

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
DANIEL SOARES DE MORAIS

VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA
NA REGIÃO CENTRO-OESTE DE MINAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

FORMIGA – MG
2018

DANIEL SOARES DE MORAIS

VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA NA
REGIÃO CENTRO-OESTE DE MINAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção de
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. César Augusto Silvino
Figueredo

FORMIGA – MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

M827 Morais, Daniel Soares de.

Viabilidade de utilização de sistemas construtivos em madeira na região centro-oeste de minas: um estudo exploratório / Daniel Soares de Morais. – 2018.

60 f.

Orientador: César Augusto Silvino Figueredo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Sistemas pre moldados. 2. Casa de madeira. 3. CLT. I. Título.

CDD 694

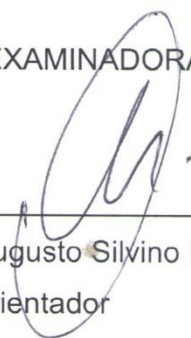
Catálogo elaborado na fonte pela bibliotecária
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

Daniel Soares de Moraes

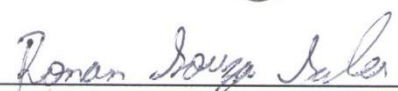
VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA NA
REGIÃO CENTRO-OESTE DE MINAS: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR-
MG, como requisito parcial para obtenção de
título de Bacharel em Engenharia Civil.

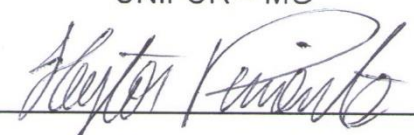
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. César Augusto Silvino Figueredo
Orientador



Prof. Dr. Ronan Souza Sales
UNIFOR – MG



Heytor Marcos Silva Pimenta
Engenheiro Civil

Formiga, 14 de novembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por este trabalho realizado, e por guiar-me e iluminar-me a cada dia.

Aos professores, que me proporcionaram um grande conhecimento durante todo o tempo de curso.

Ao meu orientador, Prof. Me. César Augusto Silvino Figueredo, pela orientação valiosa, ensinamentos e pela confiança durante a realização deste trabalho.

Aos professores, que gentilmente atenderam ao convite para participarem da banca examinadora.

À minha família, que foi essencial para a realização deste trabalho e não limitou esforços e apoio para a sua concretização; amigos e colegas pelo apoio incondicional e companheirismo durante todo o período do curso.

A todos aqueles que de alguma forma me ajudaram e sempre torceram por mim.

RESUMO

A madeira está sendo redescoberta como material de construção de excelência no Brasil e, principalmente, como um dos mais ecologicamente corretos. No cenário de produção de edificações sustentáveis, o sistema construtivo que utiliza painéis de madeira - largamente utilizados na Europa, EUA e Canadá - denominado *Cross Laminated Timber* (CLT), ocupa um lugar de destaque, especialmente pela possibilidade de usar madeira de reflorestamento. No Brasil o sistema de Madeira Laminada Colada (MLC) vem sendo empregado em diversas situações de projeto, porém sua utilização ainda não é massificada. Este trabalho tem como objetivo verificar os desafios para inserção desses sistemas construtivos na região centro-oeste mineira. Para a realização do estudo foram aplicados dois questionários, sendo um destinado a empresas do ramo de construção civil que produzem e fabricam os sistemas construtivos relacionados e outro a profissionais do setor da construção civil na região do centro-oeste de minas, onde foi possível conhecer a percepção destes quanto ao uso do CLT e do MLC no Brasil, das suas viabilidades técnicas e econômicas, assim como os principais obstáculos para seu uso efetivo na construção civil.

Palavras chave: Construção civil. Estruturas em madeira. Madeira Laminada.

ABSTRACT

Wood is being rediscovered as a building material of excellence in Brazil and, mainly, as one of the most ecologically correct. In the scenario of production of sustainable buildings, the construction system using wood panels - widely used in Europe, USA and Canada - called Cross Laminated Timber (CLT), occupies a prominent place, especially for the possibility of using reforestation wood. In Brazil, the Laminated Glued Wood (MLC) system has been used in several design situations, but its use is not yet widespread. This work aims to verify the challenges for the insertion of these construction systems in the central-west region of Minas Gerais. Two questionnaires were applied for the study, one for civil construction companies producing and manufacturing related construction systems and the other for civil construction professionals in the central-west region of Minas Gerais, where it was possible to know the perception of these as to the use of CLT and MLC in Brazil, its technical and economic feasibility, as well as the main obstacles to its effective use in civil construction.

Keywords: Civil construction. Structures in wood. Laminated wood.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Disposição das lâminas de madeira na produção do CLT.....	18
Figura 2 – Processo de acabamento.....	18
Figura 3 – Uso de painéis de CLT.....	19
Figura 4 – Edificações utilizando painéis de CLT.....	20
Figura 5 – Peça de CLT.....	21
Figura 6 – Configuração das camadas dos painéis de CLT.....	22
Figura 7 – A invenção de Hetzer.....	23
Figura 8 – Peça de MLC.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Tempo que trabalha com estruturas de madeira.....	29
Gráfico 2 – A empresa desenvolve projetos estruturais ou em parceria.....	29
Gráfico 3 - A empresa fabrica as peças estruturais ou é terceirizada a fabricação.....	30
Gráfico 4 - A empresa monta as estruturas no canteiro ou terceiriza a montagem.....	30
Gráfico 5 - Sistemas estruturais em madeira comercializados.....	31
Gráfico 6 – Principais tipologias de obras executadas.....	31
Gráfico 7 - Espécies de madeiras utilizadas.....	32
Gráfico 8 – Origem da madeira utilizada.....	32
Gráfico 9 - Tipo de certificação.....	33
Gráfico 10 - Estado de onde vem a madeira utilizada nas obras.....	33
Gráfico 11 - Comparado a estes sistemas, qual possui o valor mais próximo ao sistema comercializado pela empresa.....	34
Gráfico 12 – os sistemas atendem a NBR 15.575/2013.....	34
Gráfico 13 – Possibilidade de isolamento térmico e acústico em estruturas de madeira.....	35
Gráfico 14 – Possibilidade de utilização de acabamentos tradicionais.....	35
Gráfico 15 – Durabilidade do sistema.....	36
Gráfico 16 – Garantia sobre as casas.....	36
Gráfico 17 – Quantidade de operários para executar uma obra.....	37
Gráfico 18 - Fase mais demorada da execução da obra.....	37
Gráfico 19 – Possibilidade de montagem em tempo chuvoso.....	38
Gráfico 20 – Tipos de resíduos gerados.....	38
Gráfico 21 - A captação de clientes da empresa é prioritariamente via:.....	39
Gráfico 22 - Maiores desafios para a popularização dos sistemas construtivos em madeira no Brasil.....	39
Gráfico 23 - Vantagens principais, dos sistemas construtivos de madeira em comparação aos sistemas construtivos tradicionais.....	40
Gráfico 24 - Tempo de atuação no ramo de construção civil.....	41
Gráfico 25 - Principais tipologias de obra você/sua empresa executa.....	41

Gráfico 26 - Procura para projeto ou execução de uma edificação constituída integralmente de madeira.....	42
Gráfico 27 - Já trabalhou com algum sistema construtivo em madeira.....	42
Gráfico 28 - Se sim, qual sistema?.....	43
Gráfico 29 - Você/sua empresa tem conhecimento técnico do processo de produção e projeto de edificações em madeira?.....	43
Gráfico 30 – Considera sua formação suficiente para projetar ou executar uma obra utilizando integralmente estrutura de madeira.....	44
Gráfico 31 – Conhecimento sobre os sistemas construtivos MLC e CLT.....	44
Gráfico 32 – Conhecimento sobre as vantagens destes sistemas construtivos CLT e MLC.....	45
Gráfico 33 - Após ter visto os sites e vídeos, você teria interesse em utilizar esses sistemas em suas obras?.....	45
Gráfico 34 – Importância da oferta de informação complementar para trabalhar com estrutura em madeira.....	46
Gráfico 35 - O conhecimento dos sistemas construtivos CLT e MLC, pode aumentar o interesse do cliente por construir utilizando essa tecnologia.....	47
Gráfico 36 - Principais desafios para introduzir essa tecnologia na região?.....	47

LISTA DE SIGLAS

CLT - *Cross Laminated Timber*

MLC – Madeira Laminada Colada

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 Geral	15
2.2 Específicos	15
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1 Industrialização da construção civil: sistemas construtivos pré-moldados	16
3.2 Histórico do CLT	16
3.3 Processo produtivo.....	17
3.4 Usos potenciais.....	19
3.5 O uso do CLT no Brasil.....	20
3.6 O sistema CLT	22
3.7 O sistema MLC	24
4 METODOLOGIA	27
4.1 Tipos de Pesquisa.....	27
4.2 Amostragem	28
4.3 Objeto e sujeitos da pesquisa.....	28
4.4 Instrumentos de coleta de dados	28
4.5 Instrumentos de análise de dados.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1 Análise dos questionários aplicados a empresas do setor madeireiro	30
5.2 Análise dos questionários aplicados a empresas de construção civil	41
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS.....	52
APÊNDICE.....	54

1 INTRODUÇÃO

Conforme Passareli (2013), a preocupação atual com o uso de materiais sustentáveis na construção civil, tem feito com que a busca por alternativas renováveis passe a ser uma constante, buscando desta forma, reduzir os danos ambientais e os impactos causados pela indústria da construção civil.

De acordo com Crespell e Gagnon (2010), a madeira tem se tornado um material que tem ganhado cada vez mais destaque nas edificações, por apresentar diversas características positivas no que concerne à preservação do meio ambiente e pode ser utilizada para diversas finalidades.

Frente a estas questões, os produtos fabricados tendo como elemento principal a madeira, tem agregado tecnologias cada vez mais avançadas em seu processo de industrialização. Este fato tem tornado seu valor agregado mais alto e ampliado seu uso, especialmente em obras de construção civil. Um exemplo do uso da madeira é o *Cross Laminated Timber* (CLT) também conhecido como Madeira Laminada Colada Cruzada, um produto recentemente lançado no mercado, com uma estrutura inovadora, capaz de conferir solidez às construções, podendo ser utilizado para a construção de paredes, lajes e pisos, devido à sua versatilidade no que concerne à engenharia de estruturas (ECKER; MIOTTO; TURMINA, 2017).

Ecker, Miotto e Turmina (2017) ressaltam que, o CLT trouxe novos horizontes para a engenharia gerando benefícios diversos que são resultados do elevado nível presente nos processos de fabricação que, reduzem o tempo gasto nas obras, possui ainda uma relação mínima entre resistência e peso, podem ser usadas em construções de pavimentos múltiplos e apresentam isolamento térmico e acústico satisfatório. Os autores frisam que, o uso de madeira para finalidades estruturais ou não devem ser precedidas de um conhecimento acerca de suas propriedades físicas (condutibilidade térmica e massa volumétrica) e ambientais (material natural) e mecânicas (resistência e rigidez no seu plano e no plano perpendicular) e não apenas visando a economia.

O uso de painéis maciços produzidos por justaposição em camadas transversais de lâminas de madeira maciça fixadas entre si com o auxílio de adesivo estrutural pode formar painéis de tamanhos variados, sendo considerado uma evolução no que concerne à evolução e modernidade dos sistemas utilizados na engenharia e arquitetura (PASSARELI, 2013).

Sob esta ótica, o CLT tem sido cada vez mais requisitado para construção de moradias, pois proporcionam maior controle climático, devido às características naturais das madeiras que possuem grande capacidade de absorver ou liberar umidade para os ambientes, além de excelente isolamento térmico (CRESPELL; GAGON, 2010).

Somam-se às características acima citadas, a precisão do fechamento hermético nas edificações, o que por sua vez, reduz a perda de calor, diminuindo o gasto com energia para controlar a temperatura interna das moradias. Além disso, o sistema pré-fabricado utilizado CLT, possibilita um tempo menor na execução das obras, maior segurança, menor número de trabalhadores e geração mínima de resíduos (PASSARELI, 2013).

Observa-se, então, que o uso do CLT traz inúmeros benefícios à indústria da construção civil, à economia e fomenta o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, tendo em vista, reduzir o impacto deste tipo de indústria ao meio ambiente. Porém no Brasil seu uso ainda é pequeno tendo poucas referências de obras que fizeram uso da tecnologia. Em se tratando do contexto nacional as estruturas de madeira laminada colada (MLC) tem maior utilização, apesar de também se tratar de um uso incipiente. A madeira laminada colada é um dos produtos de madeira projetados mais antigos. É definido no método padrão ASTM D3737 para estabelecer tensões para madeira laminada colada estrutural como "um material colado a partir de peças de madeira adequadamente selecionadas e preparadas em forma reta ou curva com o grão de todas as peças essencialmente paralelas ao longitudinal eixo do membro " (SMULSKI, 1997, p.1)

Frente a estas questões, o estudo pretende analisar a viabilidade de inserção destes dois sistemas construtivos de madeira no contexto de obras realizadas na região centro-oeste mineira, sobretudo nas cidades ao redor de Formiga. Busca-se observar na percepção dos proprietários de fabricantes e de profissionais que atuam no setor da construção civil os desafios para essa inserção.

O estudo está estruturado em 6 capítulos, sendo o primeiro composto pela introdução, no qual foram feitas as considerações iniciais deste trabalho, o segundo com a apresentação dos objetivos que são pretendidos. No terceiro capítulo apresenta-se o embasamento teórico, no qual são descritos os tipos de sistemas construtivos pré-moldados, o histórico do CLT e seu processo produtivo, o uso potencial e seu uso no Brasil, relacionando a produção madeireira no país, os custos

e as oportunidades. No quarto capítulo descreve-se a metodologia utilizada. No quinto capítulo serão feitas análises acerca da utilização do CLT no município de Formiga e, por fim, no sexto e último capítulo são apresentadas as considerações finais deste estudo.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar os desafios para inserção de sistemas construtivos em madeira CLT e MLC na região centro-oeste de minas.

2.2 Específicos

- Verificar as espécies de madeira usadas na produção do CLT e do MLC;
- Analisar a percepção dos proprietários de fabricas de sistemas industrializados de madeira quanto aos sistemas construtivos CLT e MLC.
- Identificar as oportunidades e desafios para a utilização do CLT e do MLC, em edificações de acordo com os profissionais que atuam no setor da construção civil.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Industrialização da construção civil: sistemas construtivos pré-moldados

Com o grande crescimento de obras no Brasil, a demanda de solicitação de pré-fabricados pelas empresas construtoras vem aumentando significativamente. Novas estradas, pontes, viadutos vem sendo construídos com a intenção de atender as exigências e as necessidades da população (BASTOS, 2006).

Com a necessidade de desenvolvimento, cresce não só as construções de estradas e viadutos, mas também várias obras de grande expressão, como construções de shoppings, escolas, hotéis, centros esportivos, etc. É possível destacar, portanto, que o sistema de pré-fabricado possibilita uma maior rapidez nas construções, e também um enorme salto nos canteiros de obra, somando qualidade, segurança e acabamento, dando ao setor construtivo um ganho maior, devido a rapidez e eficiência (PHILLIPE, 2014).

Ao longo do tempo, novos projetos são solicitados às empresas do ramo, fazendo com que novos processos construtivos sejam desenvolvidos, criando a cada dia novos produtos. Com esta inovação, e o auxílio da tecnologia, o setor tende a crescer, fortalecendo e melhorando a cada dia as técnicas de produção, e qualificando ainda mais todo o setor produtivo, e assim, oferecendo produtos de qualidade, procurando satisfazer a necessidade do cliente (ALMEIDA, 2015).

3.2 Histórico do CLT

O desenvolvimento do CLT é recente, e ocorreu no início dos anos de 1990, nas cidades de Lausanne e Zurique – Suíça. Já em 1995 na Áustria, o somatório dos esforços de diversos segmentos voltados para a construção civil, promoveram o desenvolvimento do CLT, com características mais modernas (CRESPELL; GAGNON, 2010).

Na Áustria, em 1998, cerca de 25% das construções eram de madeira e, passados dez anos, em 2008, o uso do CLT impulsionou este número para 39%, devido aos movimentos em prol de construções verdes, e devido à eficiência do material, além de apresentar canais de marketing efetivos, que passaram a divulgar as vantagens do uso do CLT (TEISHINGER et al., 2011).

O crescimento do uso do CLT na Europa durante a primeira década -1998 a 2008 -, obteve um aumento no seu uso de cerca de 860%, sendo observado no ano 2000 uma produção estimada em 50 mil metros cúbicos e, em 2010, a produção saltou para 340 mil metros cúbicos, comprovando a sua eficiência na indústria da construção civil (BOURSCHEID; KNIESS; TEREZO, 2015).

3.3 Processo produtivo

Em virtude do tipo de material utilizado em sua produção, o CLT apresenta um nível elevado de pré-fabricação, possibilitando que, a madeira utilizada possa ser trabalhada tanto no próprio canteiro de obras, quanto em um espaço específico como uma fábrica onde todo o processo pode ser realizado (CRESPELL; GAGNON, 2010).

Os painéis de CLT podem conter em sua constituição três, cinco ou sete camadas de lâminas de madeira que, são coladas com adesivo umas às outras de modo perpendicular e, prensadas a temperaturas elevadas. As dimensões destes painéis podem chegar a 3 metros de largura por 16,5 metros de comprimento. Entretanto, sua metragem pode variar de acordo com cada fabricante ou necessidade do cliente (PASSARELI, 2013).

De acordo com Passareli (2013), a estabilidade dimensional, observada nos painéis de CLT, são conferidas, graças ao arranjo perpendicular observado entre as camadas. A exemplo, tem-se a madeira serrada tangencialmente de *Picea abies*, a qual apresenta uma variação de umidade entre 0,27 a 0,36%, mas quando esta é utilizada para fabricação do CLT, em virtude de sua laminação cruzada, a variação observada de mudança no teor de umidade da madeira varia em apenas 0,025%. Desta maneira, o uso de camadas perpendiculares torna o CLT resistente a esforços laterais que a edificação possa sofrer, devido à presença eventos climáticos de grande porte.

É importante que, as lâminas de madeira a serem usadas apresentem uma espessura variando de 19 a 40 milímetros e, sejam secas em estufas, tendo como objetivo baixar seu teor de umidade para um valor entre 10 a 14%, evitando desta forma, que ocorram rachaduras em sua superfície e impeça o ataque de agentes xilófagos nas peças, reduzindo sua resistência (CRESPER; GAGNO, 2010).

Após a secagem, as peças são submetidas a uma rigorosa análise, onde é utilizado um scanner e, são posteriormente separadas em virtude de sua resistência

mecânica, levando-se em consideração a presença de nós, trincas, inclinação das fibras entre outros. Finalizado este procedimento, as lâminas são conduzidas por esteiras até a fresa, para realização do entalhe múltiplo no topo destas e, na sequência faz-se a união de duas ou mais peças, pelas extremidades a fim de se obter o comprimento desejado do painel (PASSARELI, 2013).

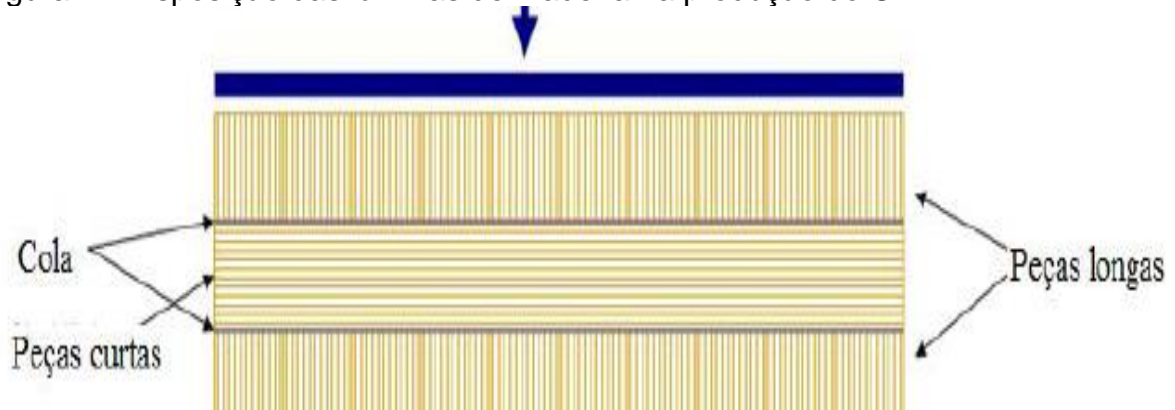
Entre os tipos de adesivos utilizados para unir as lâminas de madeira, os de poliuretano são os mais utilizados, devido ao fato de apresentarem maiores benefícios ambientais, ao não emitirem formaldeído. No entanto, seu uso deve ser feito quando o processo de cura da madeira já tiver sido concluído. Por este motivo, torna-se imprescindível que o processo de produção seja mecanizado e automatizado, tendo como objetivo tornar este processo mais ágil, evitando-se a cura do adesivo (PASSARELI, 2013).

Conforme Silva, Chirinéia e Barros (2016), existem fabricantes que optam por utilizar o adesivo somente nas faces das lâminas, alternando as camadas. Outros promovem também a adesivagem nas laterais das mesmas camadas, conferindo a elas fechamento hermético, considerado como mais vantajoso sob o ponto de vista energético, produzindo edificações mais eficientes e resistentes, principalmente às mudanças climáticas.

Em contrapartida, o uso de placas hermeticamente coladas, tem como desvantagem o fato de que estas não possam movimentar-se de maneira independente no sentido lateral. E por este motivo, podem apresentar fissuras resultantes de processos de retração das lâminas, causando prejuízo visual ao painel (SILVA; CHIRINÉIA; BARROS, 2016).

Na montagem dos painéis de CLT, as lâminas são dispostas lado a lado, estando paralelas entre si e, perpendiculares em relação à esteira oposta e, ao utilizar um guindaste de sucção a vácuo, as lâminas presentes em um dos lados é içada e depositada na mesa de laminação, onde um adesivo é espalhado na face das lâminas, reiniciando um novo processo de içamento de outra camada, até que se atinja a quantidade de camadas de cada painel (FIG. 1) (FRANÇA, 2012).

Figura 1 - Disposição das lâminas de madeira na produção do CLT.



Fonte: PASSARELI (2013).

Terminada a montagem dos painéis, estes passam por um processo onde são lixados, fornecendo acabamento final às superfícies externas, conferindo a estas um aspecto liso e homogêneo. A etapa final consiste no corte dos elementos construtivos em partes menores, de acordo com sua finalidade de uso. Nesta etapa ainda são realizados procedimentos de encaixe de topo ou face, quando o material for destinado à construção de paredes com aberturas para portas ou janelas, conforme apresentado na FIG. 2. (PASSARELI, 2013)

Figura 2 – Processo de acabamento



Fonte: PASSARELI (2013).

3.4 Usos potenciais

Os painéis de CLT são levados para as obras apresentando dimensões e formas previamente definidas pelo projeto construtivo. Desta forma, ao serem levadas ao seu destino, as estruturas são montadas por equipes de profissionais capacitados. Devido às dimensões dos painéis, a montagem das estruturas é rápida e fácil, podendo ser concluída em pouquíssimo tempo (FIG. 3) (BARRAL; COSTA, 2013).

Figura 3 – Uso de painéis de CLT



Fonte: COSTA (2013)

Verifica-se que, o CLT apresenta uma série de vantagens relativas ao processo construtivo de edificações, pois em virtude da rapidez na execução do projeto, há um rigoroso cuidado com a segurança da obra, além de apresentar como vantagem, a redução dos custos, se comparada às obras onde é utilizado concreto (BARRAL; COSTA, 2013).

Outras vantagens do uso do CLT, de acordo com Barral e Costa (2013) residem no uso de materiais mais leves, mão-de-obra reduzida, redução nos níveis de ruídos, uso de materiais previamente projetados para cada função e diminuição significativa dos resíduos na obra.

Quanto ao uso, os painéis de CLT podem ser utilizados para a montagem de paredes, lajes e pisos. Trata-se de um processo simples de montagem, onde quase não há uso de água ou outro tipo de líquido. A facilidade na aplicação de sistemas técnicos e, revestimentos internos e externos, também é observada neste tipo de edificação. Além disso, este tipo de construção produz o mínimo de impacto negativo no seu entorno, devido ao fato de praticamente não haver geração de resíduos sólidos que possam afetar o meio ambiente (TORRES, 2010).

3.5 O uso do CLT no Brasil

Apesar das inúmeras vantagens já destacadas neste estudo, sobre o uso de sistemas construtivos utilizando painéis de CLT, no Brasil, ainda é possível verificar que poucos estudos são desenvolvidos e, o uso da madeira como base das edificações (FIG. 4) praticamente não é utilizado, pois no país, este tipo de material

apresenta custo elevado e, a madeira ainda tem a maior parte de sua produção destinada às indústrias de papel e celulose (PASSARELI, 2013).

Figura 4 – Edificações utilizando painéis de CLT



Fonte: ArchDayle (2018)

De acordo com Lucena (2017, p. 15) o uso pouco significativo da madeira para edificações deve-se ao seguinte fato:

a madeira ainda é subutilizada no setor da construção civil, segundo Szücs (apud Meirelles, 2007). O uso de técnicas construtivas inadequadas no Brasil, ao longo de sua história, fez com que as construções em madeira sejam sinônimos de sub-habitação ou de pouca durabilidade. Os novos paradigmas de sustentabilidade e as transformações que a sociedade vem passando fazem com que esse estigma necessite ser revisto.

Outro fator a ser levando em consideração é relativo aos custos para implantação de uma indústria para fabricação do CLT. Pois tal investimento requer maquinário com tecnologia de ponta; cuidados com o local no qual será localizada a unidade fabril, pois requer verificação sobre a disponibilidade de matéria prima; estudo do mercado potencial para aceitação e consumo dos produtos (BOURSCHEID; KNISS; TEREZO, 2015).

Por ser um produto novo no Brasil, o empreendedor, antes de promover a instalação de uma indústria, estar ciente que, a conquista deste mercado irá levar

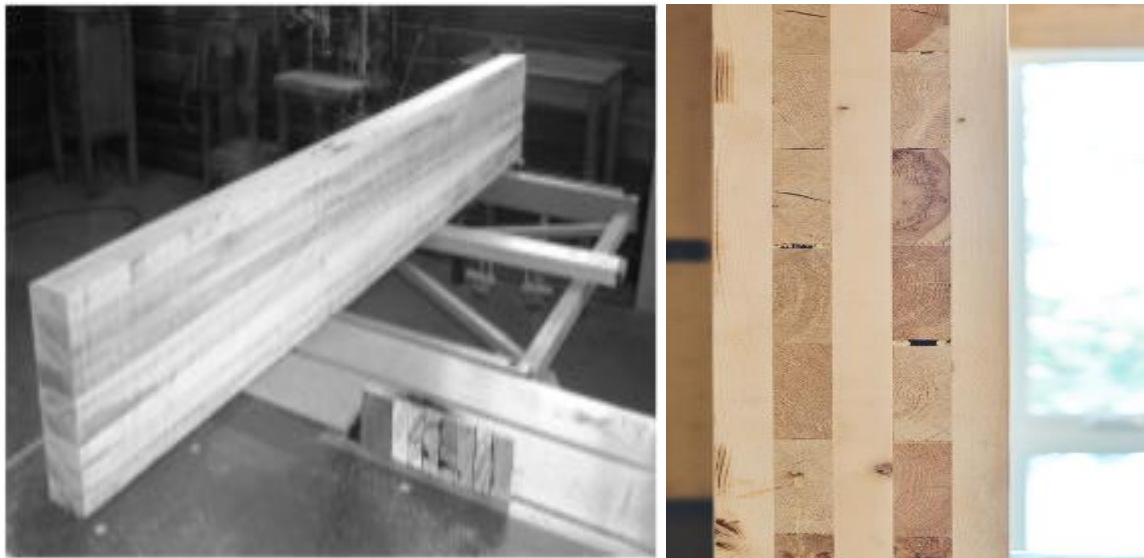
tempo e, para tornar o produto melhor aceito, deve investir na divulgação das vantagens de seu uso, apontando os benefícios da relação custo-benefício, para toda a sociedade (PASSARELI, 2013).

É importante destacar que, no Brasil há um vasto potencial para o uso de madeira na construção civil, pois no país são utilizadas espécies que apresentam rápido crescimento florestal, como o Pinus e o Eucalipto, que apresentam valor agregado elevado, e que possuem desempenho comparado às madeiras utilizadas em países europeus ou na América do Norte, nos quais o uso do CLT na construção civil é altamente difundido (LUCENA, 2017).

3.6 O sistema CLT

A indústria da construção civil é atualmente um dos maiores produtores de resíduos sólidos do mundo. No Brasil este setor representa cerca de 50% a 70% do total de resíduos sólidos produzidos. Uma forma de reduzir o descarte de grandes volumes de resíduos sólidos pode ser solucionada com o uso do Cross Laminated Timber (CLT) (FIG. 5). Este tipo de material destaca-se por sua resistência, aparência, versatilidade e sustentabilidade (MAGALHÃES; SANTOS, 2009).

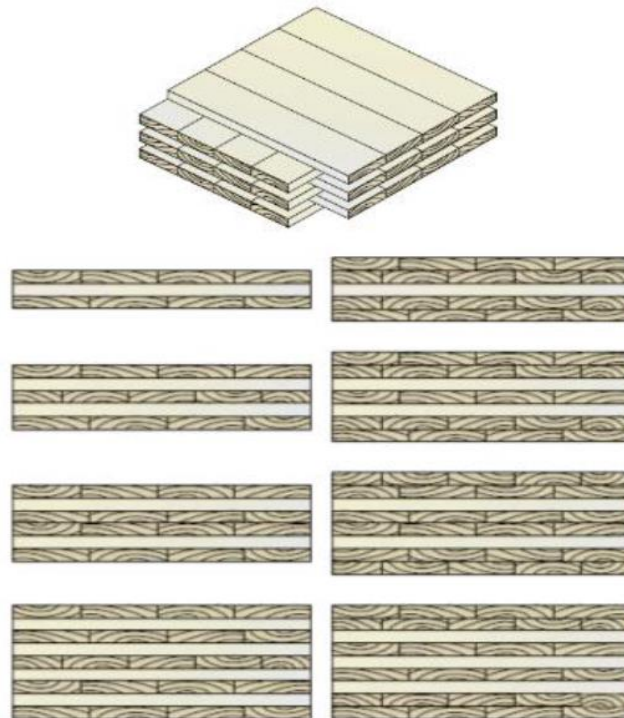
Figura 5 – Peça de CLT



Fonte: <https://www.apawood.org/cross-laminated-timber>

De acordo com Ecker, Miotto e Turmina (2017) o material consiste em tábuas (ou lamelas) de madeira serrada, colada e em camadas, onde cada camada é orientada perpendicularmente à anterior (FIG. 6). Ao unir camadas de madeira em ângulos perpendiculares, a rigidez estrutural do painel é obtida em ambas as direções, tornando-se semelhante à madeira compensada, mas com componentes mais espessos. Desta forma, o painel possui grande resistência à tração e compressão.

Figura 6 – Configuração das camadas dos painéis de CLT



Fonte: Alencar (2015)

O CLT é um material classificado como sustentável pois trata-se de um composto de madeira, geralmente proveniente de reflorestamentos, e não requer a queima de combustíveis fósseis durante sua produção (MIOTO; DIAS, 2009).

Desta forma Barbosa (2008) ressalta que o CLT tem sido utilizado para infraestrutura e apoio em grandes obras, como formas para a concretagem de pontes, ou ainda como bases para tratores em terrenos instáveis durante a construção de barragens.

Seu potencial para pequenas construções tem sido observado devido à sua aparência e resistência estrutural. Atualmente, existem edificações de múltiplos pavimentos sendo construídos com peças CLT. Os painéis podem funcionar como

paredes, pisos, móveis, tetos e telhados, uma vez que a espessura e o comprimento da CLT podem ser adaptáveis às demandas de cada projeto (ALENCAR, 2015).

De modo geral, os painéis feitos de CLT são montados e cortados em sua produção, já prevendo as juntas e aberturas especificadas no projeto. As peças são então transportadas para o local e, em seguida, a montagem é feita no próprio local da obra (PASSARELI, 2013).

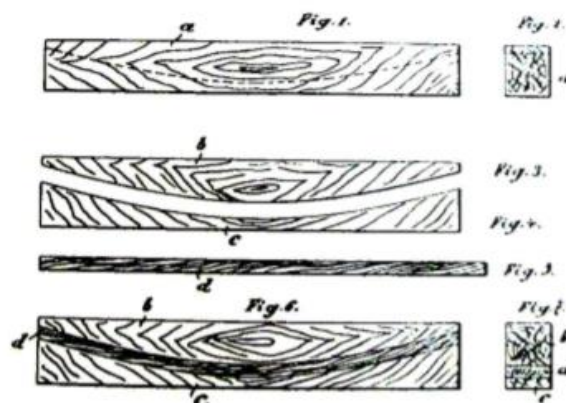
Alencar (2015) ressalta que, outro fator de grande relevância em projetos com CLT, é a rapidez no processo de construção no local. Assim, apesar de ser um processo rápido e seco, com muito pouca geração de resíduos, o custo do material ainda é considerado elevado. Entretanto, fatores como menor tempo de construção, maior controle de qualidade e limpeza podem ser levados em consideração ao fazer sua escolha.

Considerando que a indústria da construção ainda depende fortemente de recursos não renováveis, o CLT pode ser uma excelente opção no que concerne à escolha de materiais de construção.

3.7 O sistema MLC

A madeira laminada colada ou MLC, foi usada pela primeira vez em 1893 para construir um auditório na Basileia, na Suíça. Patentado como o "Sistema Hetzer" (FIG. 7), ele usava adesivos que, pelos padrões atuais, não apresentavam resistência à água. Como consequência, suas aplicações limitavam-se a condições de uso a seco.

Figura 7 – A invenção de Hetzer

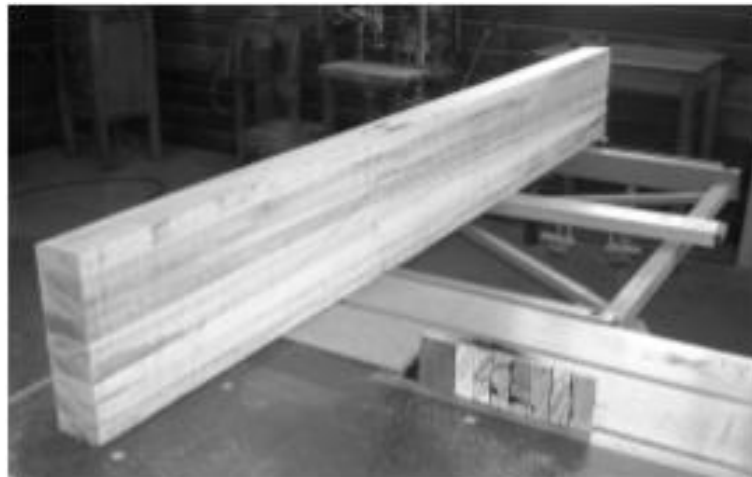


Fonte: Gonçalves (2012)

Um dos primeiros exemplos de arcos de madeira laminada colada, projetados e construídos usando princípios de engenharia, é um edifício erguido em 1934 no Forest Products Laboratory, em Madison, Wisconsin (SHIGUE, 2018).

Durante a Segunda Guerra Mundial, a necessidade de grandes membros estruturais para a construção de edifícios militares, como armazéns e cabides de aeronaves, despertou interesse adicional em madeira laminada colada. O desenvolvimento de adesivos de resina sintética à prova d'água permitiu o uso de madeira laminada colada em pontes e outras aplicações externas, onde os membros precisavam de tratamento preservativo. No início da década de 1950, havia pelo menos uma dúzia de fabricantes de madeira laminada colada nos Estados Unidos. A fabricação de madeira laminada colada deve seguir os padrões nacionais reconhecidos para justificar os valores especificados do projeto de engenharia a ela atribuídos. A madeira laminada colada adequadamente fabricada demonstra um equilíbrio no desempenho estrutural entre a qualidade da madeira e a das ligações adesivas (FIG. 8) (MAGALHÃES; SANTOS, 2009).

Figura 8 – Peça de MLC



Fonte: Miotto; Dias (2009)

De acordo com Passareli (2013) o processo de fabricação de madeira laminada colada consiste em quatro fases:

1. secagem e classificação da madeira
2. terminar a junção da madeira em laminações mais longas
3. face colando as laminações
4. acabamento e fabricação

Um tratamento de quinta fase - preservativo - é necessário naquelas aplicações onde a madeira laminada colada será usada em ambientes com alto teor de umidade ou ao ar livre. Um último passo importante é a proteção da madeira laminada colada contra a absorção de umidade e a deterioração da superfície durante o transporte, armazenamento e manuseio (SHIGUE, 2018).

4 METODOLOGIA

A metodologia tem como objetivo descrever o tipo de pesquisa que foi utilizada bem como apresentar os conceitos e técnicas que foram utilizadas. Desta maneira, o tipo de pesquisa, tipo de amostragem, objeto de estudo, natureza da pesquisa e forma de aplicação do instrumento de pesquisa, foram aqui apresentados.

4.1 Tipos de Pesquisa

De acordo com Lakatos e Marconi (2001), a pesquisa pode ser considerada um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade e para descobrir verdades parciais. Significa muito mais do que apenas procurar a verdade, ou seja, busca encontrar respostas para questões propostas, utilizando métodos científicos.

Neste estudo, essa pesquisa científica possui a seguinte classificação como: pesquisa bibliográfica, de campo, sendo uma pesquisa qualitativa e quantitativa, se classificando como descritiva.

A pesquisa bibliográfica, de acordo com Lakatos e Marconi (2001) descreve toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo. Gil (2009) também afirma que a principal vantagem da pesquisa bibliográfica é permitir ao investigador uma ampla cobertura dos fenômenos.

A pesquisa de campo tem como objetivo principal conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar. (LAKATOS; MARCONI, 2001).

A pesquisa qualitativa busca identificar os aspectos subjetivos em relação aos fatos e as relações organizacionais pesquisadas. Segundo Gil (2006), a pesquisa qualitativa inclui a consideração dos diferentes pontos de vista dos envolvidos, o que possibilita a captura de sua perspectiva.

Segundo Cervo, Bervian e Silva (2007) a pesquisa quantitativa considera o que pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão). O autor ainda afirma que, a pesquisa quantitativa lida com fatos

(tudo aquilo que pode se tornar objetivo por meio da observação sistemática; evento bem especificado, delimitado e mensurável).

No que se refere à pesquisa descritiva, esta tem como objetivo principal descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. (GIL, 2009). A pesquisa é descritiva porque observará, registrará, analisará e correlacionará fatos, sem manipulá-los, isto é, sem interferência do pesquisador. (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007).

4.2 Amostragem

A amostragem pode ser caracterizada como aleatória simples por acessibilidade. Assim, a amostra foi composta por 3 empresas que trabalham com fabricação de sistemas industrializados de madeira – CLT e MLC para construção civil, que responderam ao questionário composto por perguntas estruturadas.

Foi também aplicado um questionário estruturado para 8 profissionais que atuam no segmento da construção civil na região centro-oeste de Minas na região de Formiga.

4.3 Objeto e sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram proprietários ou gerentes de empresas que atuam no setor madeireiro, sendo que os sujeitos de pesquisa foram investigados com o intuito de compreender os sistemas construtivos de madeira tradicionais estabelecendo um comparativo entre o MLC e o CLT, no que tange à viabilidade do seu uso.

4.4 Instrumentos de coleta de dados

Para coleta dos dados foram aplicados questionários estruturados, enviados às empresas por meio do Google Forms e, posteriormente devolvidos ao responsável pelo estudo.

De acordo com Gil (2009), o questionário é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas pelo informante, sem a presença de um entrevistador. É definido como uma técnica de

investigação composta por um número mais ou menos elevado de questões, tendo como objetivo o conhecimento de suas opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, experiências.

4.5 Instrumentos de análise de dados

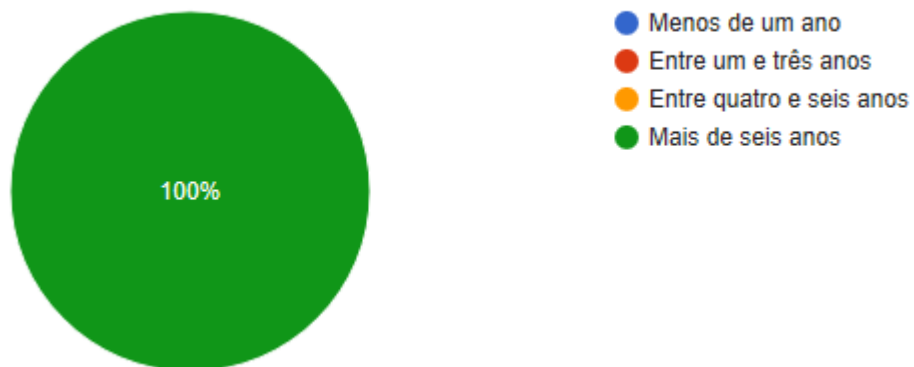
A análise dos dados do presente estudo foi feita por meio de estatística descritiva do estudo dos questionários aplicados realizando-se a tabulação dos mesmos em planilhas e dispostos posteriormente em gráficos, utilizando o software Excel versão 2010, para serem interpretados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise dos questionários aplicados a empresas do setor madeireiro

Primeiramente foi questionado aos proprietários de fabricas de sistemas industrializados de madeira – CLT e MLC, a quanto tempo eles trabalham com estruturas de madeira, e, de acordo com as respostas obtidas e apresentadas no GRÁF. 1, todos afirmaram estar no mercado a mais de seis anos.

Gráfico 1 – Tempo que trabalha com estruturas de madeira



Fonte: Dados da pesquisa

No que concerne ao desenvolvimento de projetos estruturais, estes são elaborados exclusivamente pela própria empresa, não sendo realizado nenhum tipo de parceria com outras empresas, conforme apresentado no GRÁF. 2.

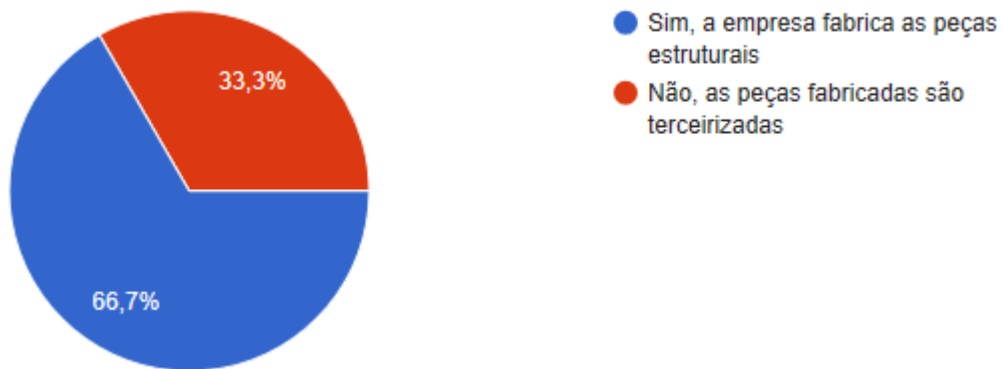
Gráfico 2 – A empresa desenvolve projetos estruturais ou em parceria



Fonte: Dados da pesquisa

Perguntou-se aos participantes se a empresa fabrica as peças estruturais ou se estas têm seu processo de fabricação terceirizado e, de acordo como GRÁF. 3, 66,7% das empresas fabrica as peças estruturais, enquanto 33,3% recorrem a empresas terceirizadas na sua fabricação.

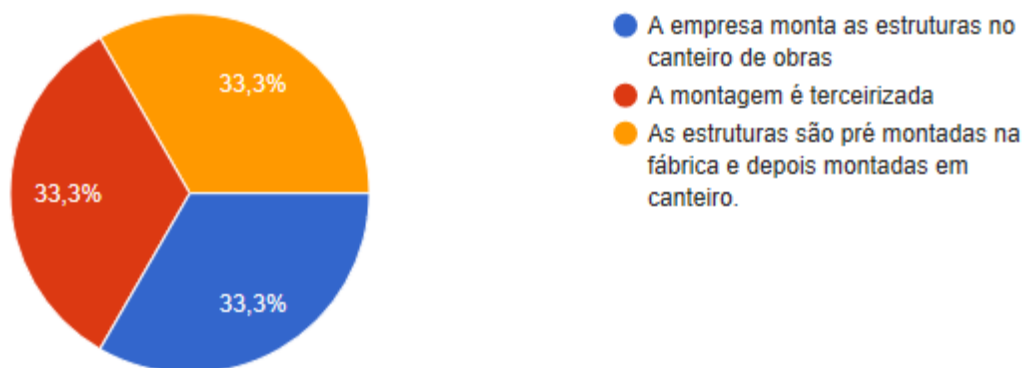
Gráfico 3 - A empresa fabrica as peças estruturais ou é terceirizada a fabricação



Fonte: Dados da pesquisa

No que tange à montagem das estruturas, verifica-se no GRÁF. 4 que, 33,3% das empresas montam as estruturas no canteiro de obras; 33,3% tem a montagem terceirizada e, outros 33,3% assinalaram que as estruturas são pré-montadas na fábrica e sua montagem definitiva é feita no canteiro de obras.

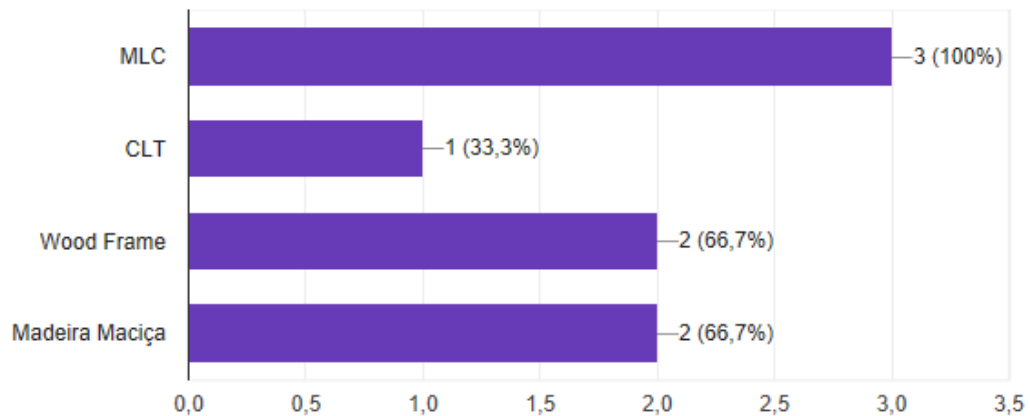
Gráfico 4 - A empresa monta as estruturas no canteiro ou terceiriza a montagem



Fonte: Dados da pesquisa

Entre os sistemas estruturais de madeira mais comercializados, observa-se no GRÁF. 5 que 100% dos entrevistados assinalaram vender MLC; 33,3% o CLT; 66,7% Wood Frame e 66,7% madeira maciça, ressalta-se que, nesta questão, os participantes puderam assinalar mais de uma opção.

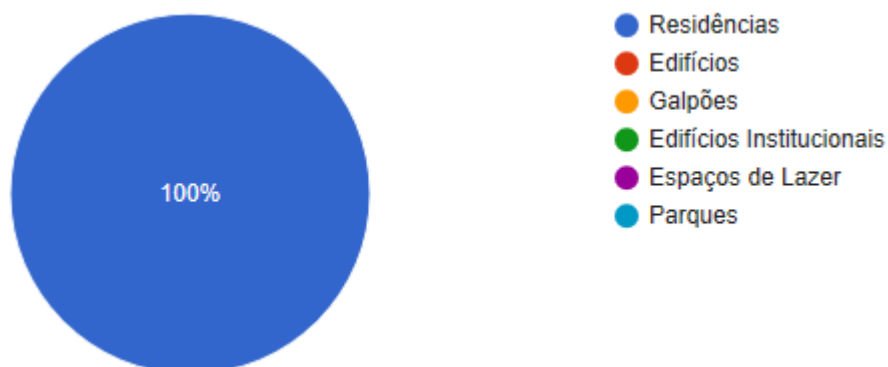
Gráfico 5 - Sistemas estruturais em madeira comercializados



Fonte: Dados da pesquisa

Entre as principais tipologias de obras executadas, 100% dos participantes assinalou que elas são predominantemente executadas em residências (GRÁF. 6).

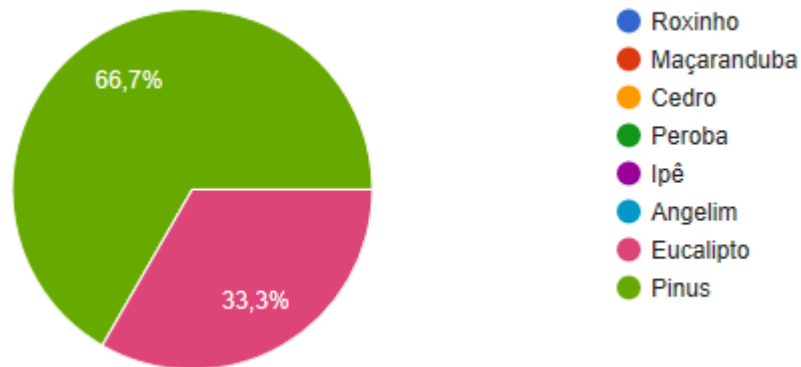
Gráfico 6 – Principais tipologias de obras executadas



Fonte: Dados da pesquisa

Sobre as espécies de madeiras utilizadas, verifica-se no GRÁF. 7 que, 33,3% das empresas faz uso de Eucalipto e, 66,7% de Pinus.

Gráfico 7 - Espécies de madeiras utilizadas



Fonte: Dados da pesquisa

Quanto à origem da madeira utilizada pelas madeireiras, é possível verificar pelo GRÁF. 8 que, estas são provenientes de reflorestamento em 100% das empresas. Além disso, todos os entrevistados assinalaram que a madeira possui certificação.

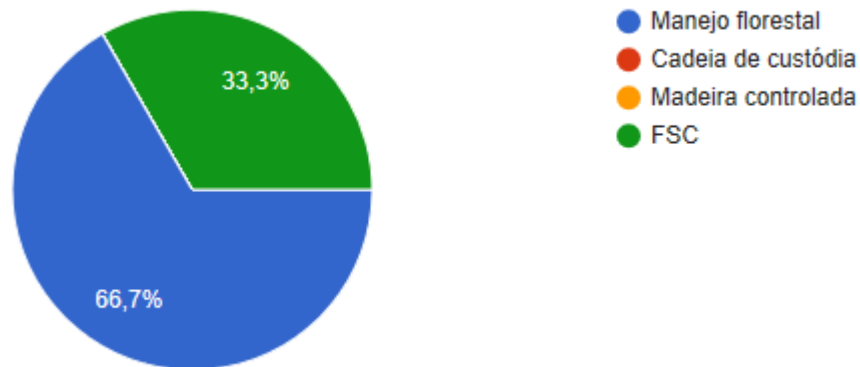
Gráfico 8 – Origem da madeira utilizada



Fonte: Dados da pesquisa

Sobre o tipo de certificação, verifica-se no GRÁF. 9 que, 33,3% são certificadas pela FSC e, 66,7% possuem certificação de manejo florestal.

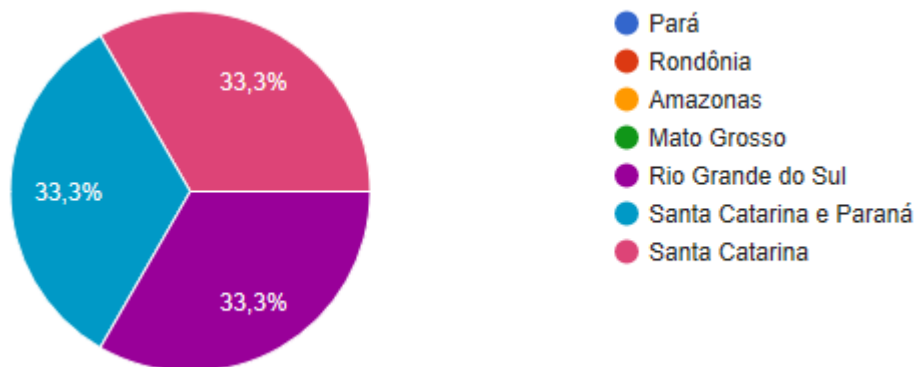
Gráfico 9 - Tipo de certificação



Fonte: Dados da pesquisa

Buscou-se conhecer de quais estados vem a madeira utilizada nas obras e, de acordo com o GRÁF. 10, 33,3% assinalaram que a madeira vem do Rio Grande do Sul; 33,3% de Santa Catarina e Paraná e, 33,3% somente do estado de Santa Catarina.

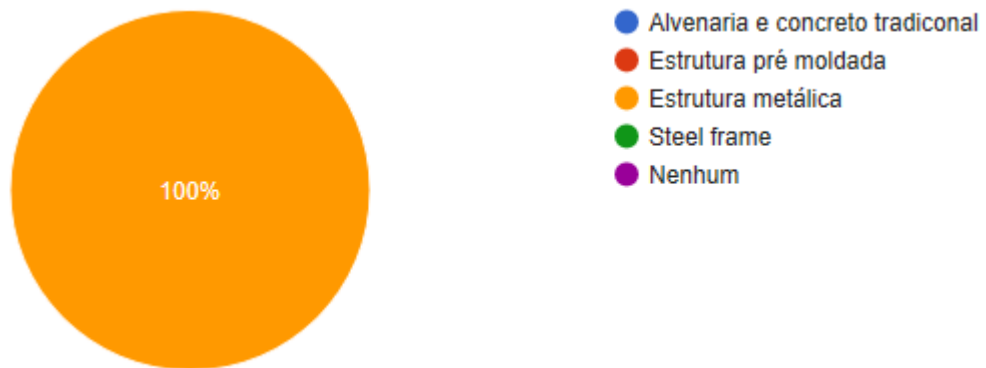
Gráfico 10 - Estado de onde vem a madeira utilizada nas obras



Fonte: Dados da pesquisa

Foi perguntado aos participantes se ao realizarem os sistemas construtivos de madeira a outros sistemas utilizados, qual possui valor mais próximo ao sistema comercializado pela empresa e, conforme o GRÁF. 11, 100% dos participantes, o sistema com valor mais próximo é o de estruturas metálicas.

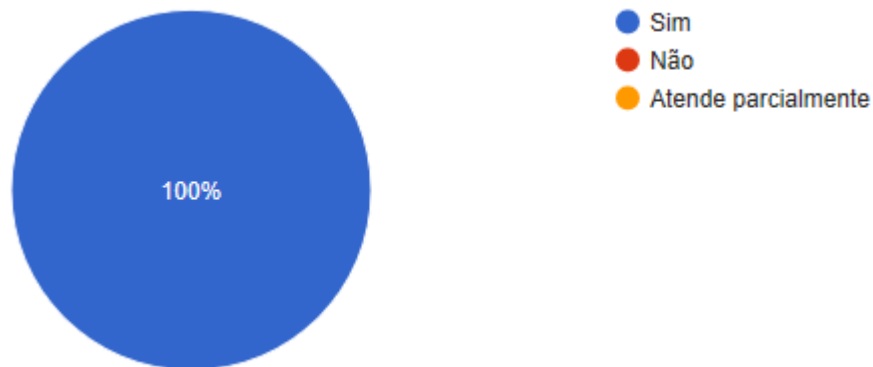
Gráfico 11 - Comparado a estes sistemas, qual possui o valor mais próximo ao sistema comercializado pela empresa



Fonte: Dados da pesquisa

O atendimento à norma (NBR 15.575/2013) de desempenho das edificações habitacionais é de grande importância, e o atendimento à mesma é confirmado por 100% dos participantes do estudo, como é possível observar no GRÁF. 12.

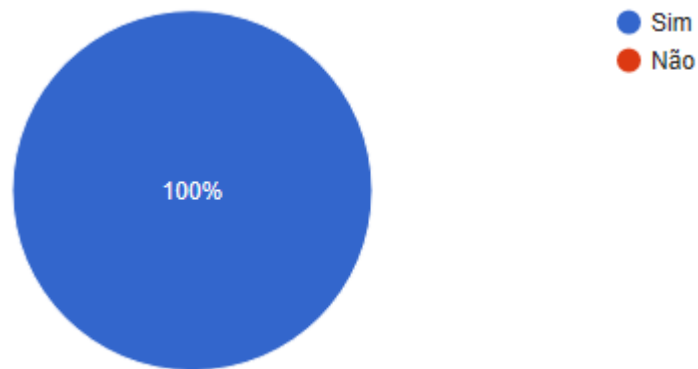
Gráfico 12 – os sistemas atendem a NBR 15.575/2013



Fonte: Dados da pesquisa

Os participantes afirmaram também em sua totalidade que a execução de isolamento térmico e acústico é possível em estruturas de madeira (GRÁF. 13).

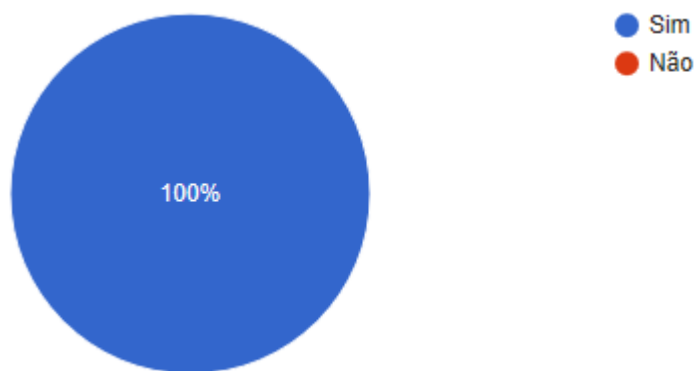
Gráfico 13 – Possibilidade de isolamento térmico e acústico em estruturas de madeira



Fonte: Dados da pesquisa

Além disso, é possível ainda a utilização de acabamentos tradicionais como cerâmicas, porcelanatos, madeira, piso laminado, vidro entre outros em edificações que utilizam sistemas fabricados em madeira, conforme resposta dos participantes e apresentadas no GRÁF. 14.

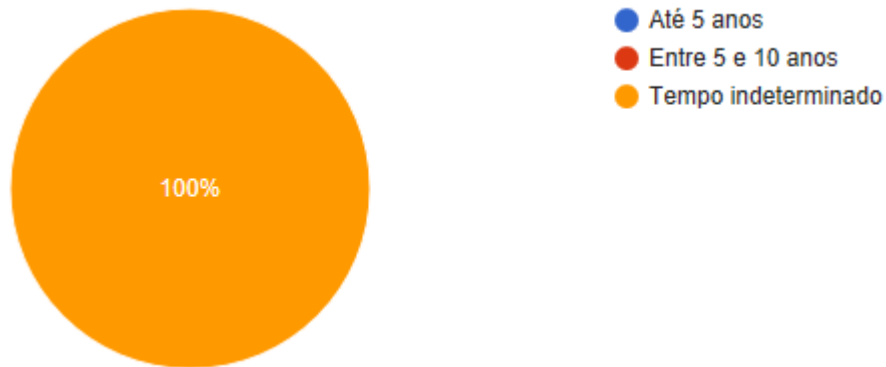
Gráfico 14 – Possibilidade de utilização de acabamentos tradicionais



Fonte: Dados da pesquisa

No que concerne à durabilidade do sistema, todos os participantes assinalaram que se as manutenções forem feitas corretamente, a duração do sistema possui tempo indeterminado, conforme apresentado no GRÁF. 15.

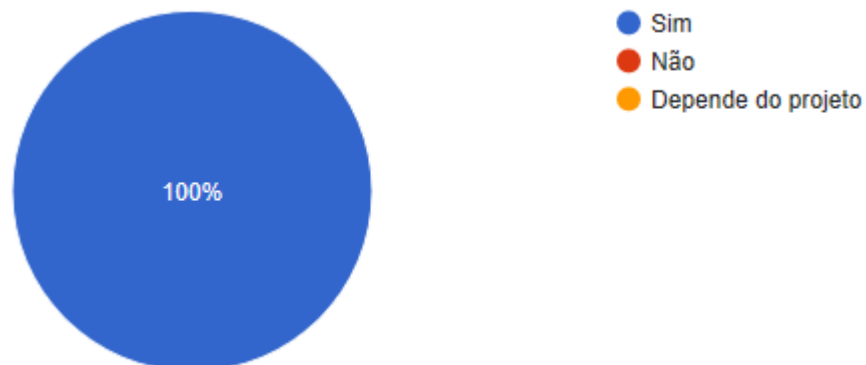
Gráfico 15 – Durabilidade do sistema



Fonte: Dados da pesquisa

É importante ressaltar que, as empresas oferecem garantias sobre as casas, independentemente do tipo de projeto, sendo que a garantia oferecida é superior a 10 anos.

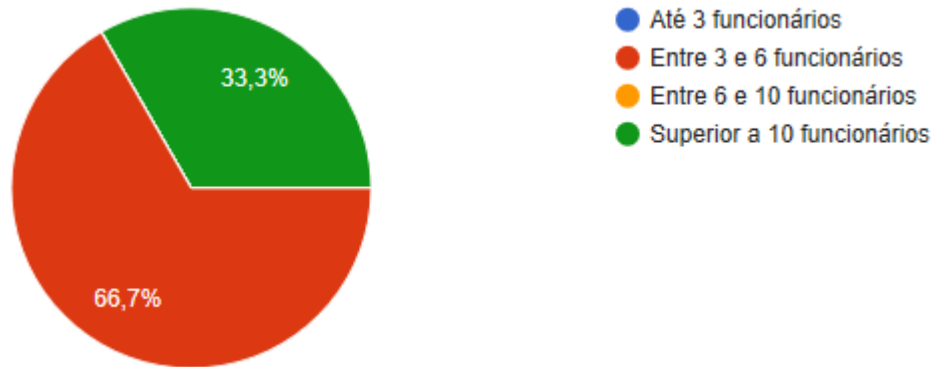
Gráfico 16 – Garantia sobre as casas



Fonte: Dados da pesquisa

Foi perguntado aos participantes qual o tempo aproximado para a execução do projeto de uma obra de aproximadamente 200m², e, de acordo com os respondentes, o tempo médio é de 1 mês. Para tanto, a quantidade de operários para 33,3% dos entrevistados deve superior a 10 e, para 66,7% entre 3 e 6 funcionários, conforme apresentado no GRÁF. 17.

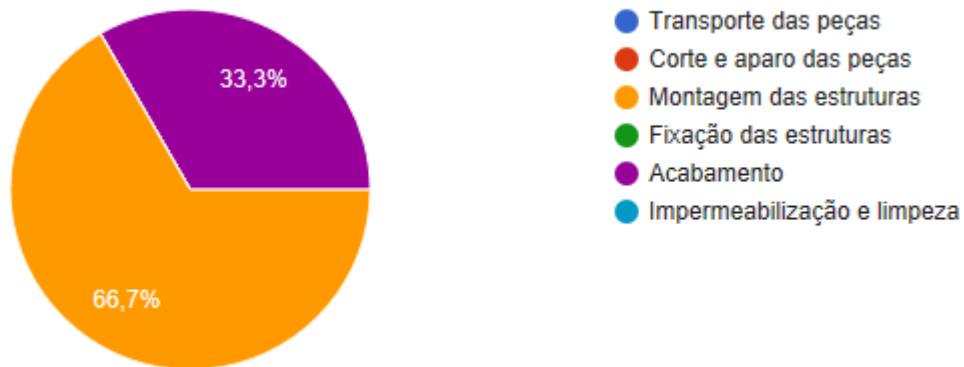
Gráfico 17 – Quantidade de operários para executar uma obra



Fonte: Dados da pesquisa

Ao serem questionados sobre qual a fase mais demorada da execução da obra, observa-se pelo GRÁF. 18 que, para 33,3% é a fase de acabamento e, para 66,7% a fase mais demorada é a montagem das estruturas.

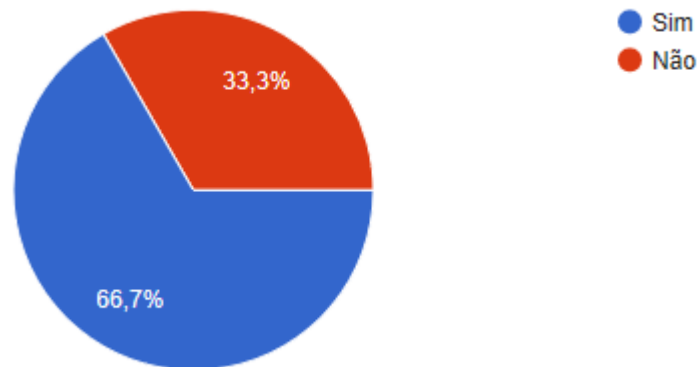
Gráfico 18 - Fase mais demorada da execução da obra



Fonte: Dados da pesquisa

Perguntados se é possível realizar a montagem das estruturas em períodos chuvosos, o GRÁF. 19 demonstra que, 66,7% dos participantes assinalaram que sim, enquanto que, para 33,3% não existe esta possibilidade.

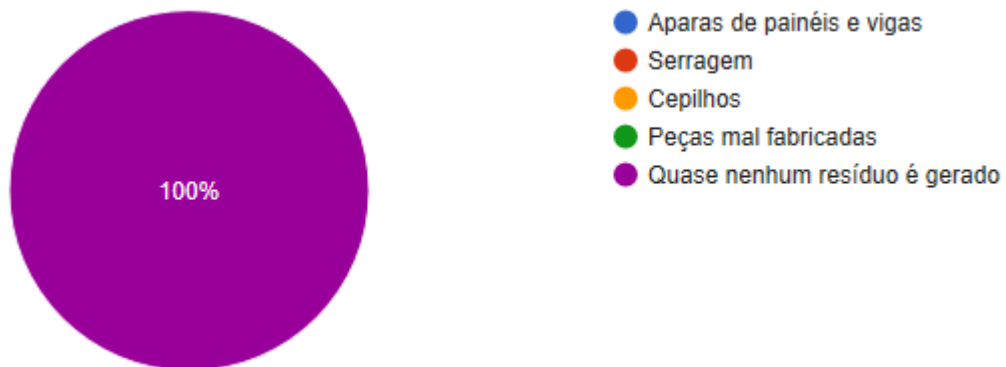
Gráfico 19 – Possibilidade de montagem em tempo chuvoso



Fonte: Dados da pesquisa

Entre os diversos benefícios gerados pelo uso de sistemas construtivos de madeira, está a geração mínima de resíduos, de acordo com todos os entrevistados (GRÁF. 20).

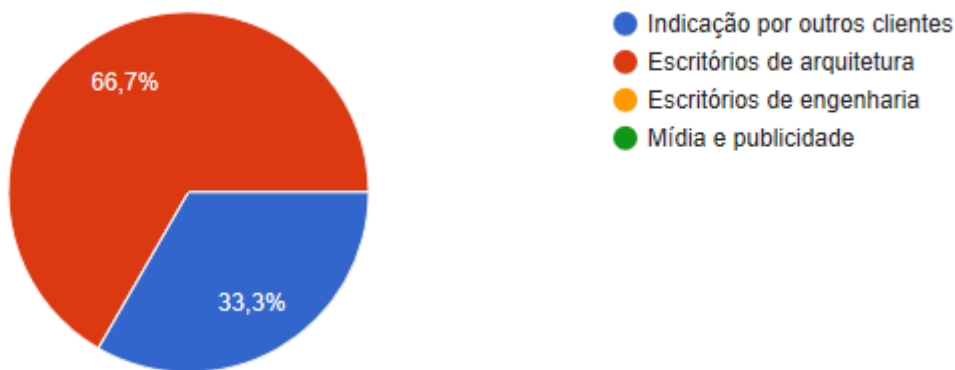
Gráfico 20 – Tipos de resíduos gerados



Fonte: Dados da pesquisa

Quanto à forma como é feita a captação de clientes da empresa, o GRÁF. 21 indica que, estes são captados de acordo com 66,7% via escritórios de arquitetura e, 33,3% por indicação de outros clientes da madeireira.

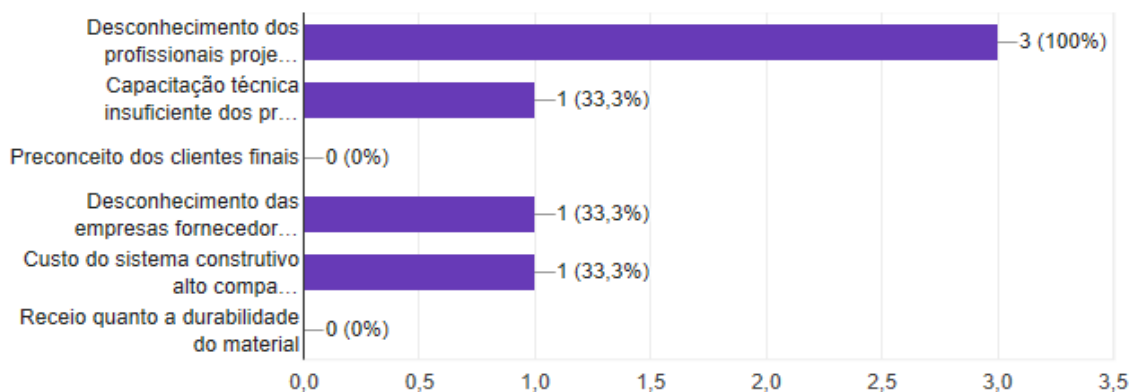
Gráfico 21 - A captação de clientes da empresa é prioritariamente via:



Fonte: Dados da pesquisa

Ao serem questionados sobre quais são os maiores desafios para a popularização dos sistemas construtivos de madeira no Brasil, observa-se, de acordo com o GRÁF. 22 que, 100% dos participantes destacaram o desconhecimento dos profissionais projetistas; 33,3% assinalaram a capacitação técnica insuficiente dos projetistas; 33,3% do desconhecimento das empresas fornecedoras e, outros 33,3% indicaram o custo construtivo alto se comparado a outros sistemas mais tradicionais.

Gráfico 22 - Maiores desafios para a popularização dos sistemas construtivos em madeira no Brasil

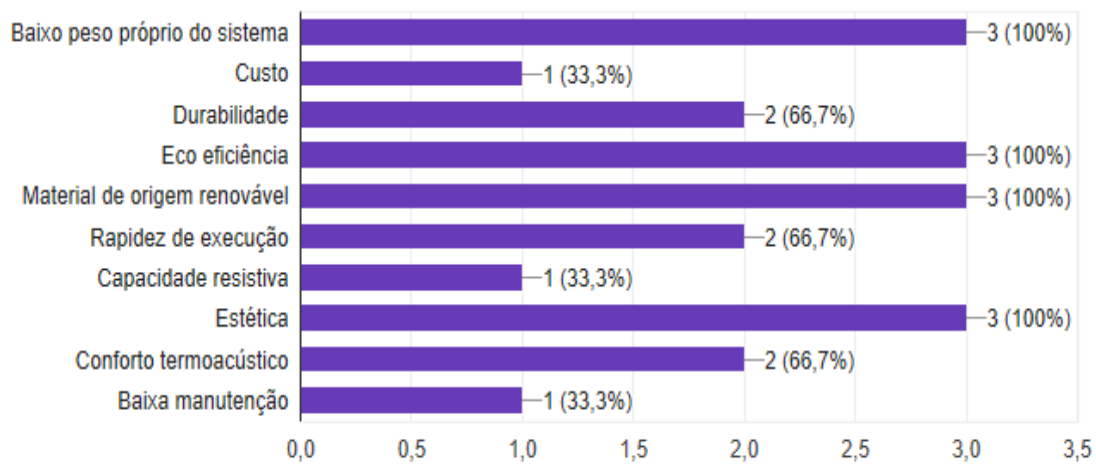


Fonte: Dados da pesquisa

Por fim, foi perguntado se, tendo em vista a popularização dos sistemas construtivos em madeira, quais as vantagens principais eles possuem em relação aos sistemas construtivos tradicionais. A resposta apresentada no GRÁF. 23, demonstrou

que, para 100% dos entrevistados, as principais vantagens estão relacionadas ao baixo peso do sistema; eco eficiência; material de origem renovável; e estética. 66,6% destacaram a durabilidade; rapidez de execução e conforto termoacústico proporcionado. Vantagens relacionadas ao custo, capacidade resistiva e baixa manutenção foram citados por 33,3% dos entrevistados.

Gráfico 23 - Vantagens principais, dos sistemas construtivos de madeira em comparação aos sistemas construtivos tradicionais

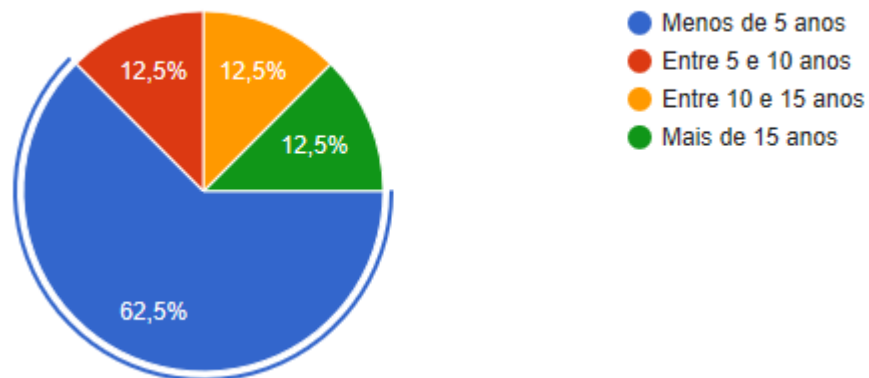


Fonte: Dados da pesquisa

5.2 Análise dos questionários aplicados a empresas de construção civil

Inicialmente buscou-se saber a quanto tempo o entrevistado ou a empresa a qual está representando atua no setor da construção civil e, de acordo com as respostas expressas no GRÁF. 24, 62,5% estão no mercado a menos de 5 anos; 12,5% tem entre 5 e 10 anos de mercado; 12,5% entre 10 e 15 anos e, outros 12,5% estão no mercado há mais de 15 anos.

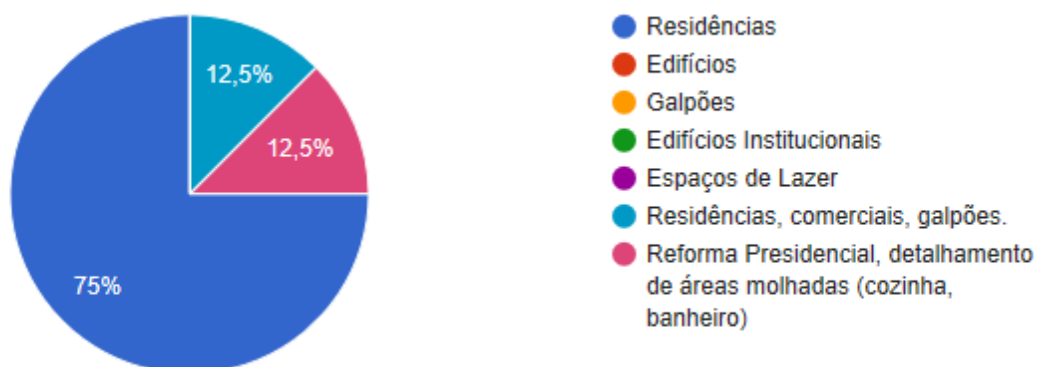
Gráfico 24 - Tempo de atuação no ramo de construção civil



Fonte: Dados da pesquisa

Quanto às principais tipologias de obras executadas pelas empresas, o GRÁF. 25 indica que, a maioria, 75% são realizadas em residências; 12,5% em residências, comerciais e galpões e, outros 12,5% em reformas prediais, detalhamento de áreas molhadas como cozinhas e banheiros.

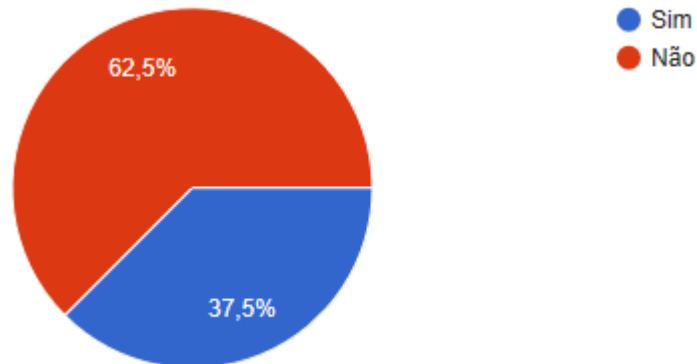
Gráfico 25 - Principais tipologias de obra você/sua empresa executa



Fonte: Dados da pesquisa

Foi perguntado aos participantes se já tiveram procura por projeto ou execução de edificações que fossem construídas integralmente com o uso de madeira. Conforme dados apresentados no GRÁF. 26, 62,5% assinalaram que não e, 37,5% afirmaram já ter tipo procura por este tipo de projeto.

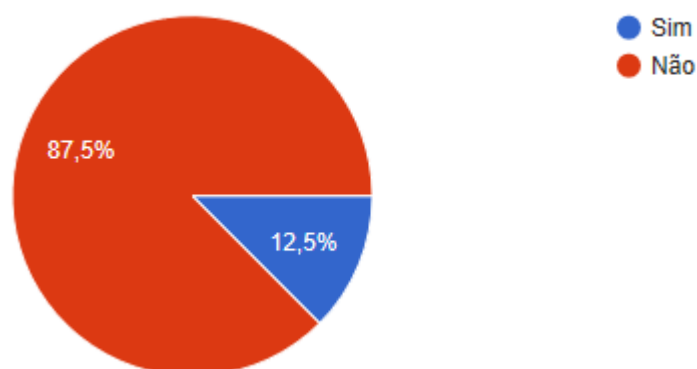
Gráfico 26 - Procura para projeto ou execução de uma edificação constituída integralmente de madeira



Fonte: Dados da pesquisa

Entre as empresas de engenharia civil ou profissionais que atuam neste segmento, foi perguntado se já trabalharam com algum sistema construtivo em madeira, e, como é possível observar no GRÁF. 27, a maior parte dos participantes, 87,5% disseram que não e, 12,5% assinalaram já ter realizado alguns trabalhos com sistemas construtivos em madeira.

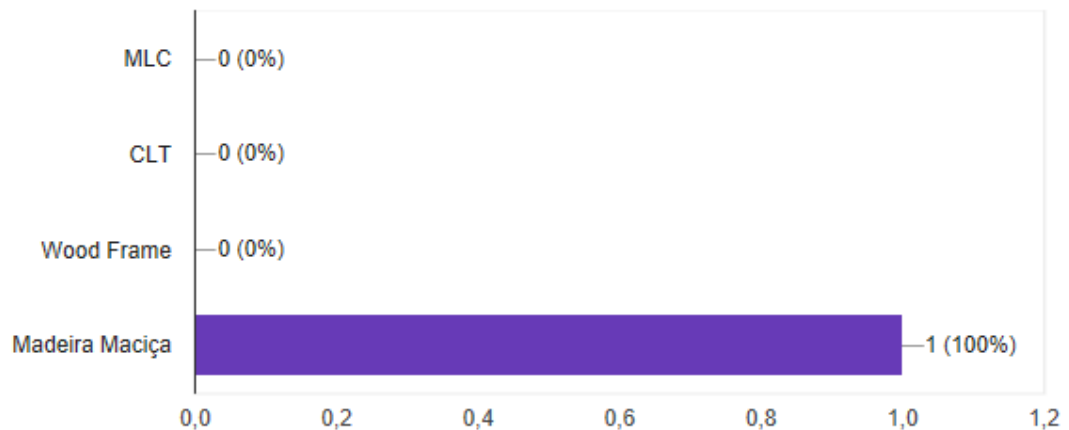
Gráfico 27 - Já trabalhou com algum sistema construtivo em madeira



Fonte: Dados da pesquisa

Entre os respondentes que afirmaram já ter trabalhado com sistemas construtivos de madeira, todos fizeram uso de madeira maciça, conforme apresentado no GRÁF. 28.

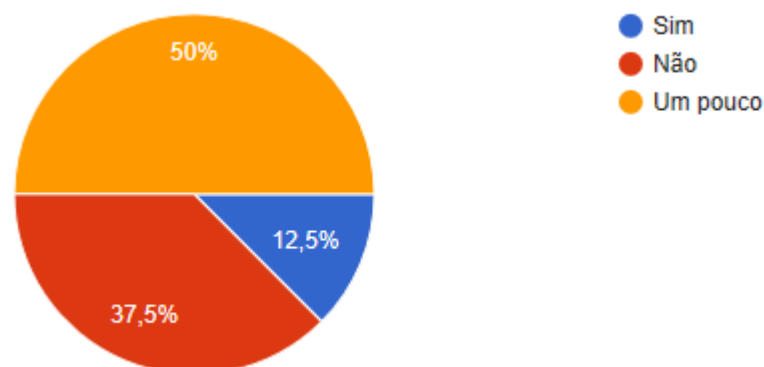
Gráfico 28 - Se sim, qual sistema?



Fonte: Dados da pesquisa

Ao buscar conhecer se o participante ou a empresa em que trabalha tem conhecimento técnico sobre os processos de produção e projetos de edificação em madeira, verifica-se pelo GRÁF. 29 que, 50% assinalaram ter pouco conhecimento, 37,5% disseram não ter nenhum conhecimento e, apenas 12,5% assinalaram conhecer os processos de produção e projetos de edificação em madeira.

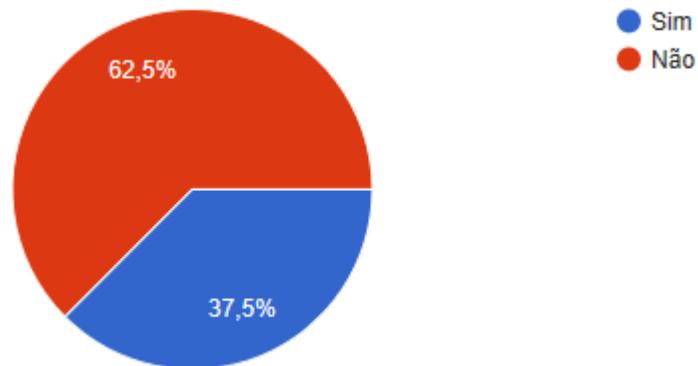
Gráfico 29 - Você/sua empresa tem conhecimento técnico do processo de produção e projeto de edificações em madeira?



Fonte: Dados da pesquisa

Em outra questão, foi perguntado se os participantes têm formação suficiente para projetar ou executar obras que façam uso exclusivo de estruturas em madeira, e de acordo com o GRÁF. 30, 37,5% assinalaram que sim, e, 62,5% que não.

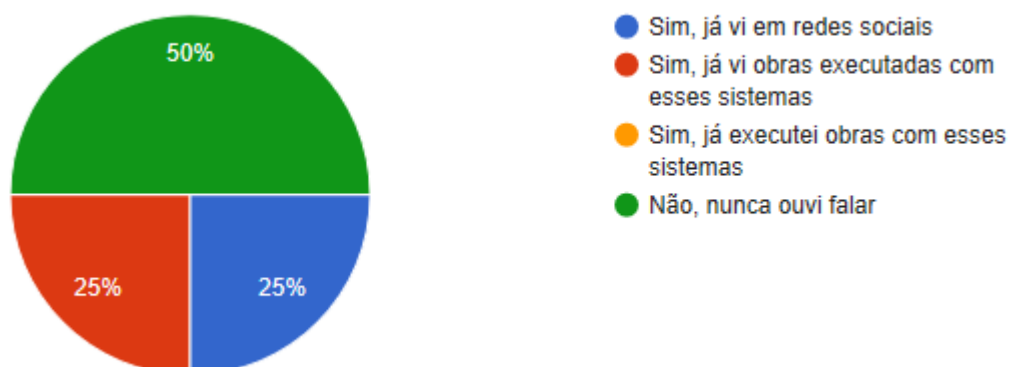
Gráfico 30 – Considera sua formação suficiente para projetar ou executar uma obra utilizando integralmente estrutura de madeira



Fonte: Dados da pesquisa

Entre os sistemas construtivos, este estudo teve interesse particular em abordar o MLC e o CLT e, para tanto, questionou-se aos participantes se estes têm conhecimento sobre tais sistemas. O resultado expresso no GRÁF. 31, indicou que 50% dos entrevistados assinalaram nunca ter ouvido falar; 25% já viram material sobre os sistemas, mas apenas em redes sociais e, outros 25% assinalaram que já tiveram a oportunidade de ver obras executadas utilizando estes sistemas.

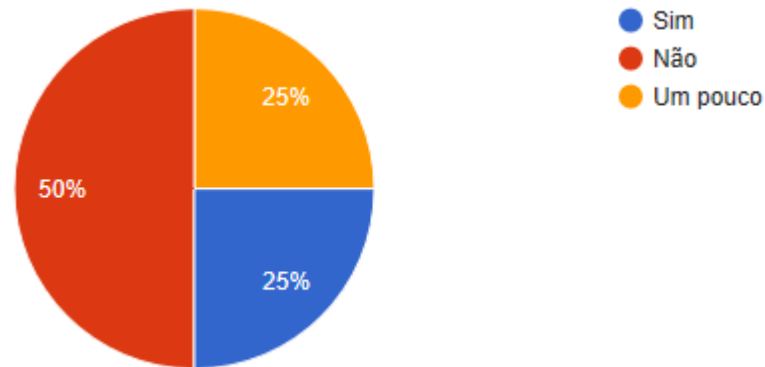
Gráfico 31 – Conhecimento sobre os sistemas construtivos MLC e CLT



Fonte: Dados da pesquisa

No que tange às vantagens do uso dos sistemas construtivos que empregam o CLT ou o MLC, observa-se no GRÁF. 32 que, 50% dos entrevistados disseram não ter conhecimento sobre suas vantagens; 25% tem pouco conhecimento e, apenas 25% afirmaram conhecer as vantagens dos sistemas apresentados.

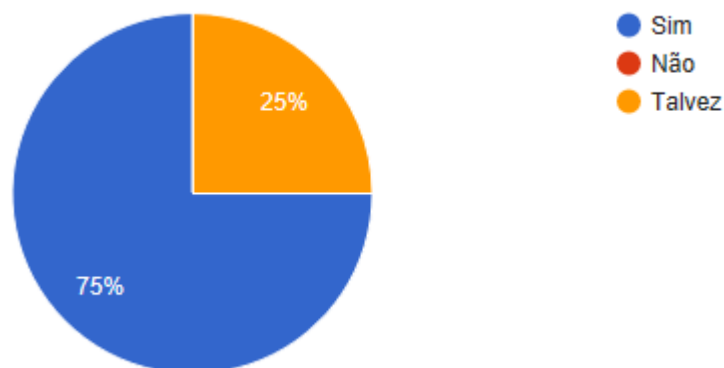
Gráfico 32 – Conhecimento sobre as vantagens destes sistemas construtivos CLT e MLC



Fonte: Dados da pesquisa

Tendo em vista o pouco conhecimento dos participantes do estudo sobre os sistemas construtivos CLT e MLC, foi feita uma apresentação de vídeos e sites que trouxessem aos profissionais informações de grande importância sobre tais sistema. Após a apresentação destes vídeos, foi questionado se estes teriam interesse em fazer uso desses sistemas em suas obras, e de acordo com o GRÁF. 33, 75% dos entrevistados assinalaram que sim e, 25% destacaram que talvez possam ter interesse em fazer uso dos sistemas apresentados.

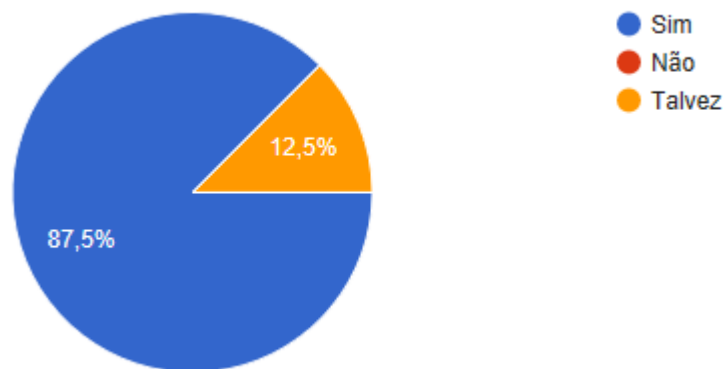
Gráfico 33 - Após ter visto os sites e vídeos, você teria interesse em utilizar esses sistemas em suas obras?



Fonte: Dados da pesquisa

Observa-se que no Brasil, o nível de informação sobre sistemas construtivos que utilizam predominantemente madeira ainda é muito escasso, desta forma, foi perguntado aos participantes se eles consideram importante haver maior quantidade de informação sobre a possibilidade de executar projetos utilizando estruturas de madeira, e conforme o GRÁF. 34, 87,5% consideram que seria muito importante e, 12,5% consideram que talvez o aumento na quantidade de informações possa ser importante.

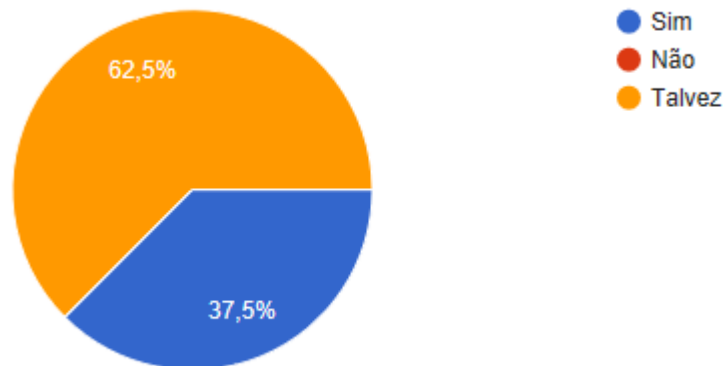
Gráfico 34 – Importância da oferta de informação complementar para trabalhar com estrutura em madeira



Fonte: Dados da pesquisa

Questionou-se aos participantes se a empresa que trabalho tivesse conhecimento dos sistemas construtivos CLT e MLC, algum cliente faria a opção por construir utilizando essa tecnologia. O resultado expresso no GRÁF. 35 indicou que, 62,5% consideraram que talvez pudessem fazer esta opção, enquanto 37,5% responderam que sim, os clientes certamente fariam uso dos sistemas construtivos de madeira.

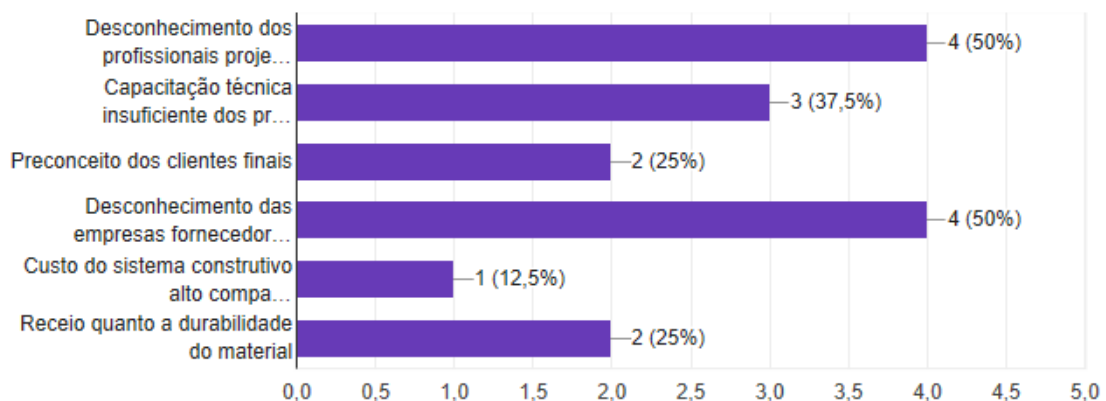
Gráfico 35 - O conhecimento dos sistemas construtivos CLT e MLC, pode aumentar o interesse do cliente por construir utilizando essa tecnologia



Fonte: Dados da pesquisa

Ao final, perguntou-se aos participantes quais são os principais desafios para introduzir este tipo de tecnologia na região em que atuam e, conforme o GRÁF. 36, 50% citaram o desconhecimento dos profissionais; desconhecimento das empresas fornecedoras; 37,5% assinalaram capacitação técnica insuficiente dos projetistas; 25% o preconceito dos clientes finais ou o receio quanto à durabilidade do material e; 12,5% assinalaram o custo dos sistemas construtivos se comparado aos sistemas tradicionais.

Gráfico 36 - Principais desafios para introduzir essa tecnologia na região?



Fonte: Dados da pesquisa

Conforme as respostas obtidas pelos participantes do estudo, foi possível verificar que ainda há pouco conhecimento por parte dos profissionais de engenharia civil quanto às possibilidades e vantagens quanto ao uso dos sistemas construtivos de madeira. Este fato é resultado de uma cultura pouco difundida no Brasil, onde construtoras, engenheiros e clientes tem mais confiança no uso de estruturas tradicionais de concreto, sem apresentarem grandes preocupações com as questões ambientais.

Somam-se a estes fatores, a inobservância das características tecnológicas incluídas nos sistemas de madeira, tais como o CLT e MLC, que garantem a qualidade e solidez de edificações ecologicamente corretas, de rápida execução e mão-de-obra reduzida, o que acaba impactando no custo final do projeto.

Outro fator importante a ser destacado é quanto à falta de qualificação dos profissionais de engenharia civil, no que tange ao trabalho com estruturas de madeira. Desta forma sugere-se que com tantas inovações trazidas pelo uso deste tipo de material, estes profissionais busquem por formação continuada na área de edificações em madeira, tendo maior contato com estes tipos de estruturas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir através deste estudo que, a madeira ainda é um material pouco utilizado no Brasil. Desta forma, o uso de estruturas de madeira apresenta percentuais muito inferiores em obras de engenharia civil, se comparados a sistemas construtivos convencionais como aqueles de estruturas metálicas ou alvenaria.

As respostas obtidas com os proprietários de fábricas de sistemas industrializados de madeira indicaram que, estas estão no mercado a mais de seis anos e, realizam projetos estruturais exclusivamente nas empresas, sem a necessidade de realizar parcerias com outras empresas. Entretanto, no tange ao processo de fabricação, 33,3% das empresas recorrem a empresas terceirizadas para a fabricação de estruturas.

Observou-se que, quanto aos tipos de sistemas de madeira mais comercializados, o MLC é vendido por todas as empresas e, o CLT é comercializado por 33,3%. As estruturas de madeira são comumente utilizadas em obras residenciais. O pinus é a espécie mais utilizada e, é proveniente de reflorestamentos, sendo portanto certificadas e originárias dos estados da região Sul do Brasil.

No que concerne aos custos, os sistemas construtivos de madeira possuem valor semelhante ao de estruturas metálicas. Ressalta-se que o uso da madeira em edificações atende à NBR NBR 15.575/2013. Além disso, as estruturas de madeira oferecem isolamento térmico e, podem receber acabamentos tradicionais

Trata-se de um sistema com duração por tempo indeterminado, com garantia oferecida pela empresa. Sua execução é rápida, podendo ser executado no período de um mês, mesmo em períodos chuvosos.

Somam-se a estes fatores, elementos como os citados pelos donos de madeireiras e profissionais de engenharia civil, tais como o custo elevado do CLT, a falta de capacitação dos projetistas, a desconfiança dos consumidores quanto à durabilidade das estruturas. Entretanto, conforme as madeireiras, o sistema MLC, ao ser comparado ao CLT, possui maior aceitação por parte dos clientes e, este fato está relacionado à maior divulgação do produto e do conhecimento dos projetistas quanto às vantagens de seu uso.

É importante ressaltar, que a maior vantagem das estruturas de madeira se comparadas aos sistemas pré-moldados tradicionais, residem na rapidez de montagem, número reduzido de mão-de-obra e geração mínima de resíduos.

No entanto, verificar que ainda existem grandes desafios para a utilização do CLT e do MLC no Brasil, e estes estão relacionados ao desconhecimento dos profissionais projetistas, à capacitação técnica insuficiente dos projetistas, ao desconhecimento das empresas fornecedoras e, o custo construtivo alto se comparado a outros sistemas mais tradicionais.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, J. B. M. **Sistema construtivo em madeira laminada colada cruzada ou cross laminated timber (CLT): análise da viabilidade técnica da madeira com baixo valor agregado.** 2015. 103 f. Dissertação (Mestrado em Metodologia de Projeto de Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- ALMEIDA, L. R. **Estudo de sistemas construtivos pré-fabricados modulares aplicados em canteiros de obras.** Monografia. 2015. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2015
- BARBOSA, R. M. T. **Estruturas de madeira lamelada colada reforçada com sistemas compósitos de FRP: Análise da aderência entre os materiais.** Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia Civil, Porto, Portugal, 2008.]
- BARRAL, D.; COSTA, S. **Construção de edifícios com Cross Laminated Timber (CLT).** Trabalho realizado para a cadeira de “Tecnologias de Sistemas Construtivos”, FEUP, 2012/2013.
- BASTOS, P. S. dos S. **Fundamentos do concreto armado.** Universidade Estadual Paulista. Bauru. 2006
- BOURSCHEID, C. B.; KNISS, D. D. C.; TEREZO, R. F. **Potencial da madeira laminada colada cruzada no Brasil.** II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica.** 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- COSTA, Ana A. P. **Construção de Edifícios com Cross Laminated Timber (CLT).** Dissertação submetida à avaliação para grau de Mestre em Engenharia Civil - Especialização em Construção Civil, Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia Civil, Porto, Portugal, 2013.
- CREPELL, P.; GAGNON, S. (Ed.). **Cross laminated timber: a primer.** [S.l.]: FPInnovations, 2010.
- ECKER, T. W. P.; MIOTTO, J. L.; TURMINA, G. *Painéis de madeira laminada colada cruzada para lajes: avaliação experimental mecânica sob diferentes níveis de consumo de adesivo.* Ciência & Engenharia, v. 26, n. 1, p. 17 – 25, jan. – jun. 2017.
- FRANÇA, L. C. A. **Madeira laminada colada (MLC) de Acacia mangium Willd produzida com adesivos estruturais.** 2012. 50 p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4.ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- GUIMARÃES, A. **Análise da viabilidade técnica e econômica de diferentes sistemas construtivos aplicados às habitações de interesse social de**

Florianópolis. Monografia. 2014. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LUCENA, R. **Análise teórica de rigidez e resistência à flexão de painéis de madeira lamelada colada cruzada.** Monografia. 2017. Universidade Federal de Santa Catarina. 2017.

MAGALHÃES, L. N.; SANTOS, P. R. D. L. A madeira laminada colada como material estrutural de uma construção sustentável. **Construindo**, Belo Horizonte, v. 1, n. 2, p. 25-27, jul./dez. 2009.

MIOTTO, J. L.; DIAS, A. A. Produção e avaliação de vigas de madeira laminada colada confeccionadas com lâminas de eucalipto. **Revista Tecnológica**, Maringá, p. 35-45, 2009.

PASSARELI, R. N. **Cross Laminated Timber:** Diretrizes para Projeto de Painel Maciço em Madeira no Estado de São Paulo. Dissertação. 2013. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2013.

PHILLIPE, R. V. **Caracterização do mercado de casas pré-fabricadas de madeira em Curitiba e região metropolitana.** Monografia. 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Curitiba. 2014

SHIGUE, E. K. **Difusão da construção em madeira no Brasil:** agentes, ações e produtos. Dissertação. 2018. Universidade de São Paulo. São Carlos. 2018.

SILVA, C.A., CHIRINÉA, M. L. B., BARROS, M. M. S. B. “Cross Laminated Timber (CLT): Uma tecnologia viável no Brasil?”, In: **XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído** - ENTAC, pp. 5467–5477, 2016.

TEISHINGER, A.; et al. Holzbauen in Österreich: Statistische Erhebung von Hochbauvorhaben. **Pro Holz**, Áustria: Viena, 2011.

TORRES, J. T. C. **Sistemas Construtivos Modernos em Madeira.** 2010. p 1-166. Dissertação Mestrado em Engenharia Civil – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Cidade do Porto, 2010.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO - Empresas

Esta entrevista faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso, que tem como objetivo analisar a viabilidade do sistema construtivo CLT e MLC na região de Formiga - MG. Sua participação é de grande importância para a consecução do mesmo.

A QUANTO TEMPO A EMPRESA TRABALHA COM ESTRUTURAS DE MADEIRA?

- Menos de um ano
- Entre um e três anos
- Entre quatro e seis anos
- Mais de seis anos

A EMPRESA DESENVOLVE OS PROJETOS ESTRUTURAIS OU É FEITO EM PARCERIA COM OUTRAS EMPRESAS?

- Os projetos estruturais são elaborados exclusivamente pela própria empresa
- A empresa desenvolve projetos em parceria com outras empresas
- Outro:

A EMPRESA FABRICA AS PEÇAS ESTRUTURAIS OU É TERCEIRIZADA A FABRICAÇÃO?

- Sim, a empresa fabrica as peças estruturais
- Não, as peças fabricadas são terceirizadas

A EMPRESA MONTA AS ESTRUTURAS NO CANTEIRO OU TERCEIRIZA A MONTAGEM?

- A empresa monta as estruturas no canteiro de obras
- A montagem é terceirizada
- Outro:

QUAIS SISTEMAS ESTRUTURAIS EM MADEIRA COMERCIALIZADOS?

- MLC
- CLT
- Wood Frame
- Madeira Maciça
- Outro:

QUAIS AS PRINCIPAIS TIPOLOGIAS DE OBRAS EXECUTADAS

- Residências
- Edifícios
- Galpões
- Edifícios Institucionais

- Espaços de Lazer
- Parques
- Outro:

QUAIS AS ESPÉCIES DE MADEIRAS UTILIZADAS?

- Roxinho
- Maçaranduba
- Cedro
- Peroba
- Ipê
- Angelim
- Eucalipto
- Pinus
- Outro:

A MADEIRA É DE FLORESTA NATIVA OU REFLORESTAMENTO?

- Nativa
- Reflorestamento

A MADEIRA POSSUI CERTIFICAÇÃO?

- Sim
- Não

QUAL TIPO DE CERTIFICAÇÃO?

- Manejo florestal
- Cadeia de custódia
- Madeira controlada
- Outro:

DE QUAL ESTADO VEM A MADEIRA UTILIZADA NAS OBRAS?

- Pará
- Rondônia
- Amazonas
- Mato Grosso
- Outro:

COMPARADO A ESTES SISTEMAS, QUAL POSSUI O VALOR MAIS PRÓXIMO AO SISTEMA COMERCIALIZADO PELA EMPRESA

- Alvenaria e concreto tradicional
- Estrutura pré moldada
- Estrutura metálica
- Steel frame

- Nenhum
- Outro:

OS SISTEMAS ATENDEM A NORMA DE DESEMPENHO DAS EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS (NBR 15.575/2013)?

- Sim
- Não
- Atende parcialmente

É POSSÍVEL A EXECUÇÃO ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO?

- Sim
- Não

É POSSÍVEL A UTILIZAÇÃO DE ACABAMENTOS TRADICIONAIS (CERÂMICAS, PORCELANATOS, MADEIRA, PISO LAMINADO, VIDRO, ENTRE OUTROS) NAS EDIFICAÇÕES FABRICADAS PELO SISTEMA?

- Sim
- Não

QUAL A DURABILIDADE DO SISTEMA, SE AS MANUTENÇÕES FOREM FEITAS CORRETAMENTE?

- Até 5 anos
- Entre 5 e 10 anos
- Tempo indeterminado

A EMPRESA OFERECE GARANTIA SOBRE AS CASAS?

- Sim
- Não
- Depende do projeto

SE SIM, NA MAIORIA DOS PROJETOS, A GARANTIA É POR QUANTO TEMPO?

- Até 2 anos
- De 2 a 5 anos
- De 5 a 10 anos
- Mais de 10 anos

PARA UMA OBRA DE APROXIMADAMENTE 200 M2, QUAL O TEMPO MÉDIO DE EXECUÇÃO DO PROJETO?

- 1 mês
- 2 meses
- 3 meses
- 4 meses

- Superior a 4 meses

COM QUANTOS OPERÁRIOS?

- Até 3 funcionários
- Entre 3 e 6 funcionários
- Entre 6 e 10 funcionários
- Superior a 10 funcionários

QUAL A FASE MAIS DEMORADA DA EXECUÇÃO DA OBRA?

- Transporte das peças
- Corte e aparo das peças
- Montagem das estruturas
- Fixação das estruturas
- Acabamento
- Impermeabilização e limpeza
- Outro:

É POSSÍVEL MONTAGEM EM TEMPO CHUVOSO?

- Sim
- Não

QUAL OS TIPOS DE RESÍDUOS GERADOS

- Aparas de painéis e vigas
- Serragem
- Cepilhos
- Peças mal fabricadas
- Quase nenhum resíduo é gerado

A CAPTAÇÃO DE CLIENTES DA EMPRESA É PRIORITARIAMENTE VIA:

- Indicação por outros clientes
- Escritórios de arquitetura
- Escritórios de engenharia
- Mídia e publicidade

QUAIS OS MAIORES DESAFIOS PARA A POPULARIZAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA NO BRASIL?

- Desconhecimento dos profissionais projetistas da tecnologia
- Capacitação técnica insuficiente dos profissionais projetistas para desenvolvimento dos projetos utilizando o sistema
- Preconceito dos clientes finais
- Desconhecimento das empresas fornecedoras
- Custo do sistema construtivo alto comparado a sistemas tradicionais

- Receio quanto a durabilidade do material
- Outro:

VISANDO A POPULARIZAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MADEIRA, QUAIS SÃO AS VANTAGENS PRINCIPAIS, COMPARADO AOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS TRADICIONAIS?

- Baixo peso próprio do sistema
- Custo
- Durabilidade
- Eco eficiência
- Material de origem renovável
- Rapidez de execução
- Capacidade resistiva
- Estética
- Conforto termoacústico
- Baixa manutenção

QUESTIONÁRIO – Profissionais ou empresas de engenharia civil

Esta entrevista faz parte de um Trabalho de Conclusão de Curso, que tem como objetivo analisar a viabilidade do sistema construtivo CLT e MLC na região de Formiga - MG. Sua participação é de grande importância para a consecução do mesmo.

Parte superior do formulário

Endereço de e-mail *

A QUANTO TEMPO VOCÊ/SUA EMPRESA ATUA NO RAMO DE CONSTRUÇÃO CIVIL?

- Menos de 5 anos
- Entre 5 e 10 anos
- Entre 10 e 15 anos
- Mais de 15 anos

QUAIS AS PRINCIPAIS TIPOLOGIAS DE OBRA VOCÊ/SUA EMPRESA EXECUTA?

- Residências
- Edifícios
- Galpões
- Edifícios Institucionais
- Espaços de Lazer
- Espaços de Lazer
- Outro:

VOCÊ/SUA EMPRESA JÁ TEVE PROCURA PARA PROJETO OU EXECUÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO CONSTITUÍDA INTEGRALMENTE DE MADEIRA?

- Sim
- Não

VOCÊ/SUA EMPRESA JÁ TRABALHOU COM ALGUM SISTEMA CONSTRUTIVO EM MADEIRA?

- Sim
- Não

SE SIM, QUAL SISTEMA?

- MLC
- CLT
- Wood Frame
- Madeira Maciça
- Outro:

VOCÊ/SUA EMPRESA TEM CONHECIMENTO TÉCNICO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM MADEIRA?

- Sim
- Não
- Um pouco

VOCÊ/SUA EMPRESA TEM FORMAÇÃO SUFICIENTE PARA PROJETAR OU EXECUTAR UMA OBRA UTILIZANDO INTEGRALMENTE ESTRUTURA DE MADEIRA?

- Sim
- Não

VOCÊ JÁ CONHECE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS MLC E CLT?

- Sim, já vi em redes sociais
- Sim, já vi obras executadas com esses sistemas
- Sim, já executei obras com esses sistemas
- Não, nunca ouvi falar

VOCÊ CONHECE AS VANTAGENS DESTES SISTEMAS CONSTRUTIVOS CLT E MLC?

- Sim
- Não
- Um pouco

SEGUE ABAIXO ALGUNS LINKS E VÍDEOS DO CLT E MLC. (CONTINUAÇÃO DO QUESTIONÁRIO APÓS MELHOR CONHECIMENTO DESTES)

CLT: <http://crosslam.com.br/home/>
<http://www.crosslam.com.br/home/?q=content/produto> **MLC:**
<http://www.carpinteria.com.br/> <http://www.carpinteria.com.br/madeira-laminada-colada-glulam/>

EXECUÇÃO DO PAINEL CLT

<http://youtube.com/watch?v=sqTeNvFOwCo>

CASA EM CLT CONSTRUÍDA EM 4 DIAS

<http://youtube.com/watch?v=6AxrDrpmWUM>

FABRICAÇÃO E COBERTURA CURVA EM MLC

http://youtube.com/watch?v=NP6dE-yQ_ec

APÓS TER VISTO OS SITES E VÍDEOS, VOCÊ TERIA INTERESSE EM UTILIZAR ESSES SISTEMAS EM SUAS OBRAS?

- Sim
- Não

- Talvez

VOCÊ CONSIDERA IMPORTANTE UMA OFERTA DE INFORMAÇÃO COMPLEMENTAR PARA TRABALHAR COM ESTRUTURA EM MADEIRA?

- Sim
- Não
- Talvez

NAS OBRAS QUE VOCÊ/SUA EMPRESA REALIZARAM, VOCÊ ACHA QUE SE SUA EMPRESA TIVESSE CONHECIMENTO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS CLT E MLC, ALGUM CLIENTE TERIA OPTADO POR CONSTRUIR UTILIZANDO ESSA TECNOLOGIA?

- Sim
- Não
- Talvez

PARA VOCÊ, QUAIS OS PRINCIPAIS DESAFIOS PARA INTRODUIR ESSA TECNOLOGIA NA REGIÃO?

- Desconhecimento dos profissionais projetistas da tecnologia
- Capacitação técnica insuficiente dos profissionais projetistas para desenvolvimento dos projetos utilizando o sistema
- Preconceito dos clientes finais
- Desconhecimento das empresas fornecedoras
- Custo do sistema construtivo alto comparado a sistemas tradicionais
- Receio quanto a durabilidade do material
- Outro: