

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS III**

RODRIGO VINCI PHILIPPI

**CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DE CASAS PRÉ-FABRICADAS
DE MADEIRA EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2014**

RODRIGO VINCI PHILIPPI

**CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DE CASAS PRÉ-FABRICADAS
DE MADEIRA EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

Monografia de Especialização apresentada ao Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Especialista em Construções Sustentáveis”.

Orientadora: Profa. Dra. Christine Laroca

**CURITIBA
2014**

RODRIGO VINCI PHILIPPI

**CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO DE CASAS PRÉ-FABRICADAS DE
MADEIRA EM CURITIBA E REGIÃO METROPOLITANA**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de *Especialista* no Curso de Construções Sustentáveis, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador (a):

Profa. Dra. Christine Laroca
Professor do III CECONS, UTFPR

Banca:

Profa. MTec. Vania Deeke
Curso de Especialização em Construções Sustentáveis, UTFPR

Profa. Dra. Libia Patricia Peralta Agudelo
Curso de Especialização em Construções Sustentáveis, UTFPR

Curitiba
2014

AGRADECIMENTOS

À orientadora Christine Laroca pela colaboração na elaboração deste trabalho.

Aos professores e colegas de turma com quem muito aprendi durante o curso de pós-graduação de Construções Sustentáveis.

Aos colegas de trabalho Alexandre, Thais e Haraldo, e à minha família, pelo incentivo, apoio e paciência durante este curso.

A Felipe, Katia e Thiago, funcionários das empresas que participaram da pesquisa.

RESUMO

O presente estudo trata da questão habitacional, um dos principais desafios a ser enfrentado pelo poder público e setores da construção civil, tendo em vista o crescimento populacional e a diminuição dos recursos naturais. Soma-se a isso o grande problema do déficit habitacional, que em Curitiba representa a falta de mais de setenta mil moradias. O uso de sistemas pré-fabricados em madeira apresenta-se como uma boa alternativa frente às questões ambientais vividas atualmente, pois a pré-fabricação é um processo racionalizado que otimiza a utilização dos recursos, aumenta a rapidez na execução e melhora a qualidade do produto. Já a madeira é recurso renovável que sequestra carbono e tem um baixo consumo energético no seu processo de transformação. A pesquisa tem como objetivo fazer uma caracterização do mercado de casas pré-fabricadas em madeira disponíveis na cidade de Curitiba e Região Metropolitana. Para sua realização, foram aplicados questionários nas empresas encontradas e os resultados apontam que muito precisa ser feito para que as casas pré-fabricadas de madeira possam se tornar uma boa alternativa para dar resposta ao problema habitacional de maneira sustentável. Os sistemas em madeira ainda não são competitivos com a alvenaria em relação a demanda, e os principais pontos a serem trabalhados são em relação à origem e espécies das madeiras utilizadas, adequação a Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais e, principalmente, vencer o pré-conceito da população sobre a utilização da madeira.

Palavras-chave: casas de madeira, casas pré-fabricadas, sistemas pré-fabricados.

ABSTRACT

The present study deals with the housing issue - one of the main challenges faced by the government and the civil construction sector - considering the population growth and the scarcity of natural resources. In addition to this, there is already known great problem of housing shortage, which in Curitiba represents the lack of more than seventy thousand units. The use of prefabricated wood systems presents itself as a good alternative facing the environmental issues currently in focus, because prefabrication is a streamlined process that optimizes the use of natural resources, increasing the speed of construction and improving the final quality of the product. Wood is a renewable resource that captures carbon and has a low energy consumption in its process of manufacture. This research aims to investigate the prefabricated wood systems for housing available in the city of Curitiba and its metropolitan area. For its examination, questionnaires were applied in companies and the analysed results indicate that more initiatives need to be sorted out in order to prefabricated wooden houses become a good alternative for the housing problem in a sustainable way. Systems in wood are still not competitive with the masonry, but the main issues yet to be solved regard the origin and species of the wood available, its appropriateness to the Code of Performance in Housing Buildings and, finally, to overcome the actual prejudice of the population towards the use of wood.

Keywords: wooden houses, prefabricated houses, prefabricated systems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Complexo de uma serraria com a floresta explorada ao fundo.....	19
Figura 2 - Exemplo de casa de araucária no bairro Mercês, já demolida.....	21
Figura 3 – Conjunto Vila Capanema	22
Figura 4 – Conjunto Casa do Guarda Chaves.....	22
Figura 5 - Casa Domingos Nascimento Sobrinho no terreno original.....	22
Figura 6 - Casa Domingos Nascimento Sobrinho no terreno atual	22
Figura 7 - Casa Estrela no terreno original.....	23
Figura 8 - Casa Estrela no terreno atual	23
Figura 9 - Folder de propaganda das chapas para revestimento Erkulit.....	24
Figura 10 - Esquema de revestimento da casa com Erkulit	25
Figura 11 - Antes e depois de casas onde foram aplicadas as placas Erkulit.....	26
Figura 12 - Esquema estrutural de um pavimento de uma casa de Tábua e mata-junta	27
Figura 13 - Esquema estrutural da cobertura de uma casa de Tábua e mata-junta..	28
Figura 14 – Conjunto estrutural do sistema de Tábua e mata-junta.....	29
Figura 15 – Ligações do esteio com os quadros inferior e superior	29
Figura 16 - Esquema construtivo de uma casa de "Encaixe"	30
Figura 17 – Detalhe da seção dos pilares	30
Figura 18 - Esquema do sistema construtivo com Painel Wall.....	31
Figura 19 - Painel "Wall".....	32
Figura 20 - Esquema estrutural de Sistema Balão	33

Figura 21 - Esquema estrutural de Sistema Plataforma.....	34
Figura 22 - Esquema estrutural do sistema de Parede dupla	35
Figura 23 - Esquema construtivo de uma Log Home	36
Figura 24 - Esquema de montagem do painel e painel pronto	37
Figura 25 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Tábua e mata-junta" com 38,10m ²	45
Figura 26 - Exemplo de projeto padrão no sistema de "Encaixe" com 203,00 m ²	45
Figura 27 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Painel Wall" com 98,86m ²	46
Figura 28 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Wood Frame" com 208,05 m ² ..	46
Figura 29 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Parede dupla" com 185,90 m ² .	47
Figura 30 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Log Home" com 457,16 m ²	48
Figura 31 - Composição da parede no sistema Wood Frame da Empresa 1	55
Figura 32 - Composição da parede no sistema Wood Frame da Empresa 3.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo energético na fabricação dos materiais.....	15
Tabela 2 – Tempo de experiência das empresas.....	40
Tabela 3 - Relação das empresas, sistemas utilizados, tamanhos das casas e quantidade de quartos.....	41
Tabela 4 - Relação da quantidade de empresas de acordo com cada sistema	42
Tabela 5 - Comparação das empresas que comercializam somente sistemas em madeira com as que comercializam também outros sistemas	43
Tabela 6 - Comparação de custos e financiamentos disponíveis.....	51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos Específicos	14
3. JUSTIFICATIVA.....	15
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
4.1. A madeira e a pré-fabricação.....	15
4.2. Contextualização histórica	18
4.3. As casas pré-fabricadas de madeira atuais	26
4.3.1. Sistema construtivo “Tábua e mata-junta”	27
4.3.2. Sistema construtivo de “Encaixe”	29
4.3.3. Sistema construtivo de encaixe com “Painel Wall”.....	31
4.3.4. Sistema construtivo “Wood Frame”.....	32
4.3.5. Sistema construtivo de “Parede dupla”	34
4.3.6. Sistema construtivo “Log Home”	35
4.3.7. Sistema construtivo com “Madeira Laminada Cruzada”	36
5. METODOLOGIA.....	37
5.1. Identificação de empresas construtoras.....	37
5.2. Elaboração e aplicação do questionário	38
5.3. Compilação dos dados	39
5.4. Análise dos resultados.....	39
6. RESULTADOS	39

6.1.	Dados da Empresa	40
6.2.	Sistemas construtivos e projetos comercializados	41
6.3.	Espécies de madeira utilizadas, legalidade e origem.....	49
6.4.	Preços praticados e formas de financiamento	50
6.5.	Desempenho e acabamentos	54
6.6.	Durabilidade	57
6.7.	Mão de obra e tempo de construção	57
6.8.	Resíduos	58
7.	CONCLUSÕES.....	59
8.	REFERÊNCIAS	63
	ANEXO A - QUESTIONÁRIO	66

1. INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios a ser trabalhado pela administração pública e setores relacionados à construção civil é a questão habitacional. Dois fatores importantíssimos para esse problema são o aumento populacional e a diminuição dos recursos. Segundo estudos da Organização das Nações Unidas a população mundial deverá chegar a 9,6 bilhões de pessoas em 2050 e a 11 bilhões em 2100, o que irá aumentar a demanda por moradias e exigir mais recursos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL, 2014). De acordo com o IPEA (2014), em 2012 o déficit habitacional brasileiro era de 8,53%, o que equivale há 5,24 milhões de habitações. No Paraná esse número era de 13,22% e em Curitiba 9,03%, representando 70.137 moradias.

O modelo tradicional de construção no Brasil é ainda quase que em sua totalidade baseado em um modelo colonial de construção, com a utilização de alvenaria de tijolos. Este modelo demanda uma grande quantidade de recursos naturais, gerando uma enorme quantidade de entulho. Em Curitiba este volume representa cerca de metade dos resíduos sólidos totais produzidos na cidade. O setor é um dos maiores poluidores e consumidores de energia do planeta. Portanto, como tratar desta questão de maneira sustentável?

Como resposta a esta pergunta podemos observar práticas da tradição e cultura japonesa que tem como hábito “plantar uma árvore na ocasião do nascimento de um filho, [...], cuja madeira será utilizada para construir a casa que o abrigará quando adulto” (BERRIEL, 2011, p. 63). Ainda que um tanto poético, esse pensamento revela a preocupação com um desenvolvimento sustentável que busca satisfazer “as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.” (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2014).

A árvore é a fábrica, cujo produto final é a madeira que é produzida com energia solar. Em seu processo de crescimento consome gás carbônico e libera oxigênio para a atmosfera, podendo ser considerada desse modo uma sequestradora de carbono. Estima-se que 1m³ de madeira armazena cerca de 250kg a 1.000kg de carbono, dependendo da densidade da mesma. Nas árvores do Brasil estão armazenados 20% de todo o carbono da Terra (ADEODATO et al., 2011).

Portanto, o uso desse material é um fator estratégico, principalmente frente às questões ambientais em que estamos vivendo.

A madeira pode ser obtida através de florestas plantadas ou de florestas nativas. As florestas plantadas consistem no plantio, geralmente de monocultura, em locais onde não havia floresta ou em locais desmatados, e as espécies mais utilizadas são o Eucalipto e o Pinus, cerca de 93% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2009).

As florestas nativas são exploradas de duas maneiras, através de manejo florestal ou de uma exploração extrativista. A exploração extrativista consiste simplesmente na derrubada da floresta sem nenhuma preocupação ambiental, e esse desmatamento geralmente dá lugar a agricultura e pecuária, dificultando a regeneração ambiental. Em contrapartida, o manejo florestal consiste na “administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014). Nesse processo somente as árvores adultas são derrubadas, o que permite uma regeneração da floresta e uma extração permanente da madeira. Além do mais, com esta técnica, visa-se “a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não-madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços florestais” (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

A madeira pode ainda ser certificada como garantia a mais de que o processo esteja sendo feito de forma correta. A certificação é um processo voluntário onde se realiza uma avaliação do empreendimento florestal por uma organização independente, através do qual é verificado o cumprimento de questões ambientais, econômicas e sociais. As certificações mais utilizadas atualmente no Brasil são o sistema do FSC (Forest Stewardship Council ou Conselho de Manejo Florestal) e o CERFLOR (Sistema de Certificação Florestal Brasileiro do Inmetro).

O Brasil é um país com enorme vocação florestal, porém, grande parte da madeira fica subutilizada na construção civil. De acordo com SOBRAL et al. (2002) do volume total de madeira tropical proveniente da floresta amazônica utilizada no estado de São Paulo, cerca de 28% vira andaimes e formas de concreto e apenas uma minoria, cerca de 3%, é utilizada como sistema construtivo em casas pré-fabricadas de madeira.

Em 2009 o Governo Federal lançou o programa Minha Casa Minha Vida com o intuito de subsidiar e/ou facilitar as condições de acesso à moradia para famílias que recebem até R\$ 5.000,00. Não existia financiamento para sistemas construtivos em madeira, pois pelo entendimento da Caixa Econômica Federal, financiadora do programa, o material é de pouca durabilidade e degradável (LAROCA, 2007). Isso mostra a falta de conhecimento sobre esse recurso e a contradição do atual governo que prega um desenvolvimento sustentável e de forma contraditória cria barreiras para o uso da madeira em seu programa habitacional. Somente em 2013 uma empresa conseguiu homologar um sistema construtivo em madeira perante a Caixa Econômica Federal com o objetivo de possibilitar o financiamento de unidades habitacionais através deste programa governamental.

Quanto ao processo de produção, os sistemas construtivos que utilizam madeira permitem a produção de elementos pré-fabricados, possibilitando uma resposta mais rápida à questão do imenso déficit habitacional, principalmente quando se trata de habitação de interesse social onde o fator tempo é primordial. Trata-se de um processo mais racional que permite um maior controle sobre a obra, acarretando um melhor aproveitamento dos materiais e gerando uma menor quantidade de resíduos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral caracterizar o mercado de casas pré-fabricadas em madeira no município de Curitiba e sua Região Metropolitana.

2.2. Objetivos Específicos

- a) Verificar os tipos de sistemas construtivos, padrões de projetos comercializados, preços e demanda;
- b) Verificar as espécies de madeira utilizadas, sua procedência e tratamentos preservantes;
- c) Analisar o nível de pré-fabricação, a mão de obra e o tempo de construção;

- d) Verificar se os sistemas construtivos atendem a Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais (NBR 15.575/2013).

3. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista o grande aumento da população mundial e a diminuição dos recursos não renováveis, este é um tema de fundamental importância, pois trata da questão habitacional e a busca de alternativas sustentáveis ao atual modelo de construção. Neste contexto é extremamente oportuno abordar os diversos aspectos relacionados à habitação em madeira, considerado pela sua essência, um material sustentável.

Sustentabilidade não é um assunto da moda ou um estilo arquitetônico que se modifica a cada período de tempo, sustentabilidade é uma questão real. Neste contexto os resultados aqui apresentados poderão servir para ampliar discussões sobre o assunto no meio acadêmico e também, de forma prática, apresentar aos arquitetos e escritórios de arquitetura atuantes no mercado quais os sistemas pré-fabricados em madeira disponíveis atualmente em Curitiba e Região Metropolitana para aplicação em residências.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. A madeira e a pré-fabricação

A madeira é um recurso renovável e tem um baixo gasto energético no seu processo de transformação se comparado ao concreto e ao aço (Tabela 1).

Tabela 1 - Consumo energético na fabricação dos materiais

MATERIAL	Kwh / m³
Madeira serrada	350
Concreto	700
Aço	46.000

Fonte: OLIVEIRA, 1998 apud LAROCCA, 2002, p. 34

Além disso, apresenta uma série de vantagens como mostrado no quadro 1:

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Obtenção de grandes quantidades, por ser fonte renovável se explorada racionalmente; • Material versátil, que serve para a produção de peças de grande dimensão, que podem ser rapidamente desdobradas em peças pequenas e de delicadeza excepcional; • Trabalhabilidade com ferramentas simples e reempregadas várias vezes; • Pode ser reempregada, depois que seu uso primário chega ao fim; • É leve em peso e tem grande resistência mecânica. Resiste a esforços tanto de compressão quanto de tração, cisalhamento e de torção; • Facilidade de obtenção de formas de encaixes e conexão de peças entre si; • Massa unitária baixa x grande resistência mecânica; • Sua resistência permite absorver choques que romperiam ou fendilhariam outro material; • Apresenta boas condições naturais de isolamento térmico e absorção acústica; • Apresenta grande variedade de padrões, texturas e cores, em sua forma natural; • Não estilhaça ao impacto, absolve golpes com maior eficiência que outros materiais (exemplo: madeira usada em cais e ancoradouros). 	<ul style="list-style-type: none"> • Material heterogêneo, não uniforme; • Material anisotrópico que se expande ou se retrai de forma diferente às variações de umidade no ambiente, consoante sejam considerados os sentidos relativos de suas fibras; • É vulnerável a agentes externos, como o clima e ataques biológicos, e sua durabilidade enquanto desprotegida é limitada; • É combustível; • Facilmente apresenta falhas e defeitos, o que comprometem sua estética e resistência; • A umidade causa grandes variações volumétricas e favorece o ataque de fungos.

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da madeira como material

Fonte: Cruz 2003; Henriques 2008 apud PAESE, 2012, p. 35

Segundo Barata (2012):

O elevado potencial de emprego da madeira como material de construção, somado ao conhecimento técnico e científico e à qualificação dos profissionais do setor da construção civil e da cadeia produtiva da madeira,

pode favorecer o desenvolvimento e a produção de forma sustentável de edificações em madeira, em particular de componentes estruturais pré-fabricados.

No caso da construção de habitações, a madeira deve apresentar algumas propriedades conforme o quadro 2, relacionando o componente da obra, a função e as suas características desejáveis:

Componente	Características desejáveis	Função
Formas da fundação	Estabilidade dimensional, pode ser utilizada madeira de terceira categoria. As formas devem ser reaproveitadas várias vezes.	Concretagem da fundação
Pilares	Resistência à compressão, resistências ao ataque de fungos e insetos, madeira de primeira ou de segunda categoria, sem nós ou com pequena incidência de nós firmes.	Estrutural
Vigas	Resistência à compressão e à flexão, resistência ao ataque de fungos e insetos, madeira de primeira ou de segunda categoria, sem nós ou com pequena incidência de nós firmes.	Estrutural
Paredes internas	Bom isolamento acústico. Resistência ao ataque de fungos e insetos, resistência à compressão, estabilidade dimensional, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas, abaulamento e arqueadura	Vedação
Paredes externas	Bom isolamento térmico, resistência ao ataque de fungos e insetos, resistência à compressão, estabilidade dimensional, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas ,abaulamento e arqueadura.	Vedação
Esquadrias	Resistência ao ataque de fungos e insetos, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas, abaulamento e arqueadura.	Vedação
Estrutura do telhado	Resistência à compressão e à flexão, resistência ao ataque de fungos e insetos, madeira de primeira ou de segunda categoria, sem nós ou com pequena incidência de nós firmes.	Estrutural
Pisos	Boa resistência à abrasão, estabilidade dimensional, resistência ao ataque de fungos e insetos, as peças devem ser livres de defeitos tais como fendas, abaulamento e arqueadura.	Revestimento

Quadro 2 – Propriedades da madeira para o uso na produção de habitações

Fonte: LAROCA, 2002

A pré-fabricação tem como objetivos o aumento da rapidez na execução e a economia de materiais, a diminuição do tempo de utilização de mão de obra e com isso economia financeira, além de melhora na qualidade do produto final. Para isso é necessário um maior planejamento na organização do canteiro de obras,

na capacitação de mão de obra e também na etapa de projeto (BERRIEL, 2011). E de acordo com Sayegh (2014), a industrialização na construção civil é um processo irreversível.

Um estudo semelhante feito há cinco anos atrás por Ferrari et al. (2009), constatou a existência de 27 empresas atuantes neste ramo em Curitiba e Região Metropolitana. O mercado abrangia desde construções de baixo padrão até alto padrão, com madeiras de reflorestamento variando de R\$ 200 a R\$ 750 o metro quadrado, e madeiras de lei entre R\$ 850 a R\$ 1.500 o metro quadrado. Sua análise demonstrou que a madeira não era um material competitivo em relação à alvenaria, principalmente para casas populares. O uso da madeira não estava sendo feito de forma sustentável e a questão cultural era um fator crítico.

4.2. Contextualização histórica

Tratar do assunto madeira é tratar da história do Paraná, pois esse estado foi contemplado com uma vasta “floresta de Araucárias, atualmente extinta, mas que há um século e meio tomava praticamente todo seu território” (IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011, p. 11) (Figura 1). O Pinheiro do Paraná, como é popularmente conhecido, fez parte de um de seus ciclos econômicos mais importantes, o ciclo da madeira, e se configurou “a partir desse ciclo econômico, uma arquitetura baseada na madeira que passou por uma evolução e sofreu transformações” (IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011, p. 11).



Figura 1 - Complexo de uma serraria com a floresta explorada ao fundo

Fonte: HISTÓRIA AMBIENTAL, 2014

A exploração desordenada fez aumentar e muito o número de serrarias estabelecidas no estado e também o desenvolvimento de novas conexões viárias e ferroviárias para escoamento da madeira (Quadro 3). Antes da Primeira Guerra Mundial a madeira era comercializada somente no mercado interno, a partir deste fato o Brasil começa a exportar madeira, o que aumenta ainda mais com a Segunda Guerra, em 1939, sendo este o principal produto de exportação do Paraná nesta data (IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011).

Ano	Serrarias	Eixo
1853	29	Litoral
1899	64	Ferrovia SP-RGS
1920	174	Centro do Estado
1949	687	-
1962	859	Sudoeste do Estado

Quadro 3 - Expansão da indústria madeireira no estado Paraná

Fonte: IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011, p. 22

Sobre a exploração da madeira, Imagure (2011, p. 25) ainda afirma que:

O ciclo econômico das madeiras nativas paranaenses [...] está encerrado: as espécies mais importantes estão extintas. É sintomático dessa situação que no mercado curitibano compareçam espécies amazônicas: podemos lavrar o óbito da Araucária.

Pode-se aceitar que a exploração extrativa das madeiras brasileiras seja agrupada em três etapas:

- Primeira: pau-brasil e “madeiras de lei” da Mata Atlântica para construção naval e edificações;
- Segunda: madeira de Araucária e outras espécies planaltinas, como a imbuia e a peroba, para a construção e indústria moveleira, dos Estados do Sul;
- Terceira: importação de espécies amazônicas

Uma quarta etapa já se delineia, a das espécies exóticas de rápido crescimento porém de qualidades menos marcantes.

A Araucária não era o único produto desta floresta, mas o seu principal. E com esse material “foi construído [...] todo tipo de edifícios, de estações ferroviárias a galpões industriais, de ‘casinhas’ a ginásios de esportes” (IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011, p. 11). No entanto, a “Casa de Araucária”, como ficou conhecida, é “o exemplar mais significativo da arquitetura popular desse período [...], arquitetura típica da região onde se encontrava a mata de araucária” (BATISTA, 2011, p. 27), principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Batista (2011, p. 27) define essa “Casa de Araucária” como:

... uma arquitetura feita com madeira extraída da araucária em processo industrial, desde as primeiras serrarias a vapor. A construção é formada basicamente com madeira. As paredes são construídas com tábuas e mata-juntas, o assoalho, o forro, as esquadrias e tesouras do telhado são também de madeira. As fundações são de pedra, tijolo e, em alguns exemplos, de madeira de maior densidade, como a imbuia. A cobertura era de telhas cerâmicas, sendo que, nos primeiros exemplares, a cobertura também era feita com tábuas de madeira, chamadas “tabuinhas”.

Seu sistema estrutural é composto por vigas e pilares de madeira, e as tábuas são usadas como vedação. Elas são pregadas na viga inferior e viga superior na posição vertical, fazendo com que a água da chuva escorra sem se acumular nas juntas, não deixando a madeira apodrecer (BERRIEL, 2011). O Pinheiro do Paraná fornece muita madeira em decorrência de ser uma árvore de grande porte, retilínea e com poucos nós, pois os galhos se concentram na parte superior. As tábuas eram cortadas com 30 centímetros de largura e altura de até 4,5 metros, fazendo do sistema “tábua e mata-juntas” o mais adequado para as coníferas como a araucária (BATISTA, 2011).

O desenvolvimento dessa técnica construtiva e dessas edificações em madeira se deve principalmente à vinda de imigrantes italianos, poloneses,

ucranianos, alemães e japoneses e também de migrantes vindos do Nordeste, São Paulo e Minas Gerais nos séculos XIX e XX (ZANI, 2003). Eles encontraram aqui material abundante para o desenvolvimento de uma arquitetura popular rica e singular (Figura 2).



Figura 2 - Exemplo de casa de araucária no bairro Mercês, já demolida.

Fonte: IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011, p. 41

Este sistema é flexível “devido a alguns fatores como a facilidade construtiva e a modulação de 30 cm decorrente da padronização da largura das tábuas” (BATISTA, 2011, p. 45) e permitiu uma ampla variação tipológica. Além disso, a pré-fabricação das peças criou o chamado “Sistema Construtivo Aberto e a modulação de trinta centímetros, na verdade, favoreceu a liberdade criativa de seus construtores” (BATISTA, 2011, p. 45).

A pré-fabricação também permitiu o desenvolvimento de uma arquitetura seriada, com a construção do mesmo projeto em terrenos espalhados na cidade ou em um único local, criando condomínios. A Rede Viação Paraná Santa Catarina (RVPSC) foi uma das empresas que mais utilizou essa técnica construtiva

para a construção de casas para seus operários, criando as vilas ferroviárias (Figuras 3 e 4). As casas eram “produzidas em série nas próprias serrarias, vendidas, pré-cortadas e levadas ao local de implantação apenas para a montagem” (BATISTA, 2011, p. 54).

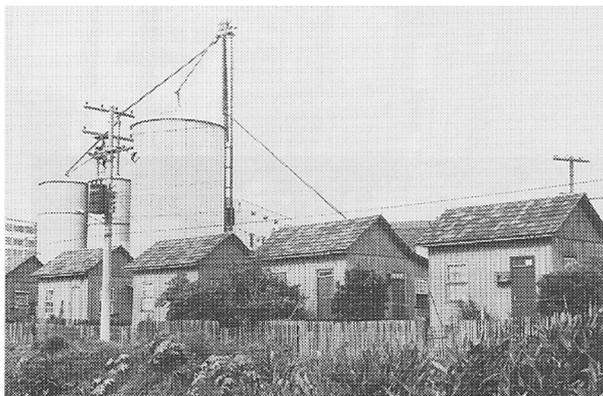


Figura 3 – Conjunto Vila Capanema
Fonte: BATISTA, 2011, p. 62

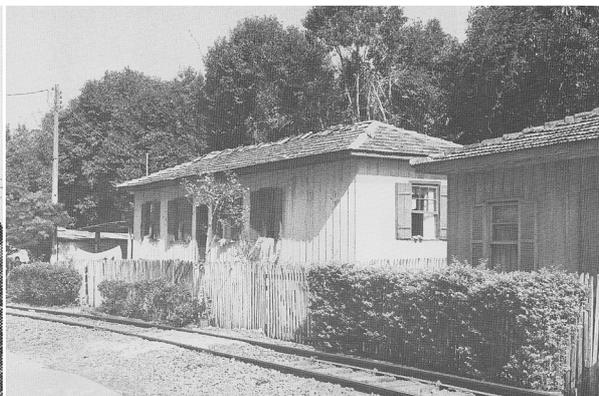


Figura 4 – Conjunto Casa do Guarda Chaves
Fonte: BATISTA, 2011, p. 71

As construções em madeira possibilitam ainda serem desmontadas e remontadas em outro local. Um exemplo desse fato é a atual Sede do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). A construção original é da década de 1920 e ficava no bairro do Portão. Ela foi transferida e hoje se encontra em um terreno no bairro Juvevê, em Curitiba (Figuras 5 e 6).



Figura 5 - Casa Domingos Nascimento Sobrinho no terreno original
Fonte: IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011, p. 62



Figura 6 - Casa Domingos Nascimento Sobrinho no terreno atual
Fonte: REVISTA DE HISTÓRIA, 2014

Outro exemplo é a Casa Estrela, que apresenta uma solução construtiva diferente das casas convencionais. Possui uma planta em forma de estrela, símbolo da doutrina Esperanto. Localizava-se na Rua Zamanhoff, no bairro Alto da Glória e foi transferida para o campus da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, localizado no bairro do Prado Velho em Curitiba. (Figuras 7 e 8).



Figura 7 - Casa Estrela no terreno original
Fonte: IMAGURE JÚNIOR, IMAGURE, 2011, p. 84



Figura 8 - Casa Estrela no terreno atual
Fonte: UNIVERSIDADE FEDERAL DO PANANÁ, 2014

No entanto, há um grande preconceito com relação a edificações em madeira, tanto pela população quanto pelo poder público. Entre os motivos está a questão de o Brasil ser um país de colonização portuguesa, onde a alvenaria é o principal sistema construtivo, a questão do fogo e também a legislação municipal.

Em 1905, proibiu-se a construção de casas de madeira nas principais ruas da cidade como na Quinze de Novembro, Barão do Rio Branco e na Praça Tiradentes. Já em 1906 a proibição se estende para toda região central. No final da década de 1920 o Código de Posturas determinou que as casas de madeira só poderiam ser construídas nas zonas periféricas. Na primeira zona, constituída pelas praças e ruas principais, só eram permitidas casas com paredes externas de alvenaria (BERRIEL, 2011). Um dos motivos dessas medidas era dar ares europeus ao centro da cidade.

Quanto ao fogo ainda havia outras determinações a serem seguidas, principalmente em relação a recuos, que deveria ser de 10 metros na parte frontal e

de no mínimo 2 metros nas laterais, gerando 4 metros de distâncias entre casas de madeira (BERRIEL, 2011).

A desvalorização da madeira pode ser verificada na propaganda anunciando um sistema de revestimento externo para “transformar uma casa de madeira em uma casa de material”, como se a madeira não fosse um material (Figura 9).

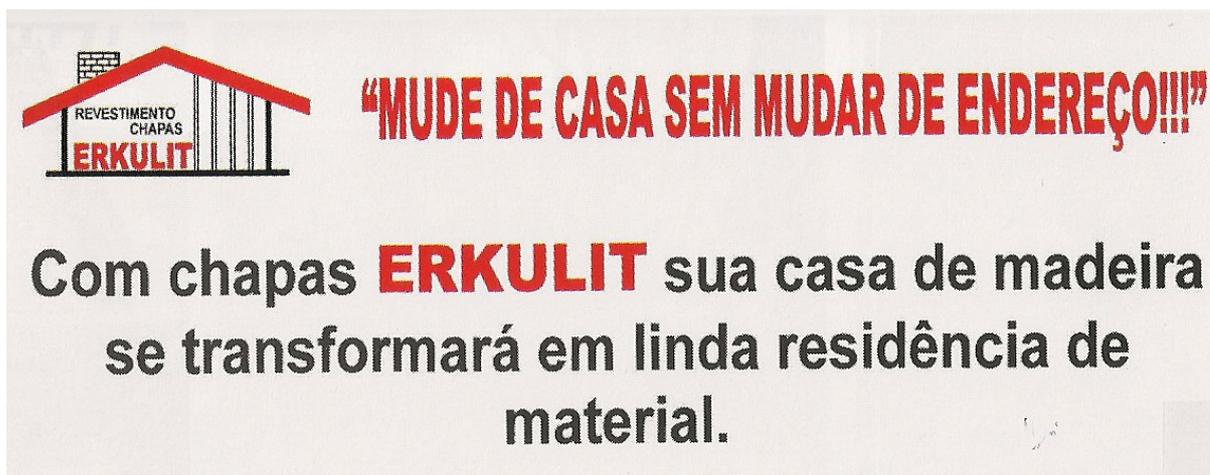
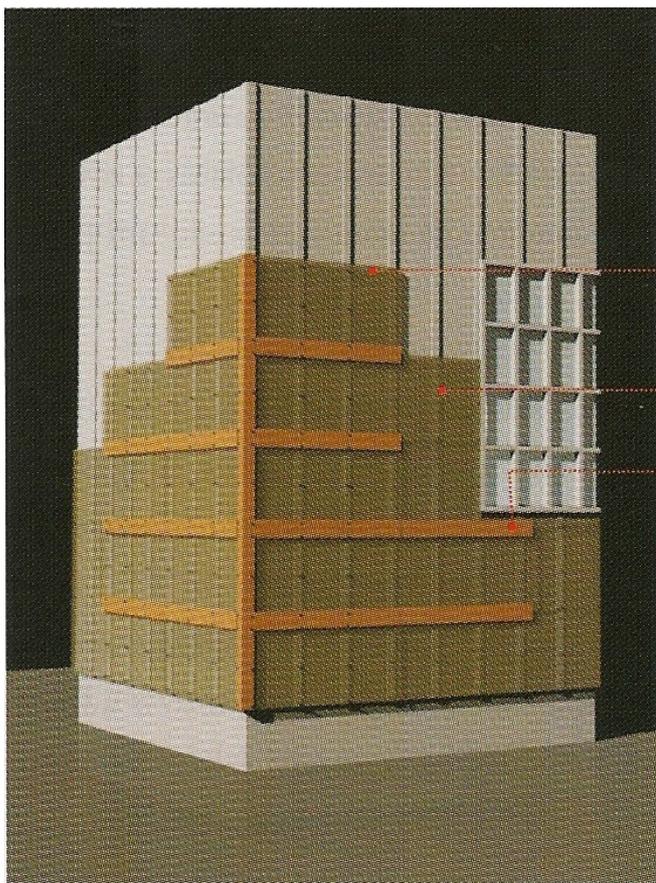


Figura 9 - Folder de propaganda das chapas para revestimento Erkulit

Fonte: BERRIEL, 2011, p.33.

A Erkulit é uma empresa que surgiu na década de 60 e revestiu mais de 20.000 casas de madeira com seu sistema. Além da mudança estética na casa, ela melhora o desempenho térmico e acústico, duas das principais reclamações dos moradores, além de proteger da umidade. O sistema consiste na aplicação de chapas de madeira mineralizada pregadas sobre as ripas, deixando o prego sobressaliente para aplicação de uma tela nas juntas. Ao final o sistema é coberto com chapisco, reboco, massa de cal fino e pintura (Figura 10).



Para revestir 100m² são necessários:

- 6Kg de prego nº 15x21
- 4Kg de arame nº 18 galvanizado
- 2Kg de tela plástica com 10cm de largura

As chapas de madeira mineralizada (200cm x 50cm) são pregadas nos mata juntas (sarrafos), em contrafiada. A cabeça do prego deve ser exposta 5mm.

As juntas são cobertas com tela plástica com 10cm de largura e nas cabeças de prego expostas são entrelaçadas arame galvanizado nº 18. Nas juntas aplica-se uma fina camada de chapisco (areia grossa 1:1 com pouca massa de cal). Cobre-se então, toda a superfície, com chapisco de massa gorda de areia e cimento, depois aplica-se 2cm de reboco com argamassa e massa de cal fino.

Figura 10 - Esquema de revestimento da casa com Erkulit

Fonte: BATISTA, 2011, p. 80

A obra durava em média quinze dias e a aplicação era feita na parte externa da casa, tornando esta de “alvenaria” por fora e de madeira por dentro (Figura 11). A empresa existe até hoje, porém quase inativa. A pouquíssima demanda da empresa atualmente se deve ao fato da inversão dos custos, entre as décadas de 60 e 80 o tijolo era mais caro que a madeira e o revestimento com Erkulit era mais viável, e hoje, além da madeira, a mão de obra e os materiais para o revestimento estão mais caros que o tijolo (BATISTA, 2011).



Figura 11 - Antes e depois de casas onde foram aplicadas as placas Erkulit

Fonte: BATISTA, 2011, p. 81

Essa “vida nova para sua casa”, como anunciava um de seus slogans, representava o desejo da população de mudança de status, de ascensão social, de prosperidade que a alvenaria demonstrava.

Hoje está cada vez mais raro encontrar as Casas de Araucária em Curitiba, devido ao fato do crescimento do setor da construção civil, os poucos exemplares remanescentes vem dando lugar a prédios.

4.3. As casas pré-fabricadas de madeira atuais

Os sistemas construtivos podem ser divididos quanto ao princípio estrutural em viga-pilar e parede-portante. Dentre os de viga-pilar encontram-se o sistema “Tábua e mata-junta”, o sistema de “Encaixe” e o sistema de “Painel Wall”. Já nos sistemas construtivos de parede-portante encontram-se o “Wood Frame”, o sistema de “Parede dupla”, o “Log Home” e o de “Madeira Laminada Cruzada”. Os nomes dos sistemas foram chamados como são conhecidos e divulgados nesse mercado. Eles serão apresentados tendo como objetivo a demonstração conceitual

de cada um, pois cada empresa tem seu modo de trabalhar os pormenores e alguns serão mostrados na análise dos resultados.

4.3.1. Sistema construtivo “Tábua e mata-junta”

Consiste em um sistema estrutural composto pelo quadro inferior e superior (vigas) conectados pelos esteios (pilares) geralmente de peças 10x10cm (BERRIEL, 2009). As tábuas e mata-juntas são usadas como vedação e travamento do sistema, sendo fixadas em posição vertical, nos quadros inferior e superior (Figura 12).

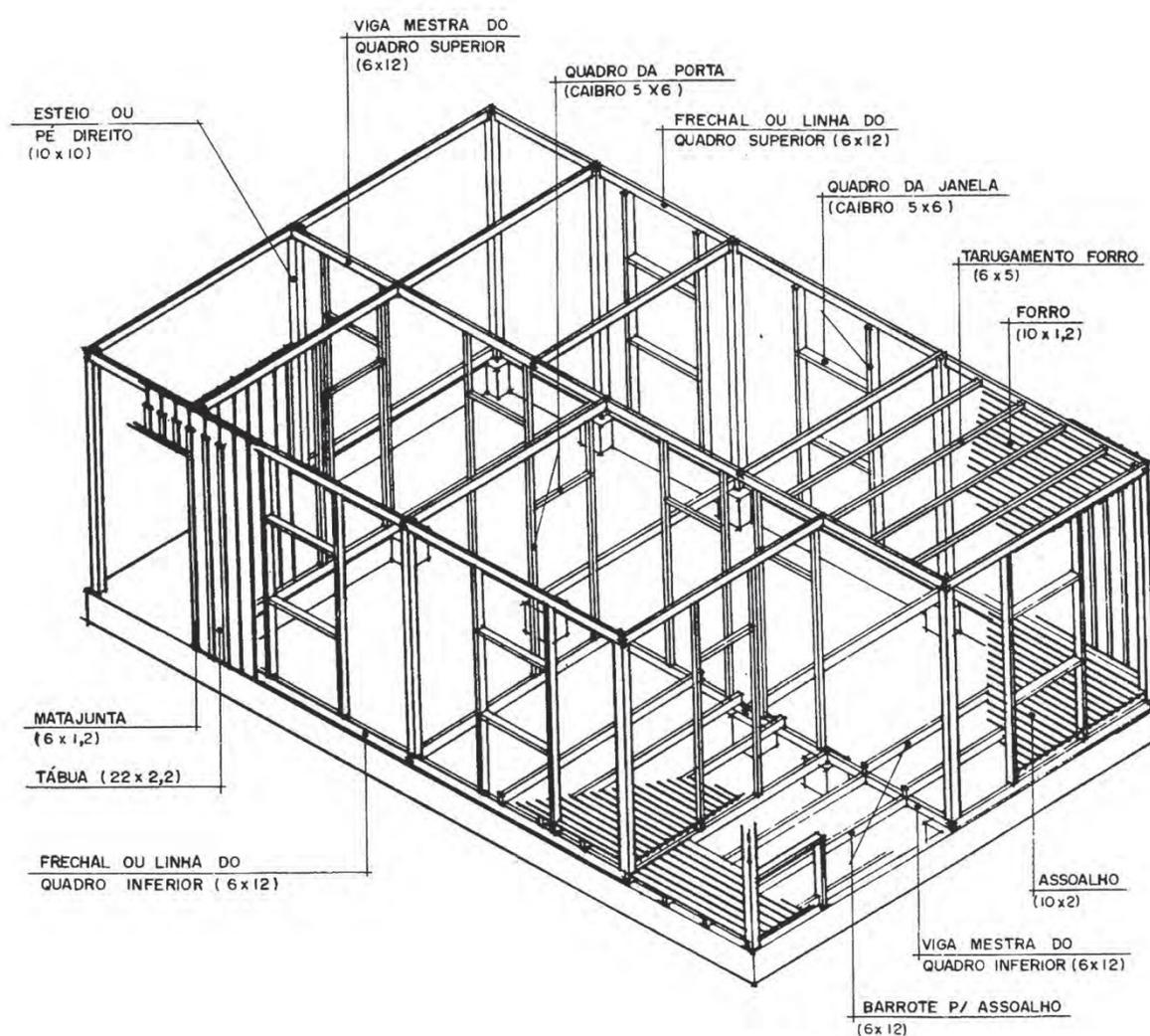


Figura 12 - Esquema estrutural de um pavimento de uma casa de Tábua e mata-junta

Fonte: ZANI, 2003, p.74

A cobertura é feita também em madeira e é “constituída por tesouras e sobre estas a trama de terças, caibros e ripas, onde finalmente se apoiam as telhas”

(BERRIEL, 2009, p. 239). As tesouras são apoiadas sobre as vigas do quadro superior, que transferem a carga para os pilares e também uniformemente pelas tábuas da vedação, e são conduzidas até a fundação (Figura 13).

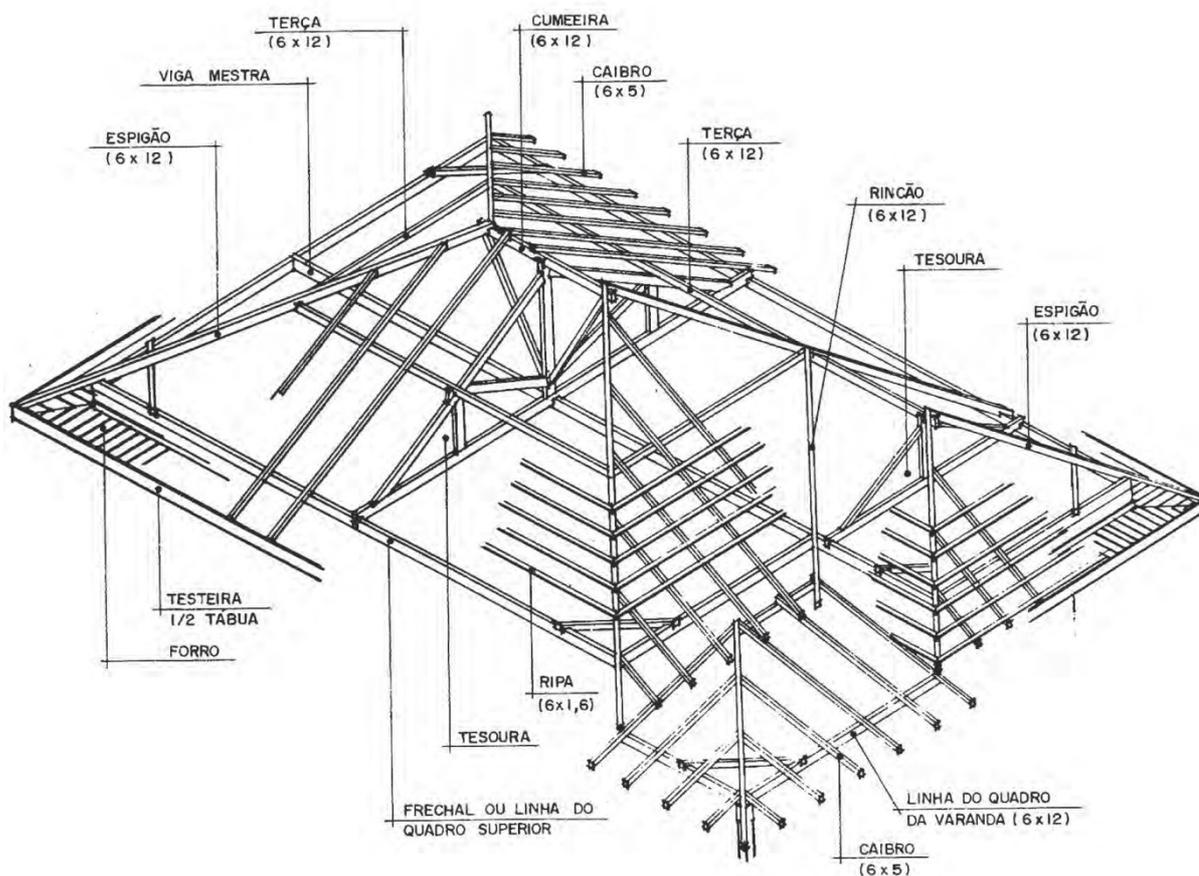


Figura 13 - Esquema estrutural da cobertura de uma casa de Tábua e mata-junta

Fonte: ZANI, 2003, p. 78

Nas figuras 14 e 15 são apresentados detalhes do conjunto estrutural neste sistema, mostrando as possibilidades de conexão entre as partes:

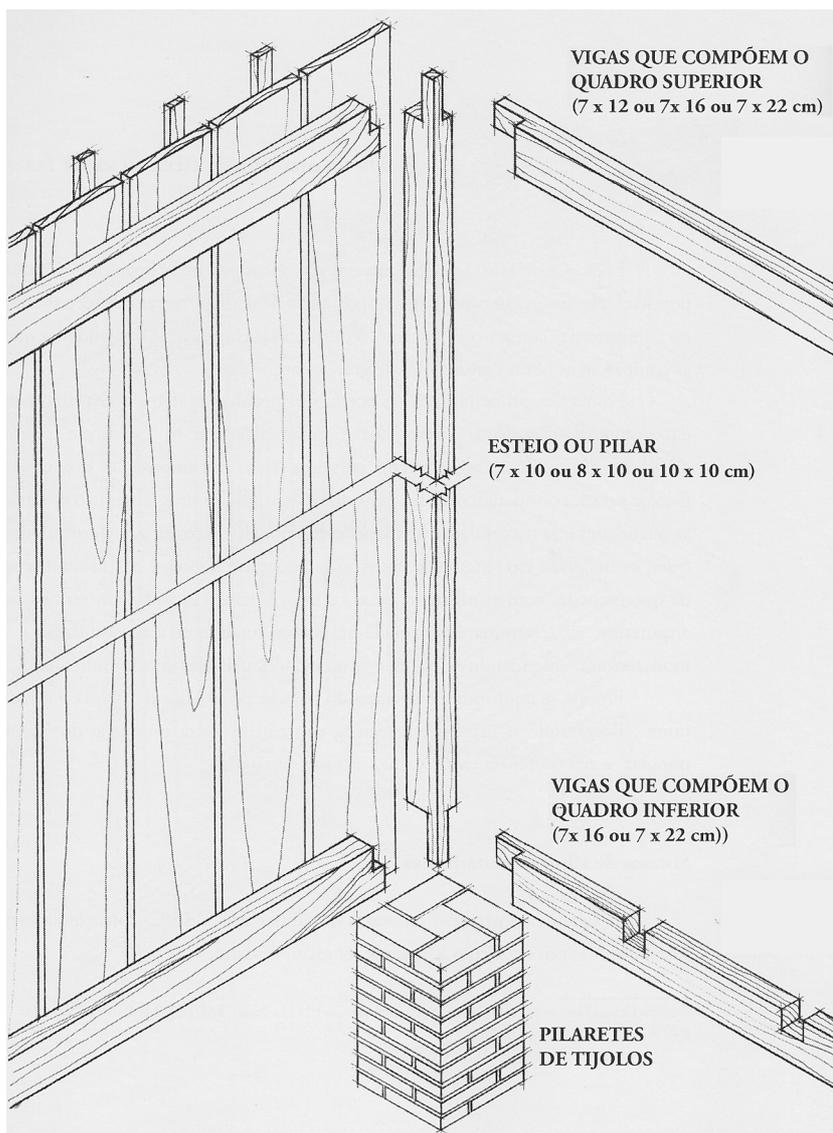


Figura 14 – Conjunto estrutural do sistema de Tábua e mata-junta
Fonte: BERRIEL, 2011, p. 76



Figura 15 – Ligações do esteio com os quadros inferior e superior
Fonte: BERRIEL, 2011, p. 77

4.3.2. Sistema construtivo de “Encaixe”

Formado por estrutura de pilares e vigas com canais onde são encaixadas as pranchas de vedação (Figura 16). Os pilares de madeira são fixados no piso através de parafusos ou pinos metálicos, e posteriormente são encaixadas as pranchas de 3,5 centímetros de espessura, que além da vedação tem a função de travar o sistema (LAROCA, 2002).

Os pilares tem seção quadrada, 10,5 x 10,5 centímetros, e a quantidade de canais e sua posição depende do local onde ficará na casa (Figura

17), podendo ser de canto (quando tem 2 canais com um ângulo de 90° entre si), de 4 canais (quando interligam 4 paredes), de 3 canais (quando interligam 3 paredes em "T"), de canais paralelos (quando interligam 2 paredes com ângulo de 180° entre si) e de 1 canal (quando se origina apenas um painel de parede). As pranchas de paredes possuem um sistema macho e fêmea e são apenas encaixadas nos montantes (CASEMA, 1982).

A cobertura também é feita em madeira, com telhado convencional "podendo ser construído com terças, caibros ou dependendo do vão tesouras e treliças espaciais" (LAROCA, 2002, p. 45).

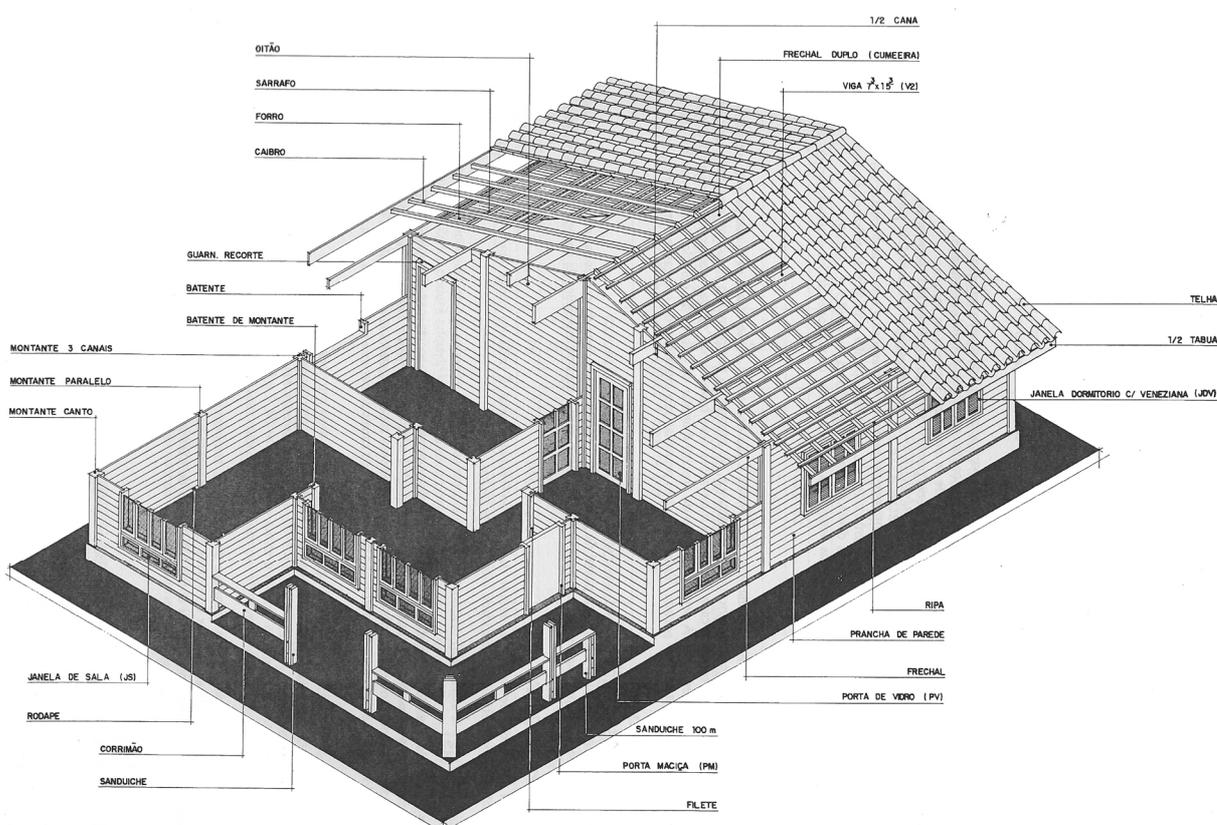


Figura 16 - Esquema construtivo de uma casa de "Encaixe"

Fonte: CASEMA, 1982

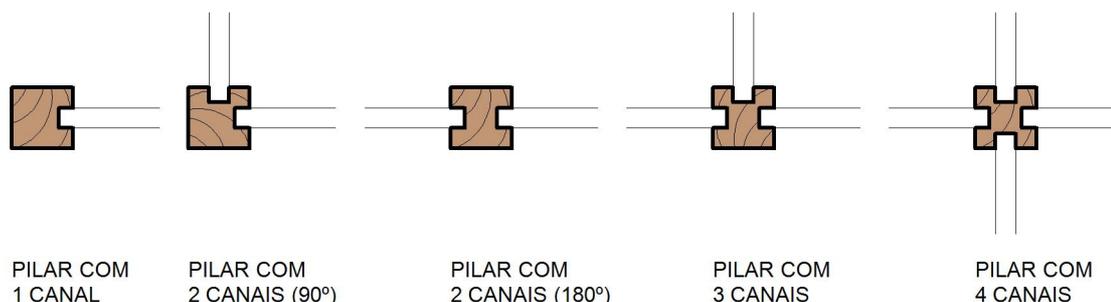


Figura 17 – Detalhe da seção dos pilares

Fonte: Desenho do autor

4.3.3. Sistema construtivo de encaixe com “Painel Wall”

Esse sistema é uma variação do sistema de Encaixe, os pilares e vigas também são de madeira, porém neste caso as tábuas de madeira maciça são substituídas por placas de Painel Wall encaixadas nos pilares. Essas placas são compostas por um miolo de madeira sarrafeada ou laminada entre lâminas de madeira e prensadas com placa cimentícia na parte externa (Figura 19). Elas são encaixadas na vertical ou na horizontal, dependendo do vão e também se a parede apresenta aberturas (Figura 18). Nas junções é aplicada massa de vedação e depois pintura.

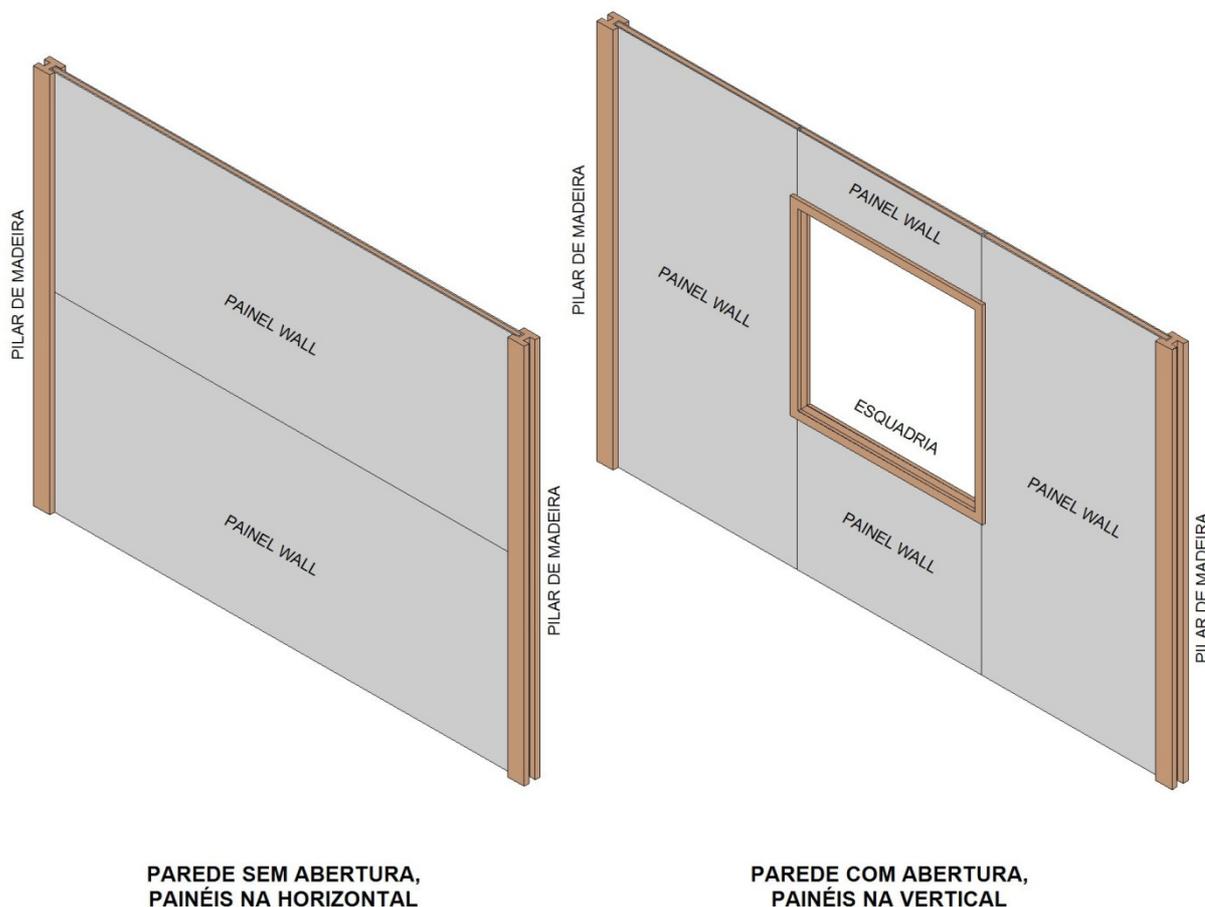


Figura 18 - Esquema do sistema construtivo com Painel Wall

Fonte: Desenho do autor



Figura 19 - Painele "Wall"

Fonte: ETERNIT

4.3.4. Sistema construtivo "Wood Frame"

É um sistema leve de construção, onde as paredes tem função estrutural e de vedação. Consiste numa trama estrutural espaçada de 40 a 60 cm que recebe placas com função de vedação e travamento do sistema. As placas podem ser de compensado, OSB, cimentícia e gesso acartonado e o revestimento aplicado posteriormente pode ser variado, de acordo com o que cada empresa fornece e o cliente necessita. Nos Estados Unidos e Canadá cerca de 70% das casas são construídas nesse sistema (LAROCCA, 2002).

Esse sistema possui duas variações, o *Ballon Frame* ou Sistema Balão (Figura 20) onde os montantes das paredes são contínuos entre pisos, e os pisos fixados lateralmente nas paredes, e o Sistema Plataforma (Figura 21), onde os montantes das paredes tem a altura do pavimento e sobre eles são colocadas as plataformas dos pisos (PAESE, 2012).

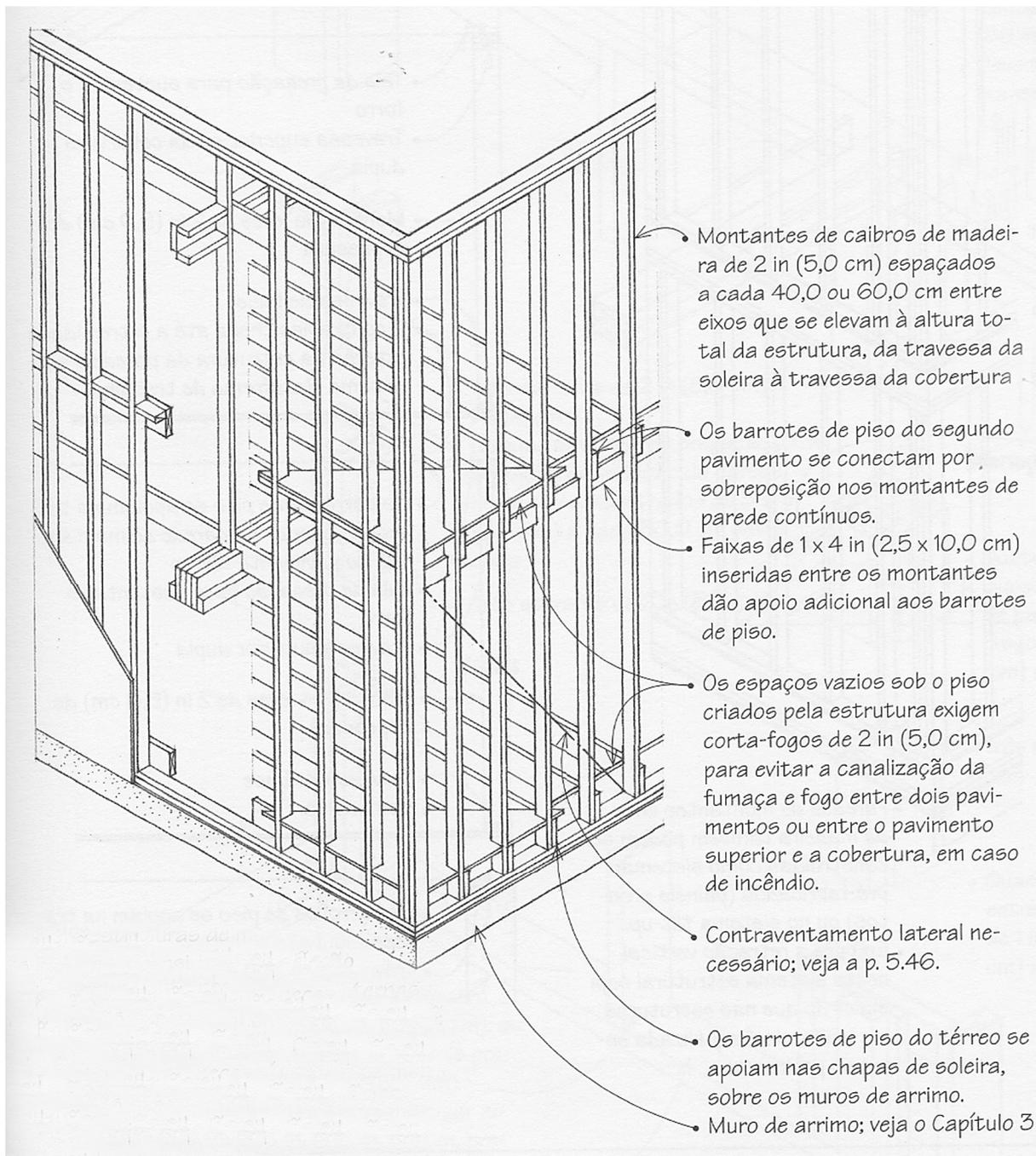


Figura 20 - Esquema estrutural de Sistema Balão

Fonte: CHING, 2010

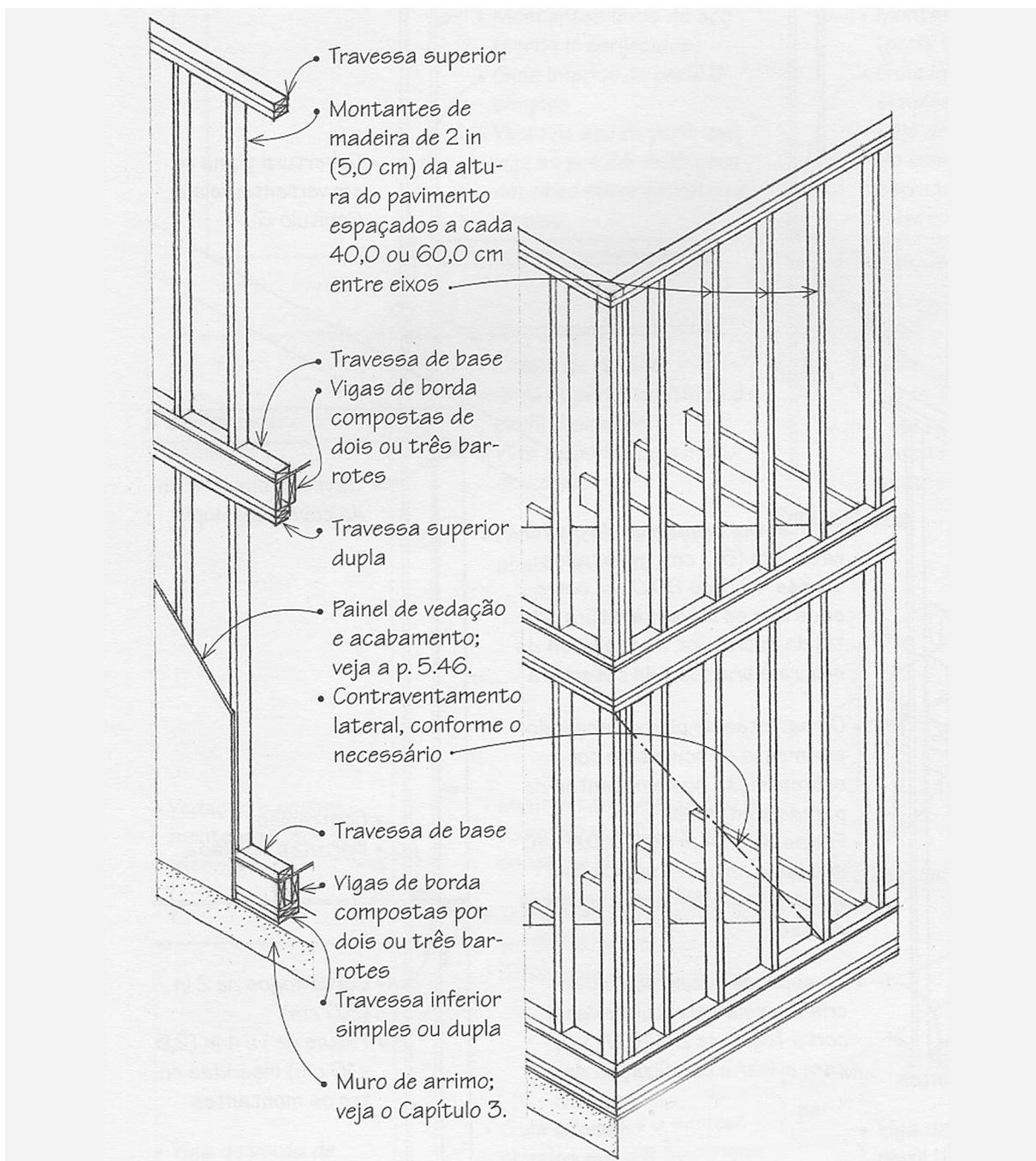


Figura 21 - Esquema estrutural de Sistema Plataforma

Fonte: CHING, 2010

4.3.5. Sistema construtivo de “Parede dupla”

Princípio estrutural semelhante ao sistema Wood Frame, inclusive na modulação dos pilares dentro das paredes, de 40 a 60 cm, porém a vedação é feita com lambris de madeira encaixados na horizontal (Figura 22). Na parte externa a espessura do lambril é de 2 cm e na parte interna e divisórias de 1 cm. Esse sistema permite a colocação de isolantes termo-acústicos em seu interior.

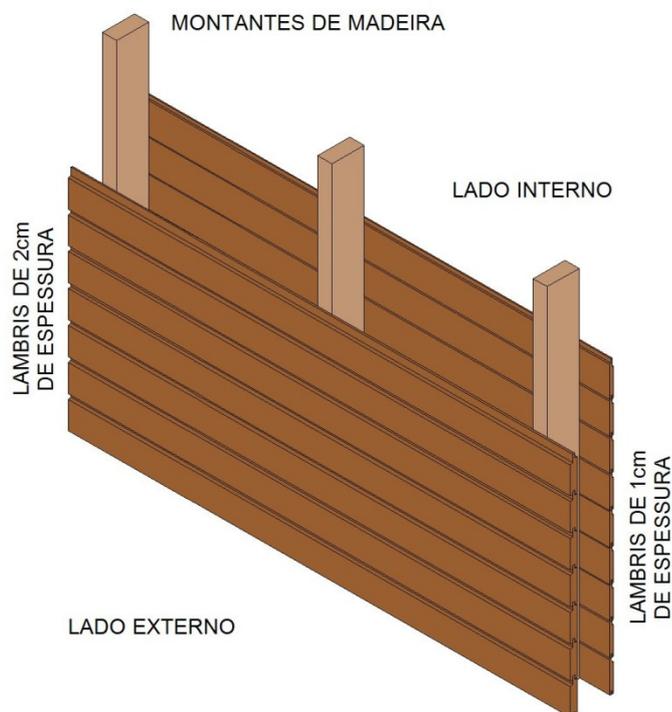


Figura 22 - Esquema estrutural do sistema de Parede dupla

Fonte: Desenho do autor

4.3.6. Sistema construtivo “Log Home”

Foi o “sistema construtivo mais utilizado pelos imigrantes poloneses no início do século XX, utiliza madeira roliça com encaixes entre as toras” (LAROCA, 2001). É composto por troncos ou peças maciças de madeira e empilhados uns sobre os outros na posição horizontal através de encaixes e travamento nos cantos (Figura 23). As paredes podem variar de 7 a 40 centímetros de espessura. Existem dois tipos de casas de madeira roliça, a *Handcrafted* (feito à mão) com troncos descascados, e a *Fresada* onde as toras são pré-cortadas e feitos canaletas para melhor encaixe das peças (PAESE, 2012).

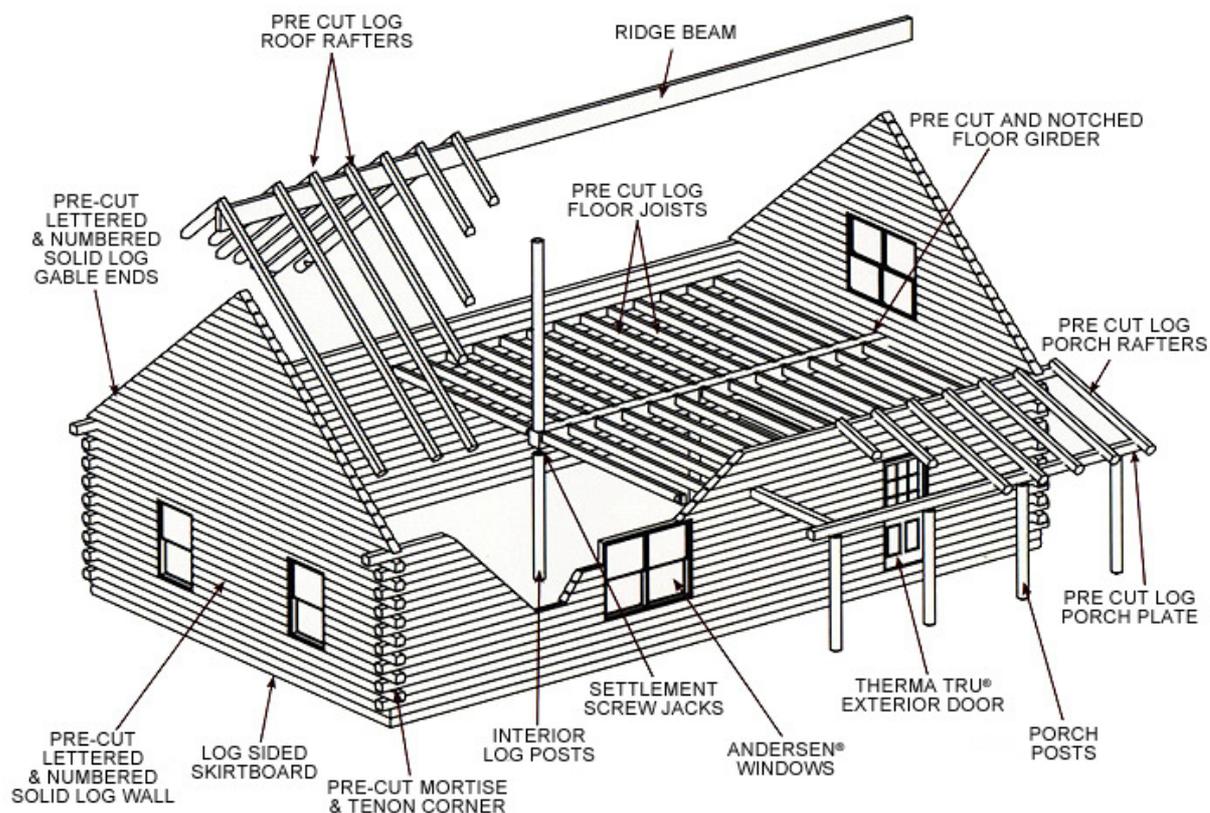


Figura 23 - Esquema construtivo de uma Log Home

Fonte: REAL LOG HOMES, 2014

4.3.7. Sistema construtivo com “Madeira Laminada Cruzada”

Mais conhecido como CLT (Cross Laminated Timber) é formado por painéis sólidos de madeira. Esses painéis são compostos por peças de madeira entre 20 e 40 mm de espessura e colados de forma cruzada (Figura 24). As dimensões ficam limitadas aos meios de transporte, sendo que o tamanho máximo é de 13,5 metros de comprimento por 2,95 metros de largura. A espessura varia de 57 mm (3 camadas) até 250mm (8 camadas). Os painéis são estruturais e podem ser usados como parede, piso e cobertura (JORGE, 2013).

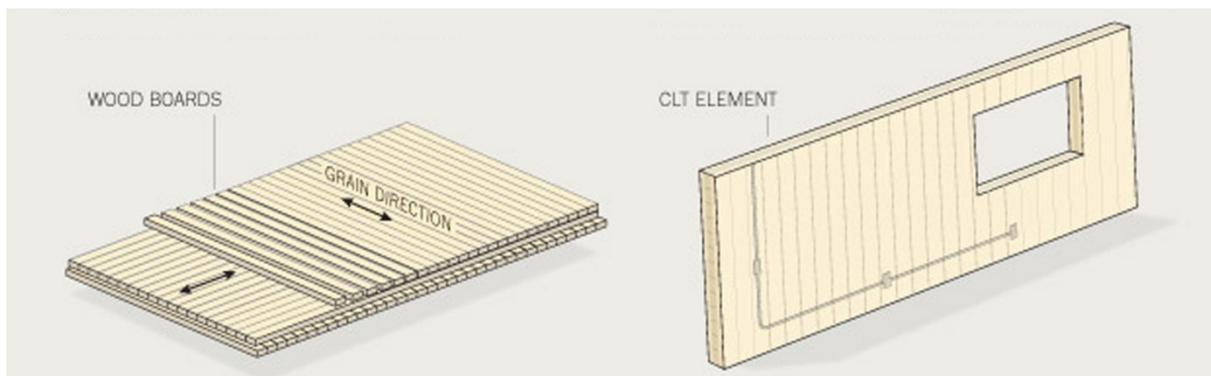


Figura 24 - Esquema de montagem do painel e painel pronto

Fonte: NEW YORK TIMES, 2014

5. METODOLOGIA

O procedimento metodológico adotado nesta pesquisa seguiu as seguintes etapas:

- a) Identificação das empresas construtoras e fornecedoras de sistemas construtivos em madeira para habitação em Curitiba e Região Metropolitana;
- b) Elaboração e aplicação do questionário
- c) Compilação dos dados
- d) Análise e comparação dos resultados

5.1. Identificação de empresas construtoras e fornecedoras

Foi realizado um levantamento na base de dados da internet sobre as empresas construtoras e fornecedoras de sistemas construtivos pré-fabricados em madeira existentes no município de Curitiba e Região Metropolitana. Para a busca utilizaram-se as palavras-chave “casas pré-fabricadas de madeira em Curitiba”, “casas pré-fabricadas em Curitiba” e “casas de madeira em Curitiba”. Foram encontradas 19 empresas com sites na internet ativos, 11 delas possuem sede no município de Curitiba e 8 na Região Metropolitana.

5.2. Elaboração e aplicação do questionário

Para fazer a análise de cada empresa foi elaborado um questionário que apresenta 33 perguntas com base nos temas e assuntos do quadro 4. O questionário encontra-se anexo ao final do trabalho.

TEMAS	ASSUNTOS ABORDADOS
1. Dados da empresa	A experiência da empresa no mercado, quais profissionais que desenvolvem os projetos, a relação da empresa com os clientes após a obra e as perspectivas para o futuro da empresa.
2. Sistemas construtivos, projetos comercializados	Os sistemas que a empresa trabalha (pré-fabricados em madeira ou não), os projetos padrões existentes e suas respectivas áreas, as modulações e volume de madeira em cada sistema.
3. Espécies de madeiras utilizadas, legalidade e origem	As madeiras utilizadas, a origem, a legalidade, certificações e se possuem plano de manejo.
4. Preços praticados, formas de financiamento e demanda	Preços de cada sistema, possibilidades de financiamento, demanda e local de construção.
5. Desempenho e acabamentos	Atendimento à Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais (NBR 15.575/2013), tratamentos termo-acústicos, acabamentos, esquadrias e coberturas utilizados.
6. Durabilidade (tratamentos)	Durabilidade de cada sistema, garantias, tratamentos preservantes, resistência a fungos e xilófagos e relação da casa com o solo.
7. Mão de obra e tempo de construção	Especialização da mão de obra, tempo de construção e fases críticas.
8. Resíduos	Racionalidade, quantidade de resíduos gerados e destinação.

Quadro 4 – Temas e assuntos abordados

Fonte: Autor

Posteriormente foi feito contato com as empresas por telefone para verificar quais estavam dispostas a colaborar com a pesquisa através de visita, por telefone ou por email. Dentre as 19 empresas encontradas, uma não existe mais, apesar do site ainda estar ativo, uma não trabalha mais com sistemas em madeira, sete não aceitaram participar da pesquisa, e entre as dez que aceitaram somente três realmente participaram, duas delas através de visita e uma por email. Foi estabelecido contato com as empresas que aceitaram participar durante aproximadamente um mês e meio para verificar se haviam conseguido responder.

Porém, sem muito sucesso, a maioria alegava falta de tempo. Essas informações podem ser melhor visualizadas no gráfico 1:

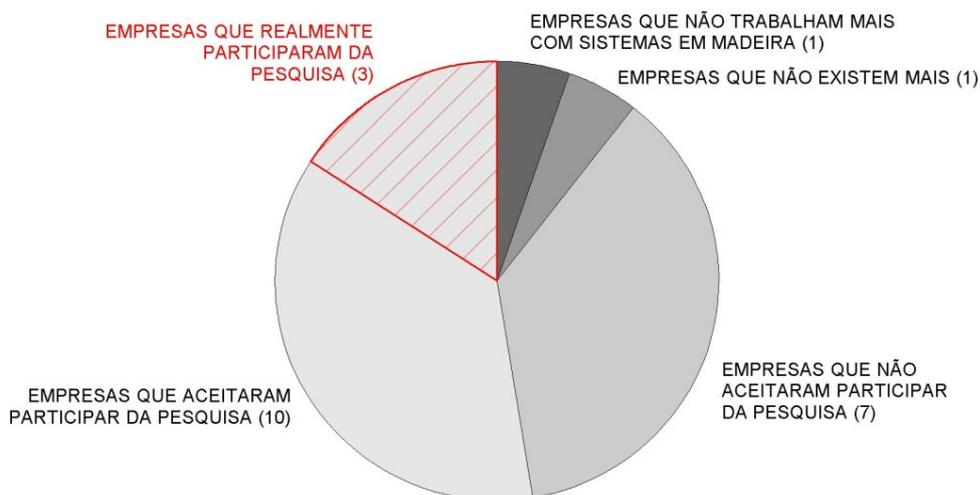


Gráfico 1 – Participação das empresas na pesquisa

Fonte: Autor

Diante dos fatos, a pesquisa sobre as empresas que não participaram teve que ser feita retirando os dados possíveis de suas páginas na internet e posteriormente através de ligações se passando por um cliente. Em alguns casos foi possível realizar uma comparação entre todas as empresas, e em outros somente entre as empresas que participaram ou somente entre as que não participaram.

5.3. Compilação dos dados

Foi montada uma base de dados com as informações de todas as empresas a fim de se poder fazer uma tabulação e comparação.

5.4. Análise dos resultados

Os resultados serão apresentados no próximo capítulo de acordo com os temas abordados. A sequência de comparação será feita primeiramente entre todas as empresas quando possível, e depois entre as empresas que responderam o questionário.

6. RESULTADOS

As empresas que participaram serão denominadas Empresa 1, 2 e 3 e as que não participaram serão chamadas de Empresa 4 a 17. Os resultados serão

apresentados de acordo com os temas. Nas tabelas, os campos com um “risco” representam informações que não se aplicam a determinado sistema.

6.1. Dados da Empresa

Entre todas as empresas analisadas, cerca da metade tem grande experiência no ramo, com mais de 15 anos no mercado, sendo que a mais antiga atua à aproximadamente 32 anos (Tabela 2).

Tabela 2 – Tempo de experiência das empresas

Empresa	Experiência no mercado (anos)
Empresa 1	32
Empresa 2	13
Empresa 3	5
Empresa 4	4
Empresa 5	20
Empresa 6	20
Empresa 7	Sem informação
Empresa 8	15
Empresa 9	9
Empresa 10	24
Empresa 11	Sem informação
Empresa 12	30
Empresa 13	20
Empresa 14	Sem informação
Empresa 15	Sem informação
Empresa 16	3
Empresa 17	16

Fonte: Autor

Quanto ao desenvolvimento dos projetos, essas empresas apresentam uma equipe mista para tal função, composta pela parte de vendas e equipe técnica com engenheiros e arquitetos, no entanto os projetos também podem ser desenvolvidos por arquitetos contratados pelos clientes.

As informações sobre a satisfação dos clientes e expectativas da empresa serão apresentadas no final dos resultados.

6.2. Sistemas construtivos e projetos comercializados

Os sistemas comercializados pelas empresas são: Tábua e mata-junta, Encaixe, Painel Wall, Wood Frame, Parede dupla e Log Home (Tabela 3). Nenhuma delas vende o sistema de Madeira Laminada Cruzada (CLT). O sistema mais comercializado pelas empresas analisadas é o de Tábua e mata-junta (11 empresas), seguido pelo sistema de Encaixe (8 empresas), depois por Wood Frame (2 empresas) e em seguida por Log Home, Parede Dupla e Wall (1 empresa cada). É possível verificar que a maioria do mercado é voltada para construções populares de baixa renda, através do sistema em madeira mais tradicional em Curitiba, o de tábua e mata-junta. (Tabela 4).

Tabela 3 - Relação das empresas, sistemas utilizados, tamanhos das casas e quantidade de quartos

(continua)

Empresa	Sistemas em madeira	Casas de 1 pavimento		Casas de 2 pavimentos ou mais	
		Áreas (m ²)	Quartos	Áreas (m ²)	Quartos
Empresa 1	Tábua e mata-junta	de 19 até 68	1, 2 e 3	-	-
	Encaixe	de 73 a 256	2, 3, 4 e 5	de 115 a 352	2, 3 e 4
	Parede dupla	de 73 a 256	2, 3, 4 e 5	de 115 a 352	2, 3 e 4
	Log Home	-	-	de 215 a 457	3
	Wood Frame	de 41 a 67	1, 2 e 3	de 119 a 205	2, 3 e 4
Empresa 2	Encaixe	de 63 a 165	2 e 3	de 82 a 180	2 e 3
Empresa 3	WoodFrame	de 194 a 253	3 e 4	de 180 a 280	2, 3 e 4
Empresa 4	Tábua e mata-junta	de 22 a 81	1, 2 e 3	-	-
	Encaixe	de 38 a 42	1, 2 e 3	120	2 e 3
Empresa 5	Encaixe	de 43 a 239	1, 2, 3 e 4	de 82 a 358	2, 3 e 4
Empresa 6	Tábua e mata-junta	de 40 a 60	1 e 2	-	-
Empresa 7	Encaixe	de 54 a 203	1, 2, 3, 4 e 5	de 122 a 232	3 e 4
Empresa 8	Tábua e mata-junta	de 50 a 170	1, 2 e 3	-	-
Empresa 9	Tábua e mata-junta	74	2	-	-
Empresa 10	Tábua e mata-junta	de 27 a 54	1, 2 e 3	-	-
Empresa 11	Tábua e mata-junta	de 30 a 70	2 e 3	-	-
Empresa 12	Encaixe	de 43 a 245	2, 3 e 4	de 82 a 559	2, 3, 4, 5 e 6
	Painel Wall	de 29 a 117	1, 2 e 3	-	-

Tabela 3 - Relação das empresas, sistemas utilizados, tamanhos das casas e quantidade de quartos

(conclusão)

Empresa	Sistemas em madeira	Casas de 1 pavimento		Casas de 2 pavimentos ou mais	
		Áreas (m ²)	Quartos	Áreas (m ²)	Quartos
Empresa 13	Encaixe	de 58 a 368	2, 3 e 4	de 87 a 355	2, 3, 4, 5 e 6
Empresa 14	Tábua e mata-junta	de 50 a 153	1, 2 e 3	-	-
Empresa 15	Tábua e mata-junta	40	2	-	-
Empresa 16	Tábua e mata-junta	de 84 a 94	2 e 3	-	-
	Encaixe	80	2	60	2
Empresa 17	Tábua e mata-junta	de 32 a 76	1, 2 e 3	-	-

Fonte: Autor

Tabela 4 - Relação da quantidade de empresas de acordo com cada sistema

Sistemas em madeira	Quantidade de empresas
Tábua e mata-junta	11
Encaixe	8
Wood Frame	2
Parede dupla	1
Log Home	1
Painel Wall	1

Fonte: Autor

A Empresa 1 apresenta duas modalidades para o sistema Wood Frame, o alemão e o americano. No sistema construtivo alemão a produção é industrializada e feita por maquinário dentro da fábrica, o projeto precisa estar totalmente detalhado, pois a precisão é em milímetros, sendo que sua viabilidade é para projetos em série devido ao custo do planejamento. E no sistema construtivo americano os componentes são montados manualmente com o auxílio de algumas máquinas de grande porte, o projeto não precisa ser muito detalhado e a modulação é mais flexível. Porém, depois de prontos, o transporte e montagem dos componentes na obra são os mesmos.

A Empresa 3 é a única que tem o sistema homologado pela Caixa Econômica Federal e no Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), que é um

projeto que tem como objetivo avaliar novos produtos utilizados na construção civil com foco no seu desempenho, com isso é a única que consegue participar do Programa Minha Casa Minha Vida. Ela faz isso estabelecendo parceria com outras construtoras, licenciando-as para que possam construir no sistema Wood Frame. Fornece suporte técnico para implementação da fábrica, treinamento dos funcionários, além de acompanhamento e monitoramento para garantir o controle de qualidade do seu sistema. Sendo assim, atualmente o seu ramo de negócio no Programa Minha Casa Minha Vida passa a ser mais a concessão de direito do que efetivamente o projeto e a construção de unidades habitacionais.

Mais da metade das empresas trabalha com outro sistema construtivo que não seja de madeira (Tabela 5). Entre eles estão à alvenaria, o concreto pré-moldado e o Steel Frame sendo que somente os dois últimos são sistemas pré-fabricados. Uma das empresas que respondeu o questionário declarou que incluiu a alvenaria devido à exigência do mercado depois de alguns anos trabalhando somente com madeira. Essa empresa trabalhou algum tempo com o sistema de concreto pré-moldado, mas desistiu depois de muitas reclamações dos clientes em relação ao conforto térmico, pois o material esquenta muito no verão e deixa a casa muito fria no inverno. Hoje ela trabalha com alvenaria, mas destaca que estuda voltar a comercializar somente sistemas em madeira, por causa da racionalidade e rapidez, substituindo a alvenaria por Wood Frame, sistema que devido à aplicação de gesso acartonado (internamente), placa cimentícia (externamente), e depois pintura, é o que mais se assemelha a alvenaria esteticamente.

Tabela 5 - Comparação das empresas que comercializam somente sistemas em madeira com as que comercializam também outros sistemas

Empresas que comercializam somente sistemas em madeira	Empresas que comercializam também outros sistemas que não sejam de madeira		
7	10	Alvenaria	6
		Concreto pré-moldado	2
		Alvenaria e concreto pré-moldado	1
		Concreto pré-moldado e Steel Frame	1

Fonte: Autor

As empresas apresentam vários projetos padrões, mas sempre são personalizáveis pelos clientes. Tanto o projeto quanto os acabamentos podem ser

modificados além de precisarem se adequar ao local de construção. No caso de acabamentos que não sejam o padrão das empresas e com custo mais elevado, a diferença de preço fica a cargo do cliente.

As casas fornecidas são de 1 a 3 pavimentos, porém no sistema de Tábua e mata-junta elas sempre são ofertadas com 1 pavimento. Provavelmente isso se deve ao fato do custo e do material utilizado e não do sistema, pois no passado elas eram construídas em até 3 pavimentos utilizando tábuas de araucária, e hoje utiliza-se tábuas de pinus, material de menor qualidade. O sistema Wood Frame e o CLT permitem a construção de edificações de até 8 pavimentos, no entanto não existe nenhuma iniciativa de construções verticais para habitação nesses sistemas na área de estudo.

Nas residências de Tábua e mata-junta as áreas variam de 19 a 153 m², apresentando de 1 a 3 quartos. O programa se complementa com cozinha e banheiro nos casos menores, e com sala, copa, lavanderia, garagem e varanda nos casos maiores. Para o sistema de Encaixe, a variação é de 38 a 368 m² em casas térreas com 1 a 4 quartos e de 82 a 559 m² com 2 a 6 quartos em casas com 2 pavimentos ou mais. As habitações térreas ficam entre 73 e 256 m² com 2 a 5 quartos e em habitações de 2 pavimentos entre 115 a 352 m² com 2 a 4 quartos no sistema de Parede dupla. As unidades que utilizam o sistema construtivo Log Home são comercializadas de 215 a 457 m² e 3 quartos. No sistema Painel Wall as casas são térreas, com áreas entre 29 e 117 m² com 1 a 3 quartos. Já no sistema Wood Frame varia entre 41 e 253 m² com 1 a 4 quartos para residências térreas e entre 119 e 280 m² com 2 a 4 quartos. Nas residências maiores o programa ganha suíte, closet, espaço com churrasqueira, depósito e lavabo.

Existem diversas tipologias e projetos padrões, a quantidade é realmente muito grande. Uma das empresas apresenta mais de 60 projetos padrões de casas térreas no sistema de Tábua e mata-junta. O que se pode deduzir é que cada projeto desenvolvido torna-se um novo projeto padrão. Será apresentado somente 1 projeto de cada sistema a critério de informação (Figuras 25 a 30).

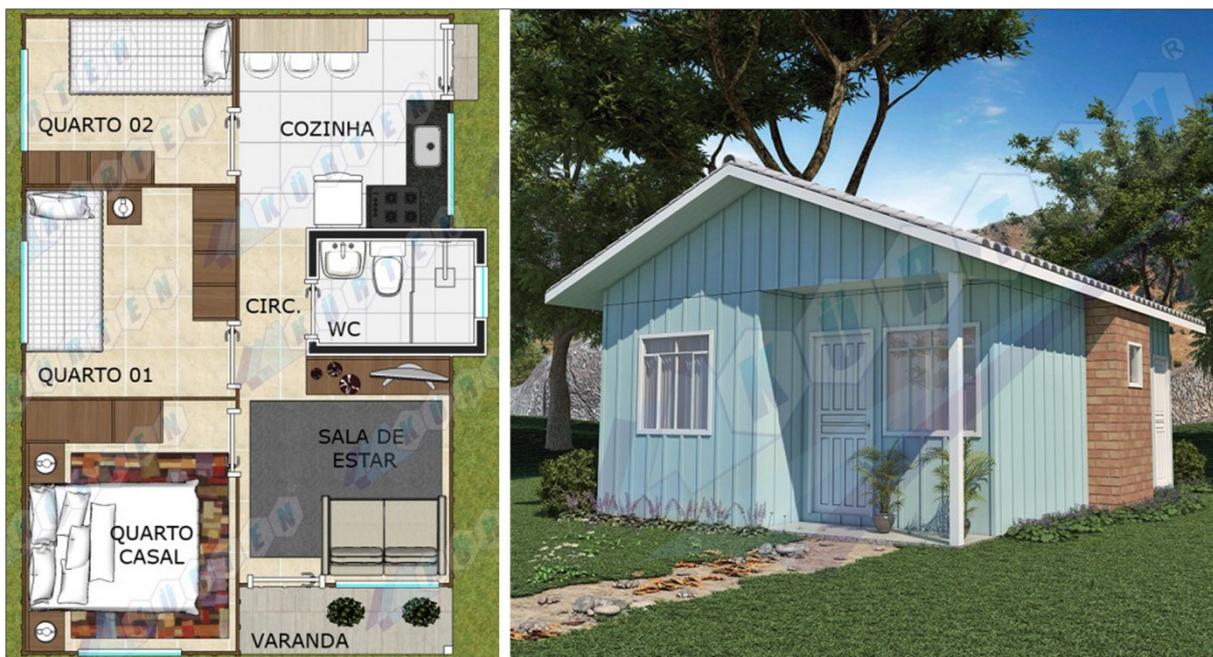


Figura 25 - Exemplo de projeto padrão no sistema “Tábua e mata-junta” com 38,10m²

Fonte: Empresa 1

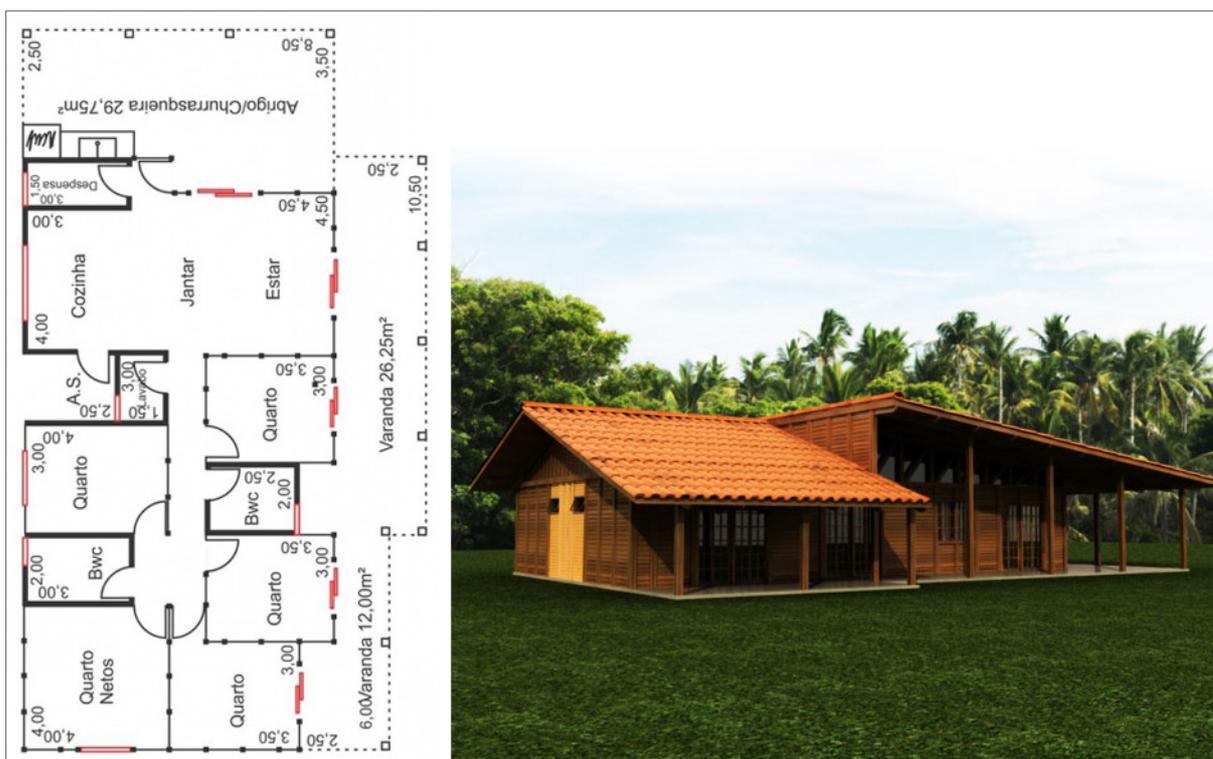


Figura 26 - Exemplo de projeto padrão no sistema de “Encaixe” com 203,00 m²

Fonte: Empresa 7



Figura 27 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Painel Wall" com 98,86m²

Fonte: Empresa 12



Figura 28 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Wood Frame" com 208,05 m²

Fonte: Empresa 2



Figura 29 - Exemplo de projeto padrão no sistema "Parede dupla" com 185,90 m²

Fonte: Empresa 1



Figura 30 - Exemplo de projeto padrão no sistema “Log Home” com 457,16 m²

Fonte: Empresa 1

Os projetos mais populares geralmente apresentam plantas quadradas ou retangulares, o que diminui o perímetro de paredes externas das edificações, diminuindo assim também o seu custo. Já nas construções de padrão médio e alto, nota-se plantas mais orgânicas, que se distribuem melhor sobre o terreno, tendo um perímetro de paredes externas maiores e um custo mais elevado.

As modulações utilizadas para o sistema de Tábua e mata-junta entre 20 e 30 cm correspondentes a largura das tábuas. No Sistema de Encaixe a modulação fica em 150, 200 e 340 cm. Para o sistema Painel Wall é de 120 cm quando o painel é usado na vertical e 305 cm quando usado na horizontal. O sistema Log Home geralmente utiliza peças de 250 cm de comprimento. Para o Wood Frame alemão a modulação estrutural é rígida em 40 cm e pode chegar até 60 quando no Wood Frame americano. E o sistema Parede dupla utiliza medidas semelhantes ao Wood Frame, de 40 a 60 cm entre montantes.

Quanto a metragem cúbica de madeira utilizada em cada tipo de sistema a Empresa 1 informou que o Wood Frame consome $0,15\text{m}^3 / \text{m}^2$, o Log Home aproximadamente $0,3\text{m}^3 / \text{m}^2$, o de Parede dupla $0,15\text{m}^3 / \text{m}^2$ e o de Encaixe de $0,23\text{m}^3 / \text{m}^2$. A Empresa 2 afirma utilizar outro valor para o sistema de encaixe, em torno de $0,1\text{m}^3 / \text{m}^2$. Para os demais sistemas não foi possível obter os dados.

6.3. Espécies de madeira utilizadas, legalidade e origem

A relação das espécies de madeiras utilizadas de acordo com os sistemas é apresentada no quadro 5. Para as casas de Wood Frame e Tábua e mata-junta sempre é utilizada madeira de Pinus, que é proveniente de floresta plantada.

Nos sistemas de Encaixe, Parede dupla e Log Home são utilizadas madeiras de lei como a Grápia e o Cambará e de reflorestamento como o Pinus, que nestes casos é autoclavado, para estrutura e vedação, correspondendo a 90% da construção. Para as esquadrias as Empresas 1 e 2 citam a Itaúba, e para o forro o Angelim.

Empresa	Sistemas em madeira	Madeiras utilizadas
Empresa 1	Tábua e mata-junta	Pinus
	Encaixe	Cambará
	Parede dupla	Cambará
	Log Home	Pinus Autoclavado
	Wood Frame	Pinus Autoclavado
Empresa 2	Encaixe	Grápia
Empresa 3	WoodFrame	Pinus Autoclavado
Empresa 4	Tábua e mata-junta	Pinus
	Encaixe	Pinus Autoclavado
Empresa 5	Encaixe	Grápia
		Pinus Autoclavado
Empresa 6	Tábua e mata-junta	Pinus
Empresa 7	Encaixe	Grápia
		Pinus Autoclavado
Empresa 8	Tábua e mata-junta	Pinus
Empresa 9	Tábua e mata-junta	Pinus
Empresa 10	Tábua e mata-junta	Pinus
Empresa 11	Tábua e mata-junta	Pinus
Empresa 12	Encaixe	Grápia
	Painel Wall	Pinus Autoclavado

Empresa	Sistemas em madeira	Madeiras utilizadas
Empresa 13	Encaixe	Grápia
Empresa 14	Tábua e mata-junta	Pinus
Empresa 15	Tábua e mata-junta	Pinus
		Pinus Autoclavado
Empresa 16	Tábua e mata-junta	Pinus
		Pinus autoclavado
	Encaixe	Pinus Autoclavado
Empresa 17	Tábua e mata-junta	Pinus
		Cambará

Quadro 5 – Espécies de madeira utilizadas de acordo com cada sistema

Fonte: Autor

As 3 empresas entrevistadas afirmam que a madeira é legalizada e possuem o Documento de Origem Florestal (DOF) fornecida pelo IBAMA, que possibilita o transporte de produtos florestais. Somente a empresa 3 informa ter certificação, mas não sabe dizer qual. Não foi solicitado nenhum documento para comprovação da veracidade da legalidade.

Com relação à origem da madeira, a Empresa 1 comenta que a madeira de lei vem do estado do Mato Grosso e o Pinus do Chile. Ela afirma que o Pinus brasileiro é de pior qualidade devido ao crescimento rápido, por causa do clima muito quente, e também pelo tempo de corte, que aqui no Brasil é geralmente de 8 anos e em países mais frios como o Chile é de 30 anos. A madeira de lei da Empresa 2 vem do Mato Grosso e de Rondônia. Aponta que tentou durante algum tempo aplicar o Pinus da região de Curitiba para fazer uma versão mais barata de seu sistema, porém não teve sucesso devido à péssima qualidade do material que apresentava torções, envergaduras e “nós” soltos. E a Empresa 3 aponta que o Pinus e os painéis OSB vêm de Ponta Grossa. Todas as madeiras são transportadas por caminhão. Apesar da madeira demandar pouca energia e poluir muito pouco no seu processo de transformação, o meio de transporte e as distâncias entre extração e uso nas Empresas 1 e 2 causam um enorme impacto ambiental.

6.4. Preços praticados e formas de financiamento

A comparação entre os custos e financiamentos pode ser verificada na tabela 7.

Tabela 6 - Comparação de custos e financiamentos disponíveis

(continua)

Empresa	Sistemas em madeira	Madeiras	Preço médio para casas de 1 pavimento (R\$ / m ²)	Preço médio em casas de 2 pavimentos ou mais (R\$ / m ²)	Financiamento
1	Tábua e mata-junta	Pinus	500 - com mão de obra	-	Caixa Econômica
	Encaixe	Cambará	1.700	2.040	
	Parede dupla	Cambará	1.500	1.800	
	Log Home	Pinus Autoclavado	-	2.000	
	Wood Frame	Pinus Autoclavado	1.600 - Americano 2.100 - Alemão	1.920 - Americano 2.520 - Alemão	
2	Encaixe	Garapeira	1.200	1.400	Caixa Econômica
3	WoodFrame	Pinus Autoclavado	2.000 - Alemão	2.400 - Alemão	Caixa Econômica e Santander
4	Tábua e mata-junta	Pinus	475 - com mão de obra	-	Caixa Econômica e Itaú
	Encaixe	Pinus Autoclavado	670	1.100	
5	Encaixe	Grápia	1.250	1.450	Caixa Econômica, Itaú e BNDES
		Pinus Autoclavado	790	1.250	
6	Tábua e mata-junta	Pinus	181 - sem mão de obra 331 - com mão de obra	-	Caixa Econômica, Banco do Brasil, Itaú e Losango
7	Encaixe	Grápia	1.280	1.450	Caixa Econômica, Barigui Financeira e Paraná Banco
		Pinus Autoclavado	840	1.150	
8	Tábua e mata-junta	Pinus	248 - sem mão de obra 350 - com mão de obra	-	Caixa Econômica, Itaú, Bradesco e Banco do Brasil
9	Tábua e mata-junta	Pinus	159 - sem mão de obra	-	Losango e Barigui Financeira
10	Tábua e mata-junta	Pinus	154 - sem mão de obra 363 - com mão de obra	-	Caixa Econômica, Barigui Financeira e Losango
11	Tábua e mata-junta	Pinus	128 - sem mão de obra 291 - com mão de obra	-	Caixa Econômica e Itaú
12	Encaixe	Grápia	1.397	1.595	Caixa Econômica
	Painel Wall	Pinus Autoclavado	1.444	-	
13	Encaixe	Grápia	Sem informações	Sem informações	Sem informações
14	Tábua e mata-junta	Pinus	210 - sem mão de obra 308 - com mão de obra	-	Caixa Econômica, Itaú e Banco do Brasil

Tabela 6 - Comparação de custos e financiamentos disponíveis

(conclusão)

Empresa	Sistemas em madeira	Madeiras	Preço médio para casas de 1 pavimento (R\$ / m ²)	Preço médio em casas de 2 pavimentos ou mais (R\$ / m ²)	Financiamento
15	Tábua e mata-junta	Pinus	122 - sem mão de obra 222 - com mão de obra	-	Caixa Econômica
		Pinus Autoclavado	300 - sem mão de obra 400 - com mão de obra		
16	Tábua e mata-junta	Pinus	218 - sem mão de obra 327 - com mão de obra	-	Caixa Econômica e Barigui Financeira
		Pinus autoclavado	255 - sem mão de obra 383 - com mão de obra		
	Encaixe	Pinus Autoclavado	937	1.124	
17	Tábua e mata-junta	Pinus	376 - com mão de obra	-	Caixa Econômica, Banco do Brasil, BV Financeira, Bradesco e Losango
		Cambará	434 - com mão de obra		

Fonte: Autor

O custo dessas casas variam de acordo com o sistema, número de pavimentos e a madeira utilizada (Gráficos 2 e 3). Para o sistema de Tábua e mata-junta, o preço de uma casa térrea de baixo padrão, em pinus sem tratamento fica em torno de R\$ 354,00 o m², e R\$ 392,00 o m² em pinus autoclavado. Já os Kits, onde os clientes ficam responsáveis pela construção está R\$ 178,00 o m² em pinus sem tratamento e R\$ 278,00 o m² em pinus autoclavado. Os outros sistemas são ofertados no padrão médio e alto. No sistema de Encaixe em madeira de lei o m² de uma casa térrea é de R\$ 1.365,00 e R\$ 809,00 em pinus. O sobrado nesse sistema está em média R\$ 1.587,00 / m² em madeira de lei e R\$ 1.156,00 / m² em pinus autoclavado. O sistema de Painel Wall para uma casa térrea é de R\$ 1.444 o metro quadrado. Para o sistema de Parede dupla o valor é de R\$ 1.500,00 / m² em uma casa térrea e de R\$ 1.800,00 / m² em um sobrado. As casas no sistema Log Home estão em média R\$ 2.000,00 / m². No sistema alemão, o Wood Frame apresenta preços semelhantes entre as Empresas 1 e 3, ficando de R\$ 2.000,00 a R\$ 2.100,00 nas casas de um pavimento, e de R\$ 2.400,00 a 2.520,00 nas casas de 2 pavimentos. Já o Wood Frame no sistema americano os valores são de R\$ 1.600,00 / m² e R\$ 1.920,00 / m² para uma casa térrea e um sobrado respectivamente.

Em se tratando de facilidades de compra, a Caixa Econômica Federal aparece como a principal financiadora dessas casas, que através do ConstruCard é possível parcelar de 58 a 96 meses. Já o ConstruShop do Itaú, é apontado por outras empresas com financiamento em 54 vezes. As outras linhas de crédito em parceria com outros bancos variam de 24 a 60 meses. Uma empresa afirma ter financiamento pela Caixa Econômica em até 15 anos, além de aceitar carro e moto como parte do pagamento. Algumas empresas aceitam ainda cheque e cartão de crédito, e falam em facilidade para aposentados, pensionistas e funcionários públicos. A Empresa 3 tem seu sistema Wood Frame homologado pelo Ministério das Cidades, com isso é possível o financiamento pela Caixa Econômica em até 35 anos e pelo Santander em até 30 anos pelo Programa Construção Fácil. Percebe-se que as empresas tentam ao máximo ampliar as facilidades compra para atrair os clientes e poder se manter no mercado.

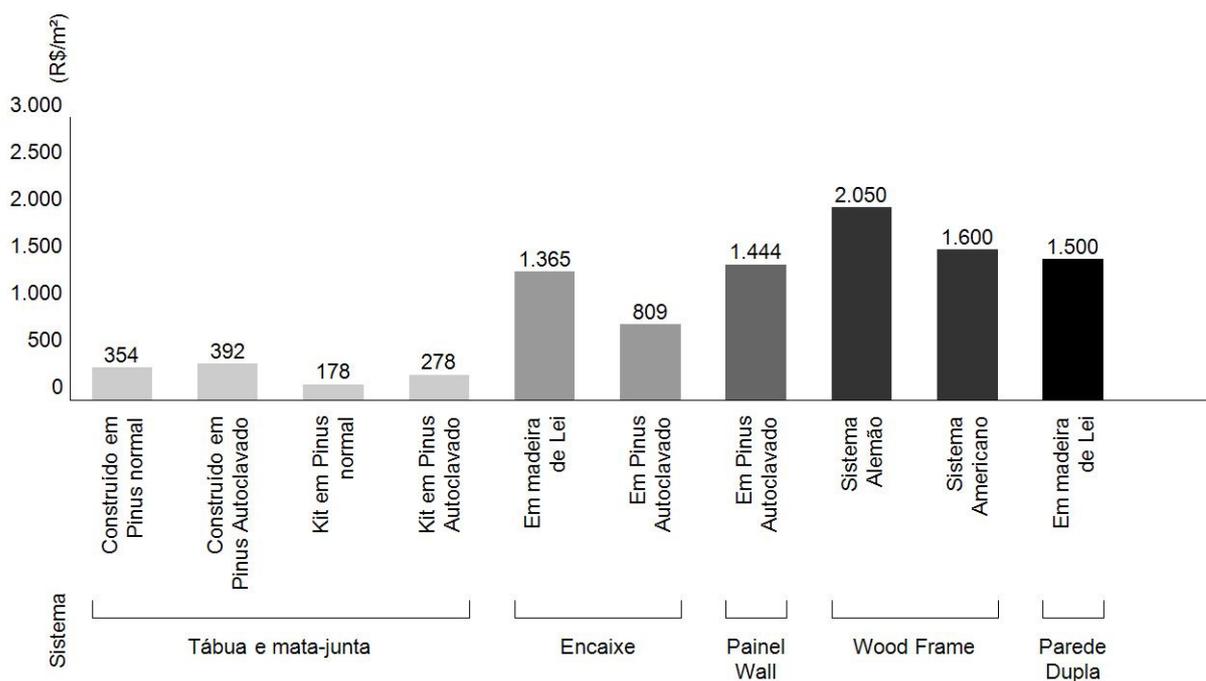


Gráfico 2 - Preço por metro quadrado de cada sistema para uma casa térrea (R\$ / m²)

Fonte: Autor

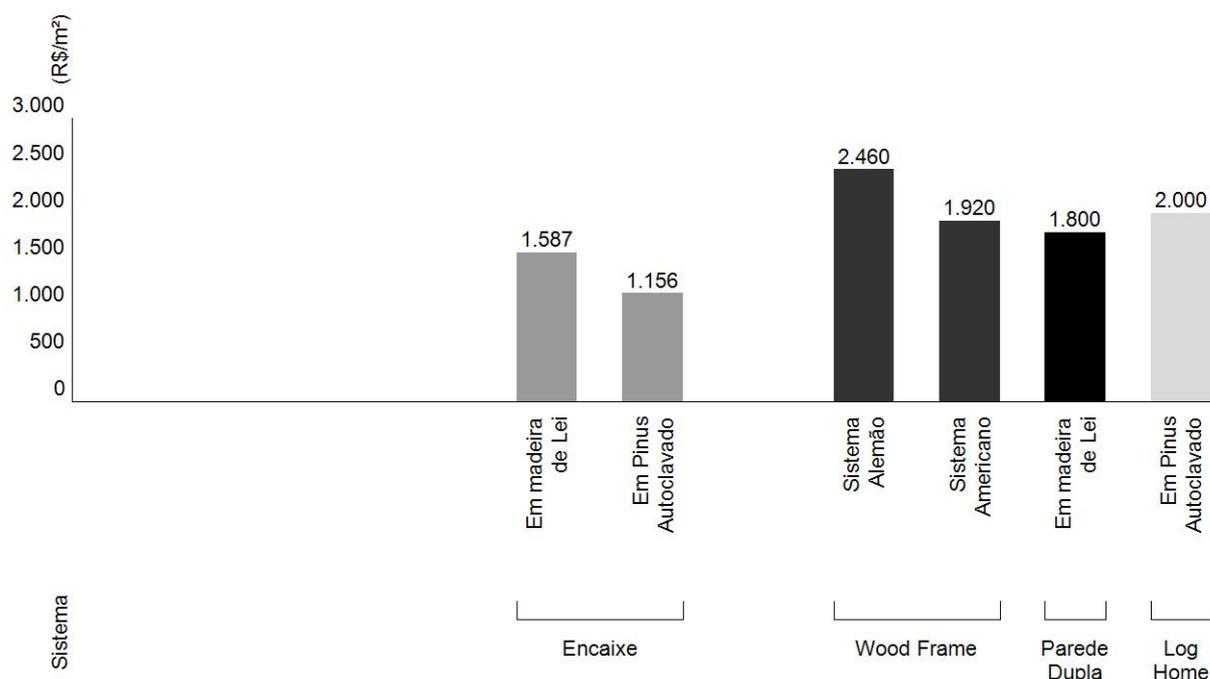


Gráfico 3 - Preço por metro quadrado de cada sistema para uma casa de 2 pavimentos ou mais (R\$ / m²)

Fonte: Autor

Em relação à demanda, a Empresa 1 afirma que sua demanda anual é de 40 casas de madeira, a Empresa 2 de 20 a 25 e a Empresa 3 de 12. Porém a alvenaria corresponde a maioria das vendas, cerca de 90% para a Empresa 1 e 60% para a Empresa 2. No padrão, as Empresas 1, 2 e 3 comentam que o mais vendido é o médio. Entre as vendas dos sistemas em madeira da Empresa 1, 50% corresponde ao Wood Frame e 50% corresponde aos outros sistemas.

A maioria das casas é construída em Curitiba e Região Metropolitana mesmo, ocorrendo alguns casos em Santa Catarina ou São Paulo segundo as empresas entrevistadas. A Empresa 2 também exporta as casas para Angola. Entre as que não responderam o questionário verificou-se que mais 2 delas também trabalham com o mercado exterior.

6.5. Desempenho e acabamentos

Quanto ao desempenho somente o sistema Wood Frame da Empresa 3 cumpre os parâmetros estabelecidos pela Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais (NBR 15.575/2013). As Empresas 1 e 2 dizem que apesar de não cumprirem os sistemas tem um bom desempenho termo-acústico, pois nas

coberturas são colocadas mantas térmicas, e os sistemas Wood Frame e Parede dupla recebem isolamento. A primeira versão dessa norma foi publicada em 2008, mas a dificuldade de atendê-la na época por parte das empresas e construtoras envolvidas na construção civil fez com que o prazo fosse prorrogado. Nesse período a norma foi revisada e entrou em vigor em 2013. Ela estabelece os parâmetros mínimos de desempenho de uma edificação habitacional para os elementos principais como estrutura, vedações, instalações elétricas e hidrossanitárias, pisos, fachada e cobertura (PINI, 2014). Nas figuras 31 e 32 são apresentados esquemas de como são compostas as paredes no sistema Wood Frame das empresas 1 e 3 respectivamente.

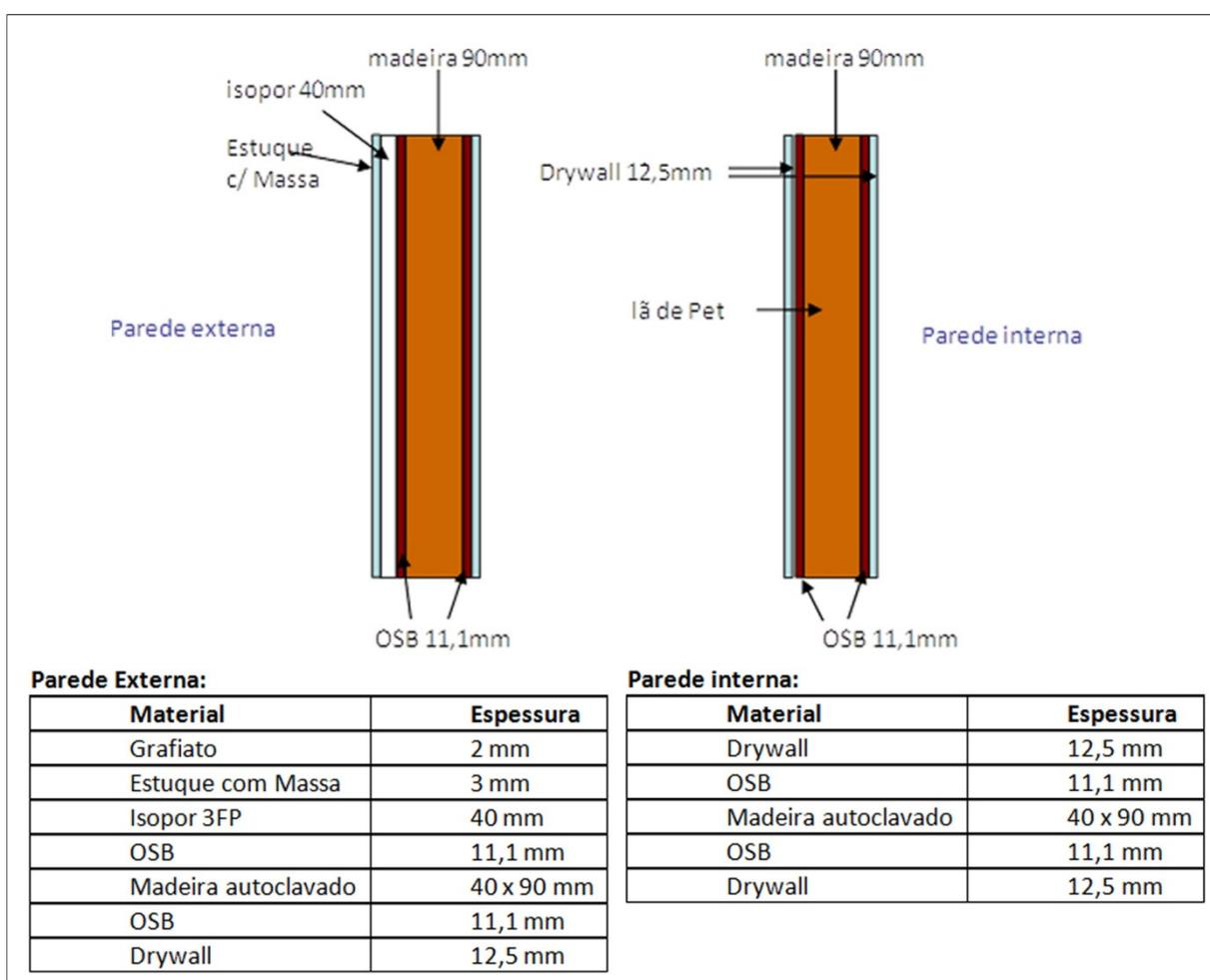


Figura 31 - Composição da parede no sistema Wood Frame da Empresa 1

Fonte: Empresa 1

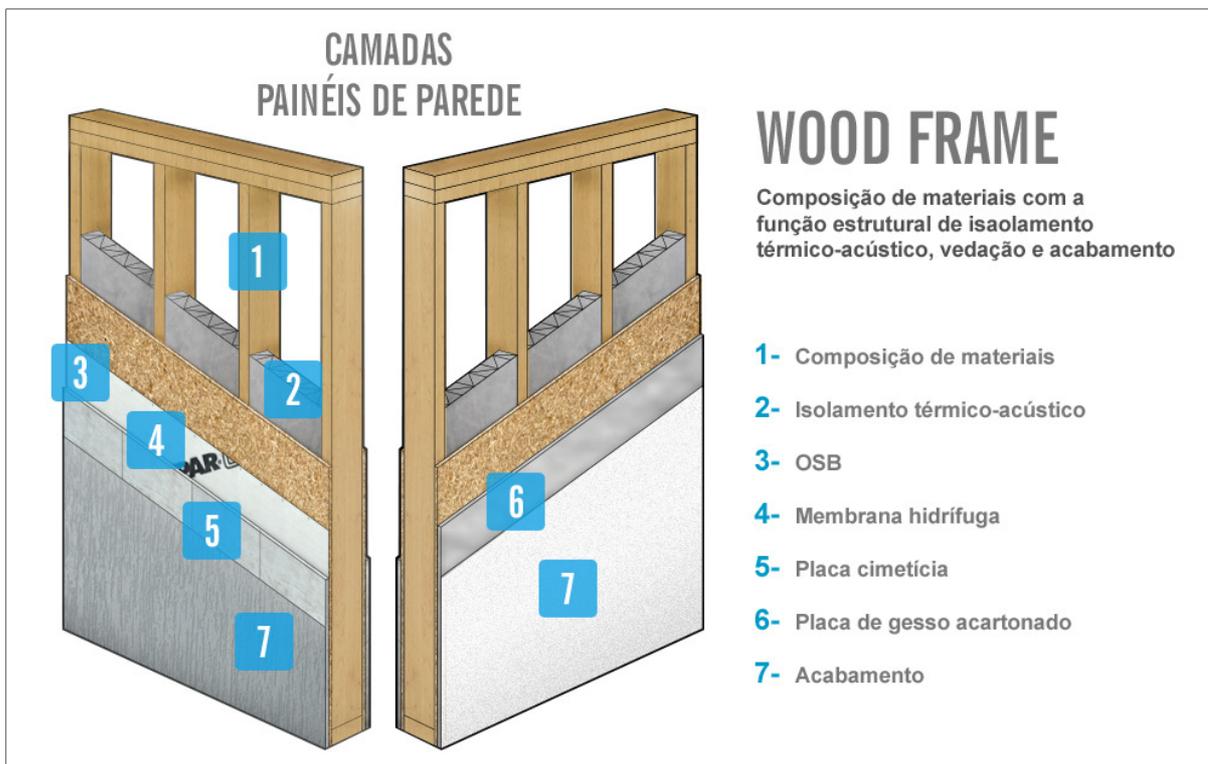


Figura 32 - Composição da parede no sistema Wood Frame da Empresa 3

Fonte: Empresa 3

As esquadrias são sempre de madeira no sistema de encaixe da Empresa 2, e é de acordo com a escolha do cliente nas Empresas 1 e 3, podendo ser de madeira, alumínio, PVC, ferro e vidro temperado.

Os pisos oferecidos para casas de baixo padrão são geralmente de cerâmica, e em alguns casos de tábuas de madeira. Para padrões mais elevados são oferecidos geralmente porcelanato para o térreo e madeira para o pavimento superior. As empresas ainda permitem que o cliente escolha outro tipo de revestimento a seu critério. Para as casas com vedação em madeira são utilizadas tintas, vernizes e impregnantes como acabamento. No caso do sistema com painel Wall utiliza-se pintura ou grafiato. O sistema Wood Frame é o vendido com mais possibilidades de revestimento, as paredes recebem pintura, grafiato, porcelanato, cerâmica ou deck de madeira, o piso recebe porcelanato ou laminado de madeira, o e teto recebe pintura ou forro de madeira.

Para as casas de Tábua e mata-junta as coberturas são sempre com telhado aparente e na grande maioria das vezes em telha de fibro-cimento com amianto, material que já foi proibido em diversos países. Nos demais sistemas são utilizadas também coberturas com telhados aparentes mas as telhas podem ser de

barro, de concreto ou asfáltica, e somente no sistema Wood Frame as casas são construídas com telhados escondidos ou lajes de madeira impermeabilizadas.

Não foi possível fazer uma análise real sobre o desempenho dos sistemas, pois as empresas não possuem os dados necessários.

6.6. Durabilidade

A durabilidade das casas depende muito da forma como foram construídas, principalmente de detalhes como proteção de água das chuvas, e de um programa de manutenção periódico, no entanto, a Empresa 2 declarou que seu sistema de Encaixe pode passar de 50 anos. Algumas casas de Tábua e mata-junta construídas pelos primeiros mestres carpinteiros no Paraná resistem até hoje, passando de 100 anos de idade.

As partes em madeira das construções ficam sempre fora do contato com o solo para aumentar sua durabilidade. A fundação pode ser com pilaretes de concreto ou tijolo para o sistema de Tábua e mata-junta, e de laje radier para os demais. A distância entre o terreno e a madeira no sistema de Encaixe não é menor que 30 cm segundo a Empresa 2.

No caso do Wood Frame ele é sempre autoclavado, já nas casas de Tábua e mata-junta somente duas empresas citam fazer esse tratamento. Os produtos usados na autoclave são o CCA (cobre, cromo e arsênio) e o CCB (cobre, cromo e boro). Lembrando que esses são químicos pesados e seu uso é bastante discutível. Em muitos países essas substâncias já estão proibidas (FERRARI et al. 2009).

A Empresa 1 faz o tratamento preservante das madeiras de lei através de imersão por 1 dia com produto fungicida e cupinícida. Já a Empresa 2 realiza um tratamento superficial com verniz com filtro solar.

Em relação a garantias, as empresas que responderam o questionário disseram que cumprem o Código de Defesa do Consumidor, fornecendo 5 anos de garantia em relação à estrutura.

6.7. Mão de obra e tempo de construção

A construção, nas empresas entrevistadas, é feita por mão de obra especializada. Ela é própria nas Empresas 1 e 3, e empreitada de acordo com cada

obra na Empresa 2. Em raras ocasiões a Empresa 1 realiza a venda do “kit” de casa de Tábua e mata-junta para o cliente construir.

O tempo de construção é de 2 a 3 vezes mais rápido que em alvenaria, ficando em torno de 1m² / dia com aproximadamente 4 operários. No canteiro de obras o clima atrapalha como em uma obra convencional, porém, se o tempo estiver seco é melhor porque a madeira seca mais rapidamente e trabalha menos de acordo com a Empresa 2. Lembrando que para os sistemas de Tábua e mata-junta, Encaixe, Painele Wall, Log Home e Parede Dupla as áreas molhadas de cozinha e banheiro geralmente são construídas em alvenaria e concreto armado, que juntamente com a fundação tornam-se as fases mais demoradas nesses sistemas.

No sistema Wood Frame os componentes da casa, como paredes, pisos e cobertura são produzidos dentro da fábrica, sem interferência do clima. Do total da construção, a produção na fábrica gira em torno de 60%, ficando os outros 40% divididos em etapa de fundação e acabamentos, que são os mais demorados. A etapa de montagem de uma casa de 200m² com 5 operários nesse sistema tem duração de aproximadamente 3 dias como informa a Empresa 3. Ainda nesse sistema, a geração de resíduos chega ser 85% menor que se fosse em alvenaria, e a maior parte dos resíduos em madeira fica na própria fábrica e é reutilizado quando possível.

6.8. Resíduos

Sobre os resíduos, a resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) afirma que os geradores de resíduos da construção civil são os responsáveis pelo seu destino. As empresas devem ter como objetivo principal não gerar resíduos, e secundário, reduzir, reutilizar, reciclar e dar destinação final (FERREIRA, 2003).

As peças geralmente chegam no tamanho correto na obra, a Empresa 1 aponta que é gerado 0,5m³ de resíduos de madeira para uma casa de 100m² nesses sistemas, e o material é doado para uma olaria. Já a Empresa 2 comenta que é gerado aproximadamente 0,3m³ de cada 10m³ de madeira utilizadas, que algumas peças são reaproveitadas em outras obras e o restante ou vai para o lixo ou vira “churrasco”.

E para finalizar, quando questionadas sobre a pesquisa de satisfação dos clientes, a Empresa 2 não o faz, mas vê isso como um ponto falho, a Empresa 1

faz em alguns casos e diz não haver muita reclamação, no entanto, está preocupada em saber a aceitação da casa em Wood Frame por outro morador se a casa for posteriormente vendida. Já a Empresa 3 afirma que sempre faz e que os resultados geralmente são bons, os clientes elogiam a questão do conforto térmico e acústico e também da qualidade dos acabamentos. O ponto negativo limita-se ao início do uso da residência, que por ser em Wood Frame faz um ruído de impacto diferente de uma casa em alvenaria, causando estranheza.

As perspectivas para os próximos anos são boas segundo as empresas. A Empresa 2 afirma que espera crescimento, pois 2011 e 2012 foram de poucas vendas, mas em 2013 houve uma melhora considerável. A Empresa 1 pretende substituir a alvenaria pelo Wood Frame, abrir franquias para comercializar esse sistema em grande escala de modo industrializado e estar construindo de 500 a 1.000 casas nesse sistema por ano daqui 3 a 4 anos. Aponta que vai tentar homologar o Wood Frame perante a Caixa Econômica Federal, para poder construir casas para o Programa Minha Casa Minha Vida. E comenta que estuda a possibilidade de trabalhar com Madeira Laminada Colada. Já a Empresa 3 afirma que pretende ser a maior construtora de casas no Brasil, utilizando o sistema Wood Frame.

7. CONCLUSÕES

Os sistemas comercializados atualmente são de Tábua e mata-junta, Encaixe, Painel Wall, Wood Frame, Parede Dupla e Log Home. Pode-se notar que a maior parte do mercado é voltada para a população de baixa renda, com casas de Tábua e mata-junta, que apresenta um baixo nível de tecnologia, em madeira de pinus sem tratamento onde o preço é em torno de 3 vezes menor do que em alvenaria. Tanto a pouca durabilidade do pinus, devido à falta de tratamento, quanto à qualidade dos projetos prejudica a valorização do material. Para as casas de madeira nos padrões médio e alto os valores são equivalentes aos de alvenaria, porém o mercado ainda é pouco significativo.

Em relação aos projetos padrões e tipologias existentes da maioria dos sistemas, verifica-se que ainda possuem uma linguagem plástica tradicional. Uma das justificativas para essa falta de inovação nos projetos foi a chegada da arquitetura moderna, que rompeu com as técnicas tradicionais de construção em

madeira, introduzindo o concreto armado, e impedindo o avanço na linguagem das construções em madeira.

Os financiamentos ainda não estimulam o crescimento do setor, pois tirando uma única empresa que possui o sistema financiável em até 35 anos pela Caixa Econômica, os outros parcelamentos geralmente não passam de 8 anos, e são disponibilizados como se fossem para compra de materiais de construção e não como casa de madeira. É necessário ampliar as linhas de crédito para as habitações em madeira e incluí-las em programas habitacionais.

Um ponto que também precisa ser trabalhado é a questão do projeto, quem deveria tratar com o cliente sobre o mesmo deveria ser um profissional capacitado, um arquiteto e não um vendedor.

A questão das espécies utilizadas e a origem da madeira ainda é um ponto crítico. O mercado explora apenas algumas poucas espécies, como o pinus e a grápia, e com extração muito longe do uso. Essas distâncias criam um problema não só ambiental, pela emissão de gases poluentes que aumentam o efeito estufa, devido ao transporte rodoviário, como também um aumento no preço das madeiras. São necessárias iniciativas para o reflorestamento nas regiões próximas de Curitiba e com madeiras nativas, para serem exploradas através de manejo florestal. Pois é sabido que as reservas florestais amazônicas estão se esgotando a nível comercial.

O mercado é muito pouco profissional, as empresas não têm dados técnicos e análises sobre seus produtos e sistemas construtivos. Isso prejudica o setor e impossibilita fazer uma análise mais aprofundada. As empresas precisam procurar se adequar a Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais para oferecer um produto de melhor qualidade para seus clientes, principalmente em relação a conforto termo-acústico, pois apenas uma delas cumpre os parâmetros estabelecidos pela Norma. O atendimento a norma certamente vai acarretar um custo maior nos sistemas, mas a melhor satisfação dos moradores também pode acarretar um aumento de vendas.

A manutenção de uma casa de madeira é um fator fundamental, porém não é um hábito da população, desta forma, o material acaba se degradando e desvalorizando. Para isso é necessário o uso de tratamentos preservantes, o que não é o caso das casas para a população de baixa renda.

Quanto às garantias, apesar de estarem dentro da lei apresentam um tempo muito pequeno para atrair novos clientes, pois a vida útil de uma edificação deve ser muito maior que este curto período de tempo de 5 anos.

A velocidade de construção, que chega a ser de 2 a 3 vezes mais rápido, e a redução de resíduos, que chega a ser até 85% menor que em alvenaria, são grandes potenciais desses sistemas. Porém na maioria dos sistemas o nível de pré-fabricação limita-se ao corte em tamanhos aproximados das peças a serem utilizadas na obra, o que é uma grande vantagem em relação à alvenaria convencional, mas ainda não é o ideal e acaba gerando resíduos desnecessários. No caso do Wood Frame a pré-fabricação é exemplar, pois os componentes chegam no tamanho exato no obra, diminuindo os resíduos.

Como ponto positivo destaca-se o grande crescimento esperado por construções no sistema Wood Frame. Um dos fatores dessa expectativa de crescimento deve-se ao fato desse sistema ser o mais parecido esteticamente com alvenaria depois da obra acabada. Pois nos sistemas onde a madeira fica aparente ainda é pouco significativo se comparado à alvenaria.

As empresas estão cada vez mais utilizando a internet como meio de comercialização, pois alguns sites apresentam informações como: preços, espécies de madeiras utilizadas, tratamentos preservantes e sustentabilidade. Sobre esse último notou-se que algumas empresas somente repetem frases utilizadas por estratégias de marketing, sem apresentar conhecimento e profundidade necessária sobre o assunto.

A falta de representatividade da madeira atualmente também se deve ao fato dos arquitetos não saberem projetar em madeira. Nas escolas de Arquitetura é dado pouco tempo ao assunto e ela acaba sendo pouco explorada. Isso gera um ciclo vicioso, pois os professores e arquitetos não usam ou não sabem usar a madeira em seus projetos pessoais, os alunos não usam em seus projetos escolares por falta de conhecimento e falta de incentivo desses mesmos professores, e deste modo formam-se novos profissionais que também não usarão a madeira.

A melhora no setor exige um esforço por parte não somente das empresas, mas de todos os setores envolvidos, como governo e população. As empresas devem visar melhor desempenho e qualidade nas construções. O setor público por sua vez deve cobrar e fiscalizar mais as empresas na questão da legalidade e eficiência, além de incentivar o uso da madeira através de seus

programas habitacionais. Com relação aos consumidores deve haver um programa de esclarecimento com relação ao uso da madeira, desmistificando seu uso, pois o mercado também está como está também porque os clientes não tem conhecimento necessário sobre o assunto. O pré-conceito da população é um dos maiores desafios segundo as empresas. Notou-se que algumas delas substituem a palavra “Pinus” por “madeira de reflorestamento”, provavelmente pelo fato dessa espécie não ser vista com bons olhos pelos consumidores.

Conclui-se que ainda existe muito a se fazer para que as casas pré-fabricadas de madeira possam se tornar uma boa alternativa para dar resposta ao problema habitacional de maneira sustentável. O estudo ficou prejudicado pelo fato da maioria das empresas não ter participado. As empresas precisam estar mais atentas para estudos feitos nessa área para melhoria do setor. Somente uma delas demonstrou interesse em ser informada sobre os resultados desta pesquisa.

Por fim, a madeira é um ótimo material, tem um grande potencial de uso, principalmente em tempos de crise ambiental, mas precisa ser utilizada com maior conhecimento técnico e consciência, para se tornar um elemento viável e competitivo no setor habitacional.

Sugestões para pesquisas futuras

- Fazer uma Análise de Ciclo de Vida de cada sistema construtivo em madeira a fim de comparar de qual sistema é menos impactante ao meio ambiente.
- Calcular o gasto energético e emissão de CO₂ para o transporte das madeiras oriundas do Chile e das regiões amazônicas.
- Verificar através de medições questões relacionadas a conforto térmico e acústico, e analisar qual o sistema mais adequado para o clima de Curitiba.

8. REFERÊNCIAS

ADEODATO, Sérgio; MONZONI, Mario; BETIOL, Luciana S.; VILLELA, Malu. **Madeira de ponta a ponta: o caminho desde a floresta até o consumo**. São Paulo, SP: FGV RAE, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial 2009 ano base 2008**. 2009.

BARATA, Tomás Q. F.; GANDINI, João M. D. Uso da madeira em sistemas construtivos pré-fabricados. **Revista da madeira**. n. 133, nov. 2012. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1637&subject=E%20mais&title=Uso%20da%20madeira%20em%20sistemas%20construtivos%20%20opr%E9-fabricados>. Acessado em: 11 mar. 2014.

BATISTA, Fábio D. **A casa de madeira: um saber popular**. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011.

BERRIEL, Andréa. **Arquitetura de madeira: reflexões e diretrizes de projeto para concepção de sistemas e elementos construtivos**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná - Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2009.

BERRIEL, Andréa. **Tectônica e poética das casas de tábuas**. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011.

CASEMA. **Manual de Montagem**, 1982.

CHING, Francis D. K. **Técnicas de construção ilustradas**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ETERNIT. **Imagem do Painel Wall**. Disponível em: <<http://blogdaeternit.com.br/assunto/painel-wall/>>. Acessado em: 10 mar. 2014.

FERRARI, Andressa; FLORES, Carina Z. ; CASAGRANDE JUNIOR, Eloy F. ; SILVA, Maclovio Correa da . **Sustentabilidade no mercado da construção de casas de madeira em Curitiba e Região Metropolitana**. Artigo, 2009.

FERREIRA, Oswaldo P. coordenador. **Madeira: Uso sustentável na construção civil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA: Sinduscon-SP, 2003.

HISTÓRIA AMBIENTAL. **Imagem do Complexo de uma serraria**. Disponível em: <<http://www.historiaambiental.org/?p=443>>. Acessado em: 5 mar. 2014.

IMAGURE JÚNIOR, Key; IMAGURE, Marialba R. G. **A casa de araucária**. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011.

IPEA. **Estudo aponta redução no déficit habitacional no país**. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=20656> Acessado em: 6 fev. 2014.

JORGE, Luis. **Edifícios construídos com painéis de madeira lamelada colada cruzada (X-Lam)**. In: SEMINÁRIO CASAS DE MADEIRA. Lisboa, 2013.

LAROCA, Christine. **A madeira como alternativa para a construção de habitações**. Revista da madeira. p. 88-94. nov, 2001.

LAROCA, Christine. **Habitação social em madeira: uma alternativa viável**. Tese. UFPR – Engenharia Florestal, Curitiba, 2002.

LAROCA, Christine. **Desenvolvimento de protótipo em madeira de reflorestamento e avaliação de desempenho termo-acústico**. Tese. UFPR – Engenharia Florestal, Curitiba, 2007.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manejo Florestal Sustentável**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustent%C3%A1vel>>. Acessado em: 24 fev. 2014.

NEW YORK TIMES. **Imagem do painel parede no sistema CLT**. Disponível em: <http://www.nytimes.com/interactive/2012/06/05/science/0605-timber.html?_r=1&>. Acessado em: 1 abr. 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **População mundial deve atingir 9,6 bilhões em 2050, diz novo relatório da ONU**. Disponível em: <<http://www.onu.org.br/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>>. Acessado em 05/02/2014

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Conceito de desenvolvimento sustentável.** Disponível em: <<http://www.onu.org.br/a-onu-em-acao/a-onu-e-o-meio-ambiente/>>. Acessado em: 14 mar. 2014.

PAESE, Michelle C. B. **Análise de sistemas construtivos em madeira implantados na região de Curitiba – Paraná.** Tese. UTFPR – Engenharia Civil, Curitiba, 2012.

PINI. **Está em vigor a NBR 15.575 - Norma de Desempenho.** Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/habitacao/esta-em-vigor-a-nbr-15575-norma-de-desempenho-292738-1.aspx>>. Acessado em: 5 abr. 2014.

REAL LOG HOMES. **Imagem de esquema construtivo no sistema Log Home.** Disponível em: <<http://www.realloghomes.com/package-components>>. Acessado em: 10 mar. 2014.

REVISTA DE HISTÓRIA. **Imagem da atual sede do IPHAN.** Disponível em: <<http://www.revistadehistoria.com.br/secao/em-dia/madeira-1>>. Acessado em: 25 fev. 2014.

SAYEGH, Simone. Pré-fabricação a limpo. **Revista AU**, São Paulo: Pini, n. 130, jan. 2005. Disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/130/pre-fabricacao-a-limpo-22672-1.aspx>. Acessado em: 10 mar. 2014.

SOBRAL, Leonardo; VERÍSSIMO, Adalberto; LIMA, Eirivelthon; AZEVEDO, Tasso; SMERALDI, Roberto. **Acertando o Alvo 2: Consumo de madeira amazônica e certificação florestal no Estado de São Paulo.** Belém: Imazon, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Imagem da Casa Estrela no Campus da PUC-PR.** Disponível em: <<https://www.flickr.com/photos/ufpr/8977371341/>>. Acessado em: 25 fev. 2014.

ZANI, Antonio Carlos. **Arquitetura em Madeira.** Londrina: Eduel, 2003.

ANEXO A - QUESTIONÁRIO

TEMAS	PERGUNTAS
1. Dados da empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Quanto tempo de mercado à empresa tem? • Quem desenvolve os projetos? • A empresa faz pesquisa de satisfação com seus clientes? • Quais as expectativas da empresa para os próximos anos?
2. Sistemas construtivos, projetos comercializados	<ul style="list-style-type: none"> • Quais sistemas pré-fabricados de madeira comercializados? • Trabalha com algum outro sistema que não seja de madeira? • Quais as áreas e projetos padrões existentes? • Qual a modulação utilizada em cada sistema? • Quantos m³ de madeira são utilizados em cada sistema?
3. Espécies de madeiras utilizadas e origem	<ul style="list-style-type: none"> • Quais as madeiras utilizadas? • A madeira é de floresta nativa ou floresta plantada? • A madeira é legalizada? Possui certificação? Qual? • De onde vem à madeira e qual o meio de transporte?
4. Preços praticados, formas de financiamento e demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Qual o preço/m² de cada sistema? • Quais as formas de financiamento? • Qual a demanda e onde elas são construídas? • Qual o sistema mais vendido? • Qual o padrão mais comercializado: baixo, médio ou alto?
5. Desempenho e acabamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Os sistemas atendem a Norma de Desempenho das Edificações Habitacionais (NBR 15.575/2013)? • Existe isolamento térmico e acústico? • Quais os acabamentos de piso, parede e teto? • As esquadrias são de qual material? • Quais os tipos de cobertura utilizados?
6. Durabilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Qual a durabilidade de cada sistema? • A empresa oferece garantia sobre as casas? Quanto tempo? • A madeira é tratada? Qual tipo de tratamento utilizado? • Qual a relação da casa com o solo?
7. Mão de obra e tempo de construção	<ul style="list-style-type: none"> • A mão de obra é da empresa ou terceirizada? • Qual o tempo de construção? Com quantos operários? • Qual a fase mais demorada da obra? • Qual a influência do clima durante a construção?
8. Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> • As peças chegam cortadas no tamanho certo na obra? • Qual a quantidade e tipo dos resíduos gerados? Qual o destino?