontado é a concorrência com o sistema Steel Frame que segundo o entrevistado é equivalente no custo para o cliente, foi relatado também o custo como empecilho.

**Gráfico 4:** Resposta obtida através do Questionário - Questão 4.




**Fonte:** Autor, 2020.

## 7 Conclusão

Através do estudo bibliográfico do tema e das respostas e estudos no sistema construtivo na região sul de Santa Catarina podemos verificar que o maior impasse em difundir este sistema construtivo é o ponto cultural. No Brasil e em Santa Catarina em primeiro momento por conta da colonização o sistema construtivo que foi difundido ao longo do tempo nos levou para a alvenaria convencional, sendo está aprimorada ao longo dos anos.

A produtividade de uma obra em *Wood Frame* está diretamente relacionada ao seu nível de industrialização, havendo otimização da gestão da produção possibilitando que várias atividades sejam executadas ao mesmo tempo. Um ambiente industrializado também permite redução de mão de obra, maior controle de qualidade e diminuição significativa dos desperdícios, de forma que o índice de perdas no *Wood Frame* é inferior a 10%, podendo ser reduzido com experiência.

No estudo foi possível concluir que mesmo após o comparativo de custos entre o sistema convencional e o sistema *Wood Frame* o que mostrou claramente que o sistema *Wood Frame* tem um custo aproximadamente 10 % inferior, além dos benefícios de eficiente e economia de tempo. No entanto posteriormente ao questionário realizado percebeu-se que as pessoas envolvidas neste ramo têm interesse em novas formas de construção, porém necessitam de profissionais qualificados além de todo infraestrutura para que consiga viabilizar a obra, onde Santa Catarina se mostra com grande potencial para este sistema construtivo.

# WOOD FRAME CONSTRUCTIVE SYSTEM IN THE SOUTH REGION OF SANTA CATARINA: BARRIERS AT THE ENTRY IN THE CIVIL CONSTRUCTION MARKET AND COST COMPARISON WITH A TRADITIONAL SYSTEM

Paulo Santos Heidemann

**Abstract:** The building sector in Brazil is living a huge transformation period, with the goal to seek effective solutions in terms of productivity, decrease operating costs, environmental commitment and to innovate in the construction sector as a whole, the Woodframe stands out as a constructive system. In this context, the Woodframe is based on the use of wooden uprights and closing panels linked with thermo-acoustic isolation, besides to be a constructive system that minimizes waste on the construction site is also a way to reduce the impacts against the environment. Although this system in Brazil is considered new, this technology has been consolidated for over 100 years in a bunch of countries like Canada, Germany, United States, and Chile. This academy research proposes a certain analysis applied in the southern region of Santa Satarina in order to point out the barriers to the widespread Woodframe in the construction sector. Therefore, was made bibliographic research of the theme, data collection and surveying about the building market in the southern region of the state of Santa Catarina, specifically in the cities of Tubarao and Criciuma. As a result, it can be seen that the adoption of this construction system instead of conventional construction depends mainly on a change of habit, deep knowledge about the theme and economic issues, but it is known that the system offers numerous benefits such as ease, engineering agility, and performance.

**Keywords:** Wood Frame. Construction. Innovation in the construction system. Construction in the southern region of santa catarina. Performance, Agility.

**Referências**

ALLEN, E.; THALLON, R. Fundamentals of Residential Construction. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.

AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION. Details for Conventional Wood Frame Construction. Washington, DC, 2001.

AMERICAN WOOD COUNCIL. Wood Frame Construction Manual for One- and TwoFamily Dwellings. Leesburg, VA, 2015.

ANDERSON, L. O. Wood Frame House Construction. Washington, DC: Forest Products Laboratory, 1975.

APA. Advanced Framing Construction Guide. Tacoma, WA, 2012.

CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. Dimensionamento de Elementos Estruturais de Madeira. Barueri: Manole, 2003.

CAMPOS, Rubens J. A. Diretrizes de Projeto para produção de habitações térreas com estrutura tipo plataforma e fechamento com placas cimentícias. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Edificação e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE HABITAÇÃO SOCIAL. Ciência e tecnologia, 2003, Florianópolis. Anais do I CTHab, 2003

DIAS, G. L. (2005). Estudo experimental de paredes estruturais de sistema leve em madeira (sistema plataforma) submetidas à força horizontal no seu plano. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de PósGraduação em Engenharia Civil. Florianópolis.

ESPÍNDOLA, Luciana da Rosa; INO, Akemi. Inserção e financiamento do sistema Wood Frame no programa Minha Casa Minha Vida. Maceió, 14 nov. 2014. Anual.

GIL, Antonio C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. 4ª Edição. São Paulo: Editora Atlas S.A. 2002. 175 f.

LOPES, Eduardo C. A. Tecnologias Sustentáveis em Obras de Pequeno e Médio Porte – Custos, Vantagens e Desvantagens no uso de Wood Frame. 2013, 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2013

MEIRELLES, C.; et al. A viabilidade das construções leves em madeira no Brasil. VIII SEMINÁRIO INTERNACIONAL DOS LARES, Anais… São Paulo, 2008

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, jul./dez. 2010.

MOURA, J. D. M.; BARNABÉ, M. F. Desenvolvimento de projeto de habitação de interesse social em madeira de reflorestamento. In:

PFEIL, W. M. Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro: LTC, 2003

RODRIGUES, F. C. Steel framing: engenharia (manual de construção em aço). Rio de Janeiro: CBCA, 2006.

ZENID, Geraldo J. Qualidade da Madeira para a Construção Civil. Revista da Madeira – REMADE, v. 71, nov. 2001.