

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Casas de madeira e o potencial de produção no Brasil

Victor Almeida de Araujo

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências, Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Tecnologia de Produtos Florestais

**Piracicaba
2017**

Victor Almeida de Araujo
Engenheiro Industrial Madeireiro

Casas de madeira e o potencial de produção no Brasil
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **JOSÉ NIVALDO GARCIA**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor
em Ciências. Programa: Recursos Florestais.
Opção em: Tecnologia de Produtos Florestais

Piracicaba
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Araujo, Victor Almeida de

Casas de madeira e o potencial de produção no Brasil / Victor Almeida de Araujo. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2017.

368 p.

Tese (Doutorado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Entrevista face-a-face 2. Setor 3. Casas de madeira 4. Políticas públicas
I. Título

DEDICATÓRIA

Dedico meu trabalho aos meus pais, Francisco e Maria,
aos amigos e a todos os atores da cadeia da madeira.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Francisco Vasconcelos de Araujo e Maria José de Almeida Araujo, por todo o suporte pessoal (financeiro, emocional e moral), amizade, confiança e amor depositados durante essa árdua e longa jornada acadêmica.

À minha avó Edith Bühner de Almeida (*in memoriam*) por todos os conselhos e amor singelamente dispensados durante grande parte desta minha pesquisa.

Ao meu amigo, orientador e professor Dr. José Nivaldo Garcia por todo o seu apoio, conselho e confiança, bem como por acreditar no cumprimento pleno desse desafio.

Às minhas eternas orientadoras, as professoras Dra. Juliana Cortez Barbosa, Dra. Maristela Gava e Dra. Elen Aparecida Martines Morales por todos os seus inúmeros e profundos conselhos, bem como pela amizade sincera, estima, confiança e apoio durante todos esses anos que pentelhei, e continuo pentelhando, a vida de vocês.

Ao professor Dr. Francisco Antônio Rocco Lahr por todo o apoio irrestrito para essa pesquisa, bem como por sua “fraterna” amizade, confiança e constante estímulo.

Ao empresário, amigo e professor Dr. Guilherme Corrêa Stamato pelo apoio a essa pesquisa e pelo auxílio direto no aprimoramento do formulário aqui contido.

Aos professores Dr. Marcos Sorrentino, Dra. Késia Oliveira da Silva Miranda, Dra. Luciana Duque Silva e Dra. Cláudia de Lima Nogueira, por todas as considerações, sugestões e ideias essenciais partilhadas na qualificação e defesa desta pesquisa.

À ESALQ-USP e à UNESP-Itapeva, representadas por todos os seus funcionários e docentes que construíram minha formação profissional, em especial aos professores Dr. Fabio Minoru Yamaji, Dr. Ricardo Marques Barreiros, Dr. Antonio Francisco Savi, Dr. Marcos Tadeu Tiburcio Gonçalves, Dr. Ricardo Anselmo Malinovski, Dra. Teresa Cristina Magro, Dr. Mario Tommasiello Filho e Dra. Sonia Maria de Stefano Piedade.

Aos professores Dra. Maria Antonia Ramos de Azevedo (UNESP), Christine Laroca (UTFPR), Dr. André Luis Christoforo (UFSCar) e Dr. Sandro Fábio Cesar (UFBA), por suas ternas amizades e sinceros incentivos sobre a docência e pesquisa.

Às bibliotecárias Eliana Garcia e Silvia Zinly pelo auxílio na formatação desta tese.

Aos amigos colombianos MSc. César Augusto Polanco Tapia e MSc. Carlos Mario Gutiérrez Aguilar (Caliche), por todo o conhecimento compartilhado e amizade.

Aos meus bons amigos conquistados durante a realização deste estudo, Alan Dias, Karin Lauer e Aduari Cabral, Helio Olga, Fernando Bolsoni, Marcio Lima, Silvia Scali, Jonas e Caren Keunecke, Paulo Volles, Edmundo Callía, Luis Bressan, Aílson Loper, Carlos Mendes, Roberto Lecomte, Guilherme Greggio, Sergio Boff, Humberto Tufolo, Christian Lugarini, Martin Kemmsies, Katharina Lehmann, Hannes Blaas, bem como a todos amigos profissionais do setor envolvidos diretamente nesta pesquisa.

À toda a minha numerosa família, contemplada pelos Araujo, Vasconcelos, Almeida, Bühler, Rezende, Cardoso, Polifemi, Barros, Cerdeira, Camargo, Verneque e Cravo.

À minha família piracicabana do delicioso Frango & Cia, Darci (Xi) e Sônia, José Orlando e Suely, por todo o acolhimento, carinho e deliciosos quitutes.

Aos meus grandes amigos cultivados durante toda a minha vida, Cesso, Xixo, Jorge, Wardo, Gibson, Beto Carneiro, Claudio (Carlão), Letícia, Cessa, Cristina, Valdomiro, Rodney, Tuto, Renato Marques, Pedro Neto, Mario Cadena, Serginho Bühler, Nall, Rodrigo Cravo, “tio Zé Cacau”, Paulinho Tratormaq, Paulo Cerdeira, Silvio Almada, Walmir, “vô-Jalma”, Rubão, Denilson, Tonho, Rafael Rezende, Gauchinho, Raposão, Mauro Santos, “seo Cosme”, João Antonio Bühler, Neto (Tó), Victor (xará), Zé Paulo e Paulo, Gibi, Marcio (Zé), Geninho, Drika, Vivien, Beatriz, Toninho e Bruno Amaral.

Aos meus eternos amigos unespianos MSc. Juliano Souza (Burns), Brunão Oliveira, Rodrigo Werneck, Aliane, Pedro Barbosa, Thiago Lima (Zú) e Luis Ricardo (Tatuí).

BIOGRAFIA

Engenheiro Industrial Madeireiro graduado em Dezembro de 2011 pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Itapeva. Ainda tem formação técnica em Informática, obtida em Dezembro de 2002, pela Escola Técnica Doutor Demétrio Azevedo Júnior, do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS), em Itapeva, São Paulo. Em Dezembro de 2011 assumiu voluntariamente o Grupo de Pesquisa LIGNO da UNESP-Itapeva como Coordenador Executivo, cargo ocupado até hoje. Entre Janeiro e Agosto de 2012 assumiu, na Incubadora Regional de Cooperativas Populares da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), o cargo de Coordenador Executivo da Cadeia de Resíduos Rurais do Projeto RESES, com uma bolsa de extensão pelo CNPq (EXP-C de 20 horas).

Em 2012 se classificou entre os 20 finalistas do programa *Sweden Brazil Scholarship Challenge 2013*, que concedeu seis bolsas de mestrado em Engenharia Industrial para a *Chalmers University of Technology*. Em 2013 ficou entre os 10 finalistas do programa *Fordham Business Challenge 2013* que concedeu cinco bolsas de MBA em Negócios Empresariais para a *Fordham University*. Após, em Julho de 2013 foi aprovado no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Durante esse período, em Dezembro de 2014, migrou esta pesquisa para o Doutorado-Direto do mesmo programa e área. A partir desta pesquisa, cinco artigos científicos, baseados em revisões bibliográficas e em dados não considerados, foram publicados em periódicos importantes das áreas das Agrárias e da Construção Civil, bem como oito artigos foram apresentados em oito eventos científicos renomados, sendo quatro internacionais e quatro nacionais.

EPÍGRAFES

"Pense verde (esperança)
com a alma verde (jovem).
Atue verde (liberdade)
beneficiando o verde (madeira),
para ganhar verde (dinheiro).
Viva verde (saúde)
em um mundo verde (sustentável)".

Victor Almeida De Araujo
engenheiro e entusiasta da madeira

Nosso sucesso é resultado de
50% de trabalho dedicado,
20% de esforço extra insano,
20% de motivação e disposição,
5% de inteligência adquirida,
4% de caráter e 1% de sorte.

Victor Almeida De Araujo
engenheiro e *workaholic* por natureza

Trecho final da canção Minha Missão:

"Quando eu canto, a morte me percorre
E eu solto um canto da garganta
Que a cigarra quando canta morre
E a madeira quando morre, canta!".

João Nogueira
sambista e compositor

SUMÁRIO

RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 Problematização da Pesquisa.....	18
1.2 Hipótese.....	21
1.3 Hipóteses Secundárias.....	21
1.4 Objetivo Geral.....	21
1.5 Objetivos Específicos.....	22
Referências.....	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 Floresta.....	23
2.2 Produtos Florestais.....	25
2.3 Madeira.....	26
2.4 Sustentabilidade da Madeira.....	27
2.4.1 Sequestro de carbono.....	28
2.5 Produtos de Maior Valor Agregado em Madeira.....	30
2.6 As Habitações em Madeira Conforme as suas Classificações.....	31
2.7 Cadeia Florestal-madeireira.....	34
2.8 Setor Produtivo de Casas de Madeira.....	35
2.9 Iniciativas Recentes de Estímulo ao Setor de Casas de Madeira no Brasil...	36
2.10 Pesquisa Científica para Setores Produtivos.....	38
2.10.1 Técnicas de pesquisa populacionais.....	39
2.11 Método de Pesquisa <i>Survey</i>	40
2.11.1 Entrevistas.....	41
2.11.2 Entrevistas face-a-face.....	42
2.11.3 Formulário para <i>surveys</i>	42
2.11.4 Tipos de questões de um formulário.....	43
2.11.5 Dados qualitativos e quantitativos.....	44
2.11.6 Confiabilidade, validação e pré-teste.....	45
2.11.7 Apresentação dos dados de um <i>survey</i>	46
2.12 Tratamento Estatístico para <i>Surveys</i>	46
Referências.....	47

3 MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3.1 Áreas de Estudo.....	57
3.2 Materiais.....	58
3.3 Buscas em <i>Websites</i> Corporativos.....	58
3.4 Entrevistas.....	59
3.5 Preparação do Formulário.....	62
3.5.1 Processos de preparação, pré-teste e validação do formulário.....	63
3.5.2 Formulário definitivo.....	64
3.6 Pesquisa de Campo.....	66
3.7 Digitalização dos Dados Coletados.....	66
3.8 Tratamentos Estatísticos.....	67
Referências.....	69
4 RESULTADOS.....	73
4.1 Apresentação e Sistematização dos Resultados desta Pesquisa.....	73
4.2 Abrangência e Margem de Erro desta Pesquisa.....	74
Referências.....	77
5 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS HABITACIONAIS DE MADEIRA NO BRASIL...	79
Resumo.....	79
Abstract.....	79
5.1 Introdução.....	79
5.1.1 Métodos construtivos tradicionais de madeira no Brasil.....	80
5.1.2 Métodos construtivos contemporâneos de madeira no Brasil.....	83
5.2 Material e Métodos.....	92
5.3 Resultados e Discussão.....	94
5.4 Conclusões.....	98
Referências.....	99
6 MATÉRIAS-PRIMAS CONSUMIDAS NO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	103
Resumo.....	103
Abstract.....	103
6.1 Introdução.....	103
6.2 Material e Métodos.....	113
6.3 Resultados e Discussão.....	114

6.4 Conclusões.....	118
Referências.....	119
7 ESPÉCIES DE MADEIRA UTILIZADAS NO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	123
Resumo.....	123
Abstract.....	123
7.1 Introdução.....	123
7.1.1 Florestas nativas e plantadas no Brasil.....	124
7.1.2 Espécies nativas para a construção de casas de madeira.....	126
7.1.3 Espécies exóticas para a construção de casas de madeira.....	128
7.2 Material e Métodos.....	130
7.3 Resultados e Discussão.....	131
7.4 Conclusões.....	139
Referências.....	140
8 SUBSTITUIÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POR EXÓTICAS NO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	147
Resumo.....	147
Abstract.....	147
8.1 Introdução.....	147
8.2 Material e Métodos.....	150
8.3 Resultados e Discussão.....	150
8.4 Conclusões.....	154
Referências.....	155
9 CONSUMO DE BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA E FIXAÇÃO LÍQUIDA DE CARBONO E DIÓXIDO DE CARBONO NAS CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	157
Resumo.....	157
Abstract.....	157
9.1 Introdução.....	157
9.1.1 Fixação de carbono.....	158
9.2 Material e Métodos.....	160
9.3 Resultados e Discussão.....	166
9.4 Conclusões.....	175

Referências.....	177
10 TEMPO DE EXECUÇÃO DAS CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	185
Resumo.....	185
Abstract.....	185
10.1 Introdução.....	185
10.2 Material e Métodos.....	188
10.3 Resultados e Discussão.....	189
10.4 Conclusões.....	196
Referências.....	197
11 CUSTOS UNITÁRIOS BÁSICOS POR TÉCNICA CONSTRUTIVA E TIPOS DE ACABAMENTO DAS CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	201
Resumo.....	201
Abstract.....	201
11.1 Introdução.....	201
11.2 Material e Métodos.....	205
11.3 Resultados e Discussão.....	207
11.4 Conclusões.....	215
Referências.....	216
12 MERCADO E CONSUMO DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	219
Resumo.....	219
Abstract.....	219
12.1 Introdução.....	219
12.2 Material e Métodos.....	225
12.3 Resultados e Discussão.....	227
12.4 Conclusões.....	232
Referências.....	232
13 FINANCIAMENTO HABITACIONAL PARA O SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	235
Resumo.....	235
Abstract.....	235
13.1 Introdução.....	235
13.2 Material e Métodos.....	240
13.3 Resultados e Discussão.....	240

13.4 Conclusões.....	243
Referências.....	244
14 PORTE ECONÔMICO E TRABALHISTA DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	247
Resumo.....	247
Abstract.....	247
14.1 Introdução.....	247
14.2 Material e Métodos.....	249
14.3 Resultados e Discussão.....	250
14.4 Conclusões.....	253
Referências.....	253
15 NÍVEL DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	257
Resumo.....	257
Abstract.....	257
15.1 Introdução.....	257
15.1.1 Níveis de industrialização dos produtores de habitações de madeira.....	258
15.1.2 Sistemas produtivos de casas de madeira.....	258
15.2 Material e Métodos.....	260
15.3 Resultados e Discussão.....	261
15.4 Conclusões.....	267
Referências.....	267
16 MAQUINÁRIOS DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	271
Resumo.....	271
Abstract.....	271
16.1 Introdução.....	271
16.2 Material e Métodos.....	276
16.3 Resultados e Discussão.....	277
16.4 Conclusões.....	282
Referências.....	283
17 PROFISSIONAIS CAPACITADOS DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	287
Resumo.....	287

Abstract.....	287
17.1 Introdução.....	287
17.2 Material e Métodos.....	289
17.3 Resultados e Discussão.....	291
17.4 Conclusões.....	297
Referências.....	298
18 SUPORTE GOVERNAMENTAL PARA O SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	301
Resumo.....	301
Abstract.....	301
18.1 Introdução.....	301
18.2 Material e Métodos.....	303
18.3 Resultados e Discussão.....	304
18.4 Conclusões.....	307
Referências.....	308
19 ENTIDADES DE CLASSE DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL.....	311
Resumo.....	311
Abstract.....	311
19.1 Introdução.....	311
19.2 Material e Métodos.....	313
19.3 Resultados e Discussão.....	314
19.4 Conclusões.....	317
Referências.....	317
20 DIFICULDADES DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL: PRODUTO ACABADO, EMPRESA E SETOR.....	319
Resumo.....	319
Abstract.....	319
20.1 Introdução.....	319
20.2 Material e Métodos.....	321
20.3 Resultados e Discussão.....	322
20.4 Conclusões.....	334
Referências.....	335

21 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	341
Referências.....	348
22 CONCLUSÕES GERAIS.....	351
APÊNDICES.....	353

RESUMO

Casas de madeira e o potencial de produção no Brasil

Este diagnóstico teve como objetivo desenvolver uma análise minuciosa do setor produtivo da habitação em madeira no Brasil, avaliando a sua atual situação, suas singularidades produtivas e seus produtos. Um formulário padrão dividido em três enfoques (produto, empresa e setor) foi aplicado aos empresários das empresas que produzem casas de madeira. Os dados foram coletados mediante a realização de entrevistas estruturadas face-a-face e reunidos para a avaliação em amostragem do setor brasileiro de casas de madeira em 2015, os quais foram organizados em dezesseis eixos. Paralelamente, a metodologia de buscas em *websites* corporativos permitiu a identificação de 210 produtores de casas de madeira no Brasil, um índice muito acima do que a literatura difundia até então, as quais foram estimadas devido à ausência de uma entidade de classe para o setor. Quinze técnicas construtivas em madeira foram identificadas como exemplos em oferta no Brasil. Na amostragem principal das entrevistas face-a-face, 107 empresas foram analisadas, apresentando uma margem de erro de 6,65%, isto é, $\pm 3,325\%$. Verificou-se que o setor estudado ainda sofre com as seguintes dificuldades para a sua consolidação: desarticulação e desunião entre os produtores, oferta elevada de madeiras nativas, demanda de profissionais capacitados no ofício com a madeira e os seus derivados, escassez de financiamentos habitacionais, barreira cultural da população, baixa oferta de financiamentos voltados para a melhoria das empresas, etc. Contudo, o setor também alcançou os seguintes resultados positivos: quantidade expressiva de produtores, portes compactos das empresas, elevada concentração de fábricas próprias e parcerias industriais, altas fixações de carbono e de dióxido de carbono, custos básicos de venda competitivos perante a alvenaria, ampla oferta de madeira exótica, tempos de produção integralmente mais eficientes que a alvenaria, pluralidade nas ofertas de padrão de acabamento para todas as classes sociais, entre outros. Espera-se que os resultados e as suas potencialidades apontadas auxiliem em novas discussões e estudos paralelos para incentivar o aprimoramento, expansão e consolidação do referido setor por meio de políticas públicas assertivas, mitigando suas falhas, dificuldades e demandas. Por fim, foram propostas as criações de entidades e comitês para representar e promover o setor.

Palavras-chave: Entrevista face-a-face; Setor; Casas de madeira; Políticas públicas

ABSTRACT

Wooden houses and the potential of production in Brazil

This study aimed to develop a thorough analysis of the production sector of timber housing in Brazil, evaluating the current situation, industrial singularities, and their products. A standard questionnaire divided in three focuses (product, company and sector) was applied to the entrepreneurs of the wooden housing sector. Data were collected by face-to-face structured interviews and they were gathered to the sample evaluation of the Brazilian wooden housing sector in 2015, which were organized in sixteen research axes. At the same time, the corporative website search method allowed the identification of 210 wooden housing producers in Brazil; an index higher than what the literature had disseminated until then, which were estimated due to the absence of a sector association. Fifteen wooden construction techniques were identified as sale examples in Brazil. In the main sampling process of face-to-face interviews, 107 companies were analyzed, presenting a margin of error of 6.65%, in other words, $\pm 3,325\%$. It was verified the studied sector still suffers with the following difficulties to its consolidation: disarticulation and disunity among the producers, high native timber supply, woodworker demand, shortage of housing financing, population's cultural barrier, low supply of financing to improve the companies, etc. However, the sector also achieved the following positive results: expressive producer amount, compact companies, high concentration of own prefabrication plants and industrial partnerships, high levels of carbon and carbon dioxide fixations, competitive basic selling costs regarding masonry, wide availability of exotic wood, production times that are more efficient than masonry, plurality in the finishing standards availability for all social classes, among others. It is hoped that the results and the highlighted potentialities will help in new discussions and parallel studies to encourage the improvement, expansion and consolidation of this sector through assertive public policies, mitigating their failures, difficulties and demands. Finally, the creation of associations and committees was proposed to represent and promote this sector.

Keywords: Face-to-face interview; Sector; Wooden housing; Public policies

1 INTRODUÇÃO

A madeira será o material do futuro. Esse tem sido um lema frequente dentre muitos pesquisadores, estudiosos, engenheiros e técnicos ao redor do planeta.

Apesar de ser uma matéria-prima antiga, comprovada pela sua utilização ao longo da evolução do homem, a importância da madeira sempre foi secundária perante outros materiais. Um grande retrato desse momento constitui nas principais épocas pré-históricas da civilização humana, ou seja, as Idades da Pedra, do Bronze e do Ferro. Mesmo sem estar sob os holofotes, em todos esses períodos a madeira se fez presente na forma de algum tipo de utensílio para o homem, ora em armas, elementos estruturais rudimentares e vasilhas, ora como lenha utilizada para o fogo.

Entretanto, a atual utilização desordenada dos recursos naturais, em especial dos não renováveis como os minérios e o petróleo, tem forçado e estimulado uma busca por materiais de alta reciclabilidade e fácil renovabilidade que não causem impactos ambientais. Nesse âmbito, como uma resposta clara a essa necessidade por soluções mais limpas e sustentáveis, surgem os materiais lignocelulósicos, com um destaque para as madeiras produzidas em larga escala oriundas de florestas plantadas pelo homem. Essa tendência poderá culminar no futuro em uma nova era a ser identificada como a “Idade da Madeira e seus Derivados Industrializados”.

Mediante essa demanda visível e oportuna, diversas universidades e centros de pesquisa têm voltado seus estudos para a produção e o desenvolvimento de produtos baseados em materiais lignocelulósicos e seus resíduos. Muitos protótipos e estudos que utilizam as matérias-primas lignocelulósicas já foram exitosamente convertidos em produtos estáveis para o público final, ou seja, a nossa sociedade atual. Muitos países altamente desenvolvidos já têm estimulado novas frentes de pesquisa para o aprimoramento e o desenvolvimento dos processos produtivos e industriais, enfocando em manufaturas mais limpas e ambientalmente corretas.

Paralelamente, algumas associações e centros de estudos mais avançados já perceberam lacunas no desenvolvimento da indústria nacional e, prontamente, têm iniciado estudos referentes ao comportamento de setores industriais específicos os quais compõem toda uma cadeia produtiva. Porém, até agora somente setores mais desenvolvidos como o do aço, automóvel, cimento e combustíveis, respectivamente oriundos das cadeias da siderurgia, automotiva, mineração e petrolífera, já obtiveram pesquisas mais aprofundadas no território brasileiro sob essa perspectiva.

Em várias nações onde a cultura da madeira é fortemente arraigada e ativa, como os países escandinavos, Alemanha, Canadá e os Estados Unidos, algumas iniciativas voltadas para o desenvolvimento de seus setores produtivos tem sido realizados, tanto por associações e organizações quanto por universidades e/ou centros de pesquisas.

Simultaneamente, essa cadeia florestal-madeireira sempre foi desarticulada no Brasil, especialmente nos setores de menor tecnologia embarcada, como os que envolvem a madeira serrada. As poucas associações existentes no país apresentam estudos estritamente focados nos setores mais representativos, como o de móveis, papel e celulose e de painéis derivados de madeira, entretanto, não englobam ou estimulam outros setores igualmente importantes, como o setor da construção civil em madeira, carvão vegetal, brinquedos e artigos domésticos em madeira, etc.

Dessa maneira, pouco se sabe sobre as condições de mercado e as atuais situações desses setores florestal-madeireiros menos destacados e/ou não inclusos. Sob essa mesma ótica, nota-se uma ausência contundente de estudos científicos voltados para caracterizar e entender esses setores mais reprimidos, bem como de iniciativas para reunir e estimular os seus principais atores e representantes.

A ramificação produtiva da construção em madeira no Brasil, apesar de muito antiga, é bastante desconhecida. Nenhuma associação ou entidade dessa classe se faz presente hoje em dia no país, ou ainda, nenhuma outra associação florestal mais abrangente inclui os seus principais representantes. Assim, o Brasil ainda depende de mais estudos técnicos e científicos relevantes sobre as questões de sua situação atual e as dificuldades presentes no setor dos fabricantes das casas de madeira.

Por meio desses vieses evidentes, e visando retomar a antiga e promissora parceria entre a indústria e a universidade, atualmente em franca escassez, se faz pertinente propor estudos assertivos também para esse direcionamento.

1.1 Problematização da Pesquisa

A indústria brasileira vem perdendo posições no âmbito mundial, mas ainda preserva condições de superação. Sua participação no valor adicionado da indústria de transformação, acima de 3% no início dos anos 1980, caiu para 2,2% em 2007 (INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2011).

Embora essa queda constitua um sintoma de desindustrialização relativa, assim como a redução da participação da indústria de transformação no PIB do país, o setor industrial brasileiro ainda mantém certa expressão mundial (IEDI, 2011). Baixos índices de educação do trabalhador, produtividade e de mecanização, bem como uma infraestrutura ineficaz e pouco abrangente, contribuem para que o país se situe em um patamar de estagnação industrial. Esse cenário desfavorável afeta todos os setores de manufatura, especialmente o florestal e o madeireiro.

De acordo com Buainain & Batalha (2007), a cadeia produtiva florestal é uma atividade econômica complexa e ampla, pois possui grande valor como fornecedor de energia e matéria-prima para as indústrias da construção civil e transformação.

A biomassa florestal-madeireira para energia desencadeou uma concorrência maior entre os diferentes segmentos da cadeia na busca dessa matéria-prima, visto que rivaliza com a produção de celulose e papel, chapas de madeira, etc. (SIMIONI & HOEFLICH, 2009). Esse panorama pode ser considerado um grande indício da desarticulação dessa cadeia, bem como uma clara demonstração de inexistência de planos de médio e longo prazo para estimular uma produção em larga escala de madeiras de florestas plantadas com o intuito de suprir as suas diversas demandas.

Em razão de seus ativos florestais e da capacidade empreendedora de sua indústria, o Brasil vem ampliando sua participação na produção e no comércio mundial (BUAINAIN & BATALHA, 2007). De acordo com Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (2013), isso é claramente visualizado por meio do indicador econômico do setor florestal Valor Bruto da Produção (VBP), que ressalta um crescimento de 4,6% entre os anos de 2011 e 2012, atingindo o montante de R\$ 56,26 Bilhões no último ano analisado.

Essa tendência de crescimento das atividades florestal-madeireiras, contudo, é progressivamente posta em xeque pelas crescentes dificuldades que as empresas enfrentam de ampliar seus negócios (BUAINAIN & BATALHA, 2007).

Paradoxalmente, o setor produtivo de casas de madeira avança lentamente no Brasil, tanto em importância quanto em comercialização de seus bens duráveis. E isso poderia ser atribuído aos fatores de qualidade oscilante do produto, despreparo da rede de fornecedores de madeira serrada e de uma repulsa cultural por parte da população, tanto em virtude do pleno desconhecimento das qualidades desses tipos de moradia, quanto na antiga comparação equivocada com favelas e casebres.

No aspecto da qualidade do produto casa de madeira, a baixa mecanização das empresas brasileiras, devido à dificuldade de financiamentos para a aquisição de insumos, à obsolescência das ferramentas e máquinas e à escassez de mão-de-obra capacitada, contribui para a sua estagnação frente às muitas outras técnicas construtivas. Contudo, poucos estudos se voltam para delimitar tais dificuldades.

A relação entre oferta e demanda determina o preço das madeiras, fator que afeta diretamente a competitividade de uma gama de indústrias de base florestal (VITAL, 2009). Tal avaliação é inevitável e comum ao contexto brasileiro, sobretudo por conta da carência de políticas públicas atuais para a proliferação de florestas plantadas voltadas para o uso industrial, tanto de espécies nativas quanto exóticas, especialmente designadas para a construção civil.

Vital (2009) justificou que essa dinâmica de preços da madeira depende, de um lado dos reflorestamentos e da produtividade das florestas nacionais (nativas e plantadas) e, de outro, do aumento do consumo dos produtos à base de madeira.

O estudo mais recente e relevante sobre a cadeia da construção em madeira no país, realizado por Punhagui (2014), incluiu os seus principais agentes: governo, instrumentos reguladores, instituições financeiras e seguradoras, profissionais, setor industrial madeireiro, setor da construção civil e organizações não governamentais.

Apesar dessa amplitude, aquele estudo não desenvolveu uma profunda coleta de dados com os fabricantes de casas de madeira situados no Brasil, visto que, de acordo com Punhagui (2014), somente cinco empresas foram analisadas, dentre um montante estimado de 50 empresas diagnosticadas em buscas por internet; isto é, somente 10% das empresas existentes foram ligeiramente analisadas. Essa amostra é muito baixa para uma percepção geral de todo um setor produtivo. Apesar de sua importância e de seu amplo contexto, este estudo de Punhagui (2014) não incluiu a listagem e a caracterização desses fabricantes brasileiros de casas pré-fabricadas em madeira, dificultando quaisquer entendimentos sobre esse setor em particular.

Diante dessas lacunas e das situações complexas listadas típicas da cadeia da madeira, esta presente pesquisa parte do pressuposto de que o setor produtivo brasileiro das casas de madeira possui certa expressividade no âmbito nacional, embora ainda careça de informações mais específicas para o seu entendimento e estudo, a ser justificada pelos dados aqui obtidos e discutida mediante questões voltadas para o futuro aprimoramento desse ramo madeireiro, o qual se encontra, ainda, em um estágio inicial de crescimento e amadurecimento.

1.2 Hipótese

O setor produtivo de casas de madeira no Brasil ainda enfrenta dificuldades de mercado e aceitação popular decorrentes principalmente da desarticulação das empresas, de um desconhecimento geral de sua situação e de suas peculiaridades, bem como da ausência de políticas públicas específicas para o setor.

1.3 Hipóteses Secundárias

A hipótese principal ainda proporciona a enunciação de algumas hipóteses secundárias, contidas no levantamento de dados proposto, que norteiam a pesquisa:

- a) Hipótese 1: o setor produtivo de casas de madeira no Brasil é maior do que a literatura brasileira difundia até o presente momento;
- b) Hipótese 2: a formação de mão-de-obra capacitada no trabalho e no projeto com madeira é escassa e fortemente demandada por esse setor;
- c) Hipótese 3: os produtores de casas de madeira possuem linhas produtivas defasadas tecnologicamente, em razão da ausência de incentivos públicos à tecnologia como linhas de créditos, redução de impostos, entre outros;
- d) Hipótese 4: a madeira de florestas nativas ainda concentra um uso expressivo na produção das casas de madeira, entretanto, o emprego das madeiras de pinus e eucalipto tem apresentado uma oferta relevante para esse setor;
- e) Hipótese 5: o mercado consumidor de casas de madeira no Brasil é existente e plural, apesar do enfoque em um público de maior poder aquisitivo;
- f) Hipótese 6: as casas em madeira encontram-se em uma situação de muitas dificuldades em sua disseminação pelo Brasil, ainda por conta das barreiras culturais do uso da madeira na habitação.

1.4 Objetivo Geral

O desafio que se propõe nesta pesquisa é desenvolver uma análise do setor produtivo de casas em madeira para auxiliar na inovação de técnicas construtivas habitacionais e na criação de novas políticas públicas nessa área, envolvendo os fatores e características de sua atual situação, manufatura, produtos e organização produtiva e setorial.

1.5 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa envolvem:

- a) Mapear (localização e quantificação) as empresas existentes nesse setor de casas de madeira no Brasil (hipótese 1);
- b) Avaliar a qualificação da mão-de-obra empregada na indústria de casas de madeira (hipótese 2);
- c) Avaliar o nível tecnológico e de industrialização das empresas produtoras de casas de madeira no Brasil (hipótese 3);
- d) Avaliar a matéria-prima lignocelulósica utilizada pelas empresas na produção de casas de madeira no Brasil (hipótese 4);
- e) Identificar o público-alvo definido estrategicamente pelos empresários desse setor conforme o padrão construtivo (hipótese 5);
- f) Avaliar as dificuldades enfrentadas pelas empresas na disseminação das casas de madeira no Brasil (hipótese 6).

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico 2013**: ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.). Cadeia produtiva de madeira. **Agronegócios**. v. 6. Brasília: IICA / MAPA / SPA, 2007. 84 p.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Indústria e política industrial**: no Brasil e em outros países. São Paulo: IEDI, 2011. 93 p.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

SIMIONI, F. J.; HOEFLICH, V. A. Cadeia produtiva de biomassa de origem florestal no planalto Sul de Santa Catarina. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 501-510, 2009.

VITAL, M. H. F. Florestas independentes no Brasil. **BNDES Setorial**. n. 29, p. 77-130, 2009.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Floresta

Cerca de 20% da massa terrestre do planeta é coberto por florestas, sendo que dois terços são *hardwoods* (árvores dicotiledôneas Angiospermas) em climas temperados e tropicais e o terço restante são *softwoods* (árvores Gimnospermas) de regiões temperadas e frias (LYONS, 2010). No mundo (Figura 1), a formação vegetal de florestas é pouco maior que 4 bilhões de hectares, onde os cinco países mais ricos em áreas florestais – respectivamente Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China – são responsáveis por mais da metade da área total do planeta (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2010a).

A extensa área territorial brasileira ocupada por florestas torna o Brasil um dos maiores produtores mundiais de madeira. Contudo, devido ao elevado consumo desses recursos naturais, o uso comercial de muitas espécies já se tornou proibido ou restrito. Nesse contexto, as áreas de reflorestamento estão sendo difundidas para suprir a crescente demanda da madeira para os mais variados produtos. Vieira et al. (2010) e Rhodes & Stephens (2014) ressaltaram essa tendência em seus estudos.

Devido ao enorme potencial florestal do Brasil, a cadeia da madeira é sempre vista como um setor em franco crescimento.

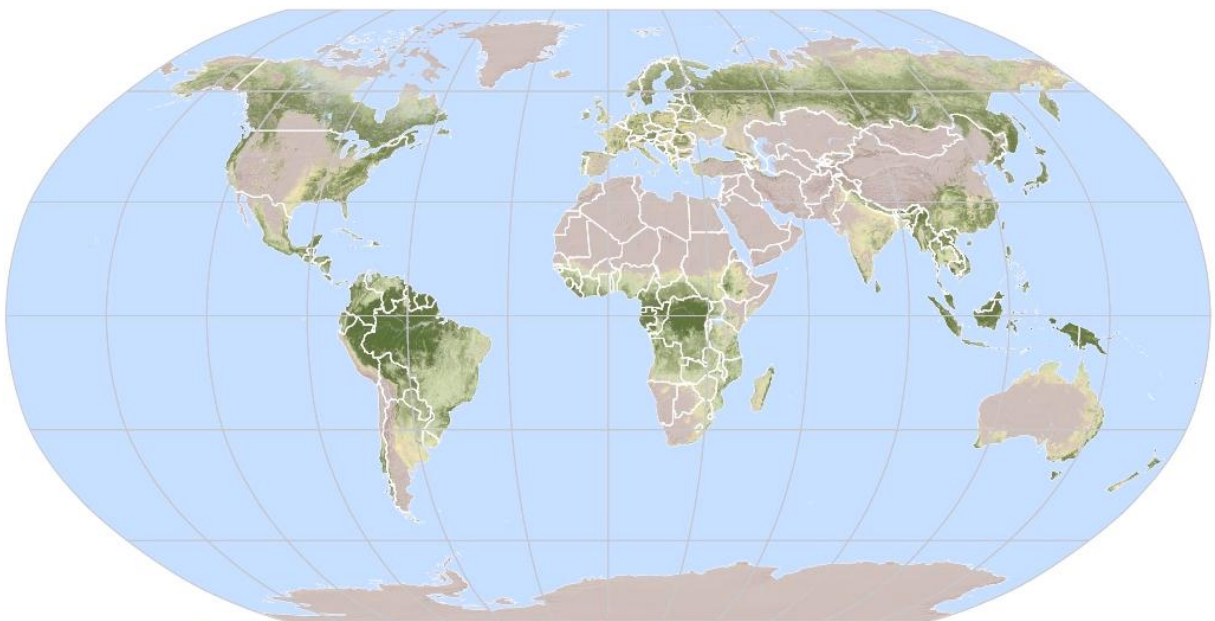


Figura 1: Distribuição das florestas (tons verdes) em 2010. **Fonte:** FAO-UN (2010b).

Cerca de um terço da colheita anual de madeira em todo o mundo é utilizado na construção civil, enquanto que o restante é consumido na produção de papel e celulose, combustíveis, entre outros (LYONS, 2010). As áreas de florestas plantadas de pinus e eucalipto são aquelas mais representativas no Brasil (Figura 2), no entanto, outras espécies plantadas também merecem destaque em razão de sua importância econômica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE, 2009). O Brasil conta com setores competitivos, em função do crescimento rápido das florestas plantadas, cuja produtividade é 10 vezes superior à observada nos líderes do mercado mundial (HOEFLICH, 2006).

Mesmo deficitárias como matérias-primas industriais para produtos acabados, a realidade mostra que as florestas cultivadas estão assumindo uma importância cada vez maior no cenário florestal brasileiro (ALVES et al., 2003). Assim, o setor de florestas plantadas pode se constituir em um vetor indispensável para promover o desenvolvimento sustentável do meio rural no Brasil (HOEFLICH, 2006).

Os movimentos ambientalistas e a crescente imposição da própria economia de base florestal têm levado o Brasil a promover uma substituição progressiva das matas nativas como fornecedor de matéria-prima industrial pela silvicultura (ALVES et al., 2003). Segundo Valverde et al. (2012), “diante das vantagens da silvicultura, há ainda muito espaço para o seu crescimento no Brasil, se comparada à dos países tradicionalmente florestais, seja em termos econômicos, sociais ou ambientais”.

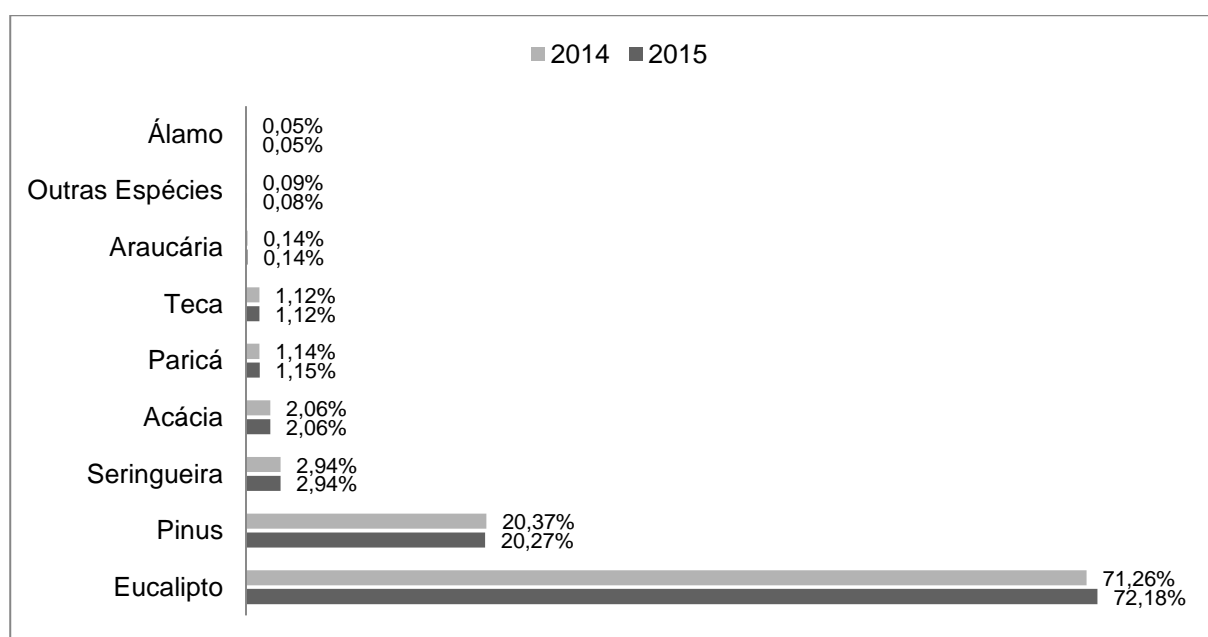


Figura 2: Reflorestamentos no Brasil. **Fonte:** Indústria Brasileira de Árvores (2016).

Recentemente, verifica-se uma ampliação no campo de utilização da madeira oriunda de plantios florestais para a indústria. Tanto as espécies de Pinus quanto as de Eucalipto estão sendo maciçamente empregadas em setores produtivos como: papel e celulose, movelaria, brinquedos, artigos decorativos, construção civil, etc. Ademais, essas espécies estão presentes na manufatura de painéis derivados de madeira, usualmente empregados nas indústrias moveleira e da construção civil.

Desse modo, gradativamente, as florestas cultivadas vão se tornando mais importantes que as florestas nativas no fornecimento de matéria-prima para os produtos florestais (ALVES et al., 2003). Logo, se a gestão das florestas e as práticas de colheita forem seguidas de modo sustentável, os recursos madeireiros estarão disponíveis indefinidamente (FALK, 2010).

2.2 Produtos Florestais

Os produtos florestais constituem em todo e qualquer item obtido diretamente em função de uma floresta, seja ela nativa ou plantada pelo homem. De acordo com o Serviço Florestal Brasileiro (2013) e o Ministério do Meio Ambiente (2013), a transformação da matéria-prima florestal resulta em:

- a) Produtos Florestais Madeireiros (PFM): materiais lenhosos com possibilidade de aproveitamento fabril, como: serraria, estacas, lenha, poste, moirão, etc.;
- b) Produtos Florestais Não-Madeireiros (PFNM): são produtos vegetais florestais não lenhosos, como: resina, cipó, óleos, sementes, plantas, etc.

O Brasil tem despontado como a maior potência mundial no fornecimento de PFMs e PFNMs, tal qual se destaca nos serviços ambientais, graças às funções ecossistêmicas de suas florestas (VALVERDE et al., 2012). A perspectiva crescente da demanda mundial por produtos florestais, aliada às vantagens comparativas do país, evidencia o extraordinário potencial que o Brasil possui para assumir posição de destaque no comércio internacional (HOEFLICH, 2006).

Apesar da pequena retração no mercado entre 2011 e 2012, a Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (IMPM) tem contribuído significativamente com o setor florestal brasileiro e no desenvolvimento socioeconômico do país, com mais US\$ 7,3 bilhões em valor bruto da produção florestal e US\$ 1,66 bilhões em exportações, gerando ao redor de 415 mil empregos diretos em suas mais de 58 mil empresas (ABIMCI, 2013).

Por outro lado, o recurso florestal no Brasil não tem sido utilizado de modo a garantir respostas econômicas e sociais satisfatórias, as quais estão aquém do potencial existente (CARVALHO et al., 2005). À medida que os produtos de florestas plantadas substituem os de nativa, há expectativas quanto menor informalidade e a maior profissionalização no setor, fatos que acarretarão na disponibilidade de dados produtivos mais atuais, amplos e reais (VALVERDE et al., 2012).

Os recursos florestais empregados nos Produtos de Maior Valor Agregado (PMVAs) contribuem para uma maior parcela de renda do que outros produtos de menor valor, como o papel ou carvão vegetal (WHERRY & BUEHLMANN, 2014).

A importância dos produtos florestais para a economia e o padrão de vida norte-americano é tão relevante que ao menos a metade de todas as principais matérias-primas industriais é proveniente das florestas (FALK, 2010).

2.3 Madeira

A madeira é uma estrutura biológica complexa, ou seja, um compósito de muitos elementos químicos e de células que agem conjuntamente para atender às necessidades da planta viva (WIEDENHOEFT, 2010).

A madeira é não homogênea porque é constituída de diversos tipos de células (NENNEWITZ et al., 2008), pois é formada por celulose, hemicelulose, lignina e uma pequena porção de materiais contidos na estrutura celular, cujas variações nas características e proporções fazem da madeira um material leve ou pesado, rígida ou flexível e dura ou macia (WIEMANN, 2010). Esses constituintes em menor porção incluem: resinas, gomas, taninos, amido, sílica, etc. (LYONS, 2010). Nennowitz et al. (2008) salientaram que a madeira é anisotrópica, visto que as suas propriedades no sentido das fibras são totalmente distintas das propriedades no sentido transversal às fibras, bem como ainda existem divergências radial e tangencialmente. Segundo Pfeil & Pfeil (2003), as “árvores produtoras de madeira para construção são do tipo exogênico, isto é, que crescem pela adição de camadas externas sob a casca”.

De acordo com Côté Junior (1968) e Pfeil & Pfeil (2003), as principais fontes comerciais de madeira são: as madeiras duras da classe Angiosperma (ipê, aroeira, carvalho, peroba, jatobá, etc.) e as madeiras macias da classe Gimnosperma (cedro, pinheiro, abeto, cipreste, sequóia, espruce, etc.), as quais são internacionalmente designadas, respectivamente, pelos termos *hardwoods* e *softwoods*.

Do ponto de vista biológico, a madeira tem grande potencial como um recurso natural renovável (SPURR & VAUX, 1976). Ao longo da história, as características únicas e a abundância da madeira transformaram-na em um material interessante para a construção civil e outras estruturas, móveis, ferramentas, veículos e objetos decorativos, distinguindo-a como um material multiuso (WIEMANN, 2010).

A madeira é, provavelmente, o material de construção mais antigo, em razão da sua disponibilidade na natureza e sua relativa facilidade de manuseio, a qual é reforçada pela sua notável relação de resistência/peso (PFEIL & PFEIL, 2003).

Segundo o *Canadian Wood Council* (2002), a madeira tem muito a oferecer para melhorar o desempenho ambiental global dos edifícios, pois reduz o consumo de energia, emprego de recursos, poluição e o impacto ao meio ambiente.

2.4 Sustentabilidade da Madeira

Poucos materiais construtivos possuem os benefícios ambientais da madeira, pois ela apresenta características positivas, como um baixo consumo de energia, um baixo impacto de carbono e a sustentabilidade do material (FALK, 2010).

A demanda por produtos de madeira pode ser atendida pelo seu fornecimento por meio de extrações sustentáveis das madeiras oriundas das florestas plantadas ou de manejos legais de áreas naturais, ou então, de práticas muito negativas e insustentáveis, ora pelo desmatamento para expandir as fronteiras agrícolas, ora pela extração desordenada da madeira sem um plano de substituição das árvores ou recuperação da área nativa (DAMETTE & DELACOTE, 2011).

Nas florestas temperadas, o corte raso, em que uma área é completamente desflorestada, seguido do replantio, consiste no método mais econômico, contudo, pode contribuir com a erosão do solo desprotegido, deixando-o inóspito e desértico (LYONS, 2010); esse método não é sustentável, visto que elimina, de uma única vez, toda uma área florestal específica, culminando na alteração do ecossistema ao seu entorno. Sendo assim, Lundell (2013) determinou que a seleção de colheita que priva o corte raso seria mais benéfica para a biodiversidade. A regeneração por cortes progressivos, ou *shelterwood*, a qual envolve uma colheita por ciclos de corte ao longo dos anos, assegura a substituição das árvores mais maduras (LYONS, 2010); no caso das florestas temperadas nativas, essa alternativa de manejo é mais interessante e sustentável, devido à manutenção de todo o maciço florestal.

Evans (2009a) apontou que o desenvolvimento de plantações florestais em todo o mundo tornou-se mais importante em meados do Século XX, à medida que as práticas de gestão foram intensificadas.

As questões ambientais, suscitadas pela grande necessidade de atender às demandas atuais e futuras para o material madeira, só podem ser resolvidas pelo desenvolvimento florestal sustentável (LYONS, 2010).

A silvicultura é talvez a atividade econômica que apresenta maior potencial de contribuição para a construção de uma “Economia Verde”, visto que atende os seus conceitos e produz insumos para que outras atividades alcancem a sustentabilidade (VALVERDE et al., 2012).

No setor dos produtos florestais, a demanda por mais sustentabilidade tem incentivado a formação de programas de certificação florestal (FALK, 2010).

Pela imposição de alguns códigos de boas práticas, pode-se aumentar diretamente a sustentabilidade do manejo florestal, bem como auxiliar no incremento dos preços da madeira certificada (DAMETTE & DELACOTE, 2011).

Essa estratégia poderia encarecer o produto manufaturado de origem florestal a um curto prazo, entretanto, atrairia novos investidores para a produção de florestas plantadas, interessados em lucrar com uma matéria-prima mais valorizada no mercado. Por outra perspectiva, as florestas nativas teriam uma pressão reduzida no fornecimento de suas matérias-primas, ao passo que o plantio manejado surgiria como uma boa inversão econômica sustentável a médio e longo prazo.

Longue Júnior & Colodette (2013) sintetizaram que “os materiais oriundos de fontes renováveis como as florestas plantadas são importantes por minimizar a pressão sobre as florestas nativas e contribuir para a manutenção da qualidade de vida do planeta”. Evans (2009b) enfatizou que, se comparadas às florestas nativas, as florestas plantadas usualmente sofrem menos em relação às práticas ilegais. A madeira de reflorestamento, segundo Szücs (2004), “pode e deve estar associada à imagem de um produto arquitetônico sustentável”.

2.4.1 Sequestro de carbono

A indústria da construção civil tem sido duramente criticada tanto por ser uma das principais emissoras de gases de efeito estufa quanto por ser um setor não regulamentado na gestão das emissões de carbono (WONG et al., 2013).

Dentre os impactos ambientais relacionados à construção civil (geração de resíduos, consumo de energia, esgotamento de recursos, etc.), as emissões dos seus equipamentos ultrapassam 50% desse prejuízo ecossistêmico (GUGGEMOS & HORVATH, 2006). A redução do consumo de energia e da emissão de dióxido de carbono (CO₂) na construção se torna urgente para a proteção ambiental e o desenvolvimento sustentável (WU et al., 2012).

O papel do carbono nas mudanças climáticas globais e seu impacto negativo projetado sobre a sustentabilidade dos ecossistemas e da saúde geral do nosso planeta nunca estiveram tão presentes na consciência da sociedade (FALK, 2010). Depois de edificadas, as casas convencionais britânicas ainda podem gerar até 27% de todas as emissões de carbono (BOARDMAN, 2007). À medida que a pressão sobre os riscos relacionados com as alterações climáticas tem sido crescente, um grande corte nas emissões de carbono a partir das operações de construção se torna uma prioridade (WONG et al., 2013). A manufatura da madeira em produtos resulta em menos emissões de gases de efeito estufa do que as produções de outros materiais (WEGENER & PAHLER, 2011), ou seja, os produtos de madeira contribuem na mitigação das emissões de CO₂ (PROFFT et al., 2009). Sendo assim, “a indústria de base florestal pode ser, também, um dos pilares da economia de baixo carbono”, conforme aponta a Confederação Nacional da Indústria (2012).

A capacidade da madeira em conservar grandes quantidades de carbono por longos períodos de tempo fornece uma vantagem significativa sobre outros materiais construtivos tais como aço e concreto (WEGENER & PAHLER, 2011).

O sequestro de carbono nos materiais construtivos deve ser uma estratégia a ser observada em todas as esferas da cadeia da construção, desde as autoridades governamentais, indústria, fornecedores, profissionais e a população. A aquisição de insumos produtivos limpos e renováveis como a madeira pode ser ampliada a partir da isenção de tributos fiscais para essas alternativas mais sustentáveis.

Campos et al. (2011) salientaram que “toda a madeira aplicada à construção é considerada um estoque de carbono”. Dadoo et al. (2009) determinaram que uma construção com estrutura em madeira tem visivelmente um menor índice de emissão de carbono em seu ciclo de vida do que um edifício com estrutura em concreto.

As reduções das emissões de CO₂ em casas de madeira são tecnicamente possíveis, na ordem de quase 50% (GOVERSE et al., 2001).

Ao passo que as emissões de carbono operacionais tendem a cair para zero, as emissões associadas às fases de construção, ou seja, o carbono incorporado, aumenta em sua importância (HAMILTON-MACLAREN et al., 2013).

Segundo Wegener & Pahler (2011), uma casa de madeira moderna contém mais carbono (CO₂ equivalente impregnado em sua estrutura) do que pode ser emitido por um automóvel antigo com mais de 40 anos de uso – na Europa assume-se que as emissões desse carro velho seriam próximas a 120 gramas de CO₂/km para uma utilização comum de rodagem anual de 11400 quilômetros.

As florestas com maiores rotações de idade para a colheita – ou com cortes progressivos – podem aumentar a acumulação de carbono em produtos de madeira colhidos, devido a uma maior proporção de madeira serrada que pode ser utilizada em produtos duráveis manufaturados (NEPAL, et al., 2012).

Os impactos ambientais gerados pela construção residencial podem ser minimizados e alcançados por meio do emprego de materiais naturais com baixos níveis de energia incorporada, por exemplo, a madeira (CORTEZ-BARBOSA et al., 2000; GOVERSE et al., 2001; GUSTAVSSON & SATHRE, 2006; LENZEN & TRELOAR, 2002) e o bambu (VOGTLÄNDER et al., 2010; YU et al., 2011).

A madeira não é apenas um material estrutural versátil, mas o seu uso para a construção de casas também reduz os efeitos das mudanças climáticas por conta do armazenamento de carbono durante o tempo em que a casa existir (CLAUSEN & GLASS, 2012).

2.5 Produtos de Maior Valor Agregado em Madeira

“A indústria de processamento da madeira é classificada nos segmentos de indústria primária, secundária e indústria terciária, em função de processos físicos e químicos que transformam matérias-primas de baixo valor agregado em produtos intermediários e bens de consumo final” (ABRAF, 2013).

Esse indício também foi notado por Evans (2009a), já que “cada vez mais as indústrias madeireiras utilizam matérias-primas de menores dimensões, em especial para os produtos engenheirados, respeitando a capacidade produtiva das florestas”.

“O desenvolvimento de novas alternativas produtivas de maior valor agregado mediante a diversificação de produtos madeireiros é vital para conquistar novos mercados” (LARA PALMA & BALLARIN, 2011).

Dentre esses produtos de maior valor agregado (PMVA), se destacam muitos dos produtos florestais madeireiros (PFM), por exemplo, os painéis derivados (fibras, partículas, lascas, lâminas, etc.), móveis (mesas, cadeiras, estantes, armários, baús, camas, etc.), instrumentos musicais (violões, harpas, flautas, pianos, arcos, etc.), estruturas (pontes, galpões, silos, gazebos, coberturas, domos, etc.), casas pré-fabricadas (de toras, tábuas pregadas, tábua e mata-junta, tábuas empilhadas por macho e fêmea, entramado leve, modular, pilar-viga, etc.), casas artesanais (taipa de pilão, taipa de sopapo, mucambo e enxaimel), entre outros.

A ideia de uma edificação em madeira, representada pelos adjetivos limpa, renovável e reciclável, remete a uma alternativa construtiva com elevado nível de sustentabilidade. Essas técnicas construtivas em madeira praticamente não utilizam água em sua produção, tanto no nível fabril quanto no canteiro de obras.

Cerca de 80% das residências norte-americanas são construídas em grande parte com a madeira, contudo, os esforços para a expansão do uso desse material têm sido direcionados em projetos governamentais e comerciais (UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE, 2014). Lavoie (2008) afirma que o elevado nível de pré-fabricação da maior parte das tipologias em madeira permite entregar habitações em locais, do ponto de vista industrial, pouco desenvolvidos.

Especificamente, as construções pré-fabricadas constituem nos PMVAs em madeira mais modernos, diferenciados e de alto índice de industrialização, visto que utilizam componentes pré-fabricados de matérias-primas já beneficiadas, como a madeira serrada e os painéis derivados de madeira. Entretanto, devido à longa existência das habitações feitas parcial ou integralmente em madeira na sociedade humana, verifica-se que algumas técnicas são rudimentares, enquanto outras tipologias seguem esse padrão produtivo mais industrializado.

2.6 As Habitações em Madeira Conforme as suas Classificações

A temática sobre o ordenamento das casas de madeira visando um padrão constitui em um assunto complexo, visto que ao longo da história diversos autores propuseram as suas próprias classificações.

De acordo com Ino (1992), o critério para classificar os sistemas construtivos tem sido adotado, pelos institutos de pesquisas, em razão da tradição construtiva de cada país e do atual estágio tecnológico do setor.

De Araujo et al. (2016) ainda relataram que diferentes classificações variam de acordo com a origem ao longo do tempo ou aspectos peculiares, o que gera certa confusão entre os leitores, pois muitos autores tratam o tema casas de madeira como um adendo das estruturas de madeira.

Inicialmente, Meyer-Bohe (1969) adotou, como critério organizacional, quatro métodos de pré-fabricação em madeira, tais como:

- Construção em entramado ou esqueleto: formada por um esqueleto portante, contraventado por diagonais e com fechamento em capa dupla ou maciça;
- Construção com painéis compostos: paredes portantes formadas por painéis sanduíche ou por placas compostas;
- Construção com placas maciças: paredes maciças, autoportantes, montadas com guias e ou macacos-hidráulicos;
- Construção com peças tridimensionais: peças volumétricas completas, com pouca montagem, como mobile-homes, montadas com grandes guindastes.

Paralelamente, Teixeira-Trigo (1978) propôs uma classificação geral bastante sintética, com quatro critérios que classificavam as soluções construtivas (Tabela 1). Assim, o critério I permitia a inserção da madeira em qualquer um de seus exemplos.

Tabela 1: Classificação para caracterizar as soluções construtivas.

Critérios	Exemplos
I Grau de industrialização	Construção primitiva
	Construção tradicional artesanal
	Construção tradicional racionalizada
	Construção feita com formas industrializadas
	Construção por grandes elementos pré-fabricados
II Material das paredes, tendo em vista o volume representativo dentro da edificação	Madeira
	Pedra
	Tijolo
	Blocos de concreto
III Tipologia da estrutura portante, ressaltando o sistema estrutural adotado	Outros
	Estrutura reticulada Estrutura parede
IV Peso do material estrutural, aliado ao peso do material empregado, tanto na estrutura quanto nas vedações	Construção pesada
	Construção semi-leve Construção leve

Fonte: Teixeira-Trigo (1978).

A partir de outro conceito, o tempo, Mello (2007) redefiniu a classificação dos sistemas construtivos à base de madeira, mediante a criação de duas categorias nas quais esses sistemas são enquadrados: técnicas tradicionais e contemporâneas.

De Araujo et al. (2016) esclareceram que as técnicas tradicionais são aqueles métodos construtivos existentes desde os primórdios da humanidade até o período anterior à industrialização de elementos e componentes, enquanto que as técnicas contemporâneas se originam durante esse período industrial até o momento atual.

Em outro aspecto, agora sob a óptica produtiva, Piqué del Pozo (1984) propôs uma classificação das habitações em madeira com enfoque no tipo de fabricação: trabalho em obra e trabalho em fábrica. Dentro desse foco, Piqué del Pozo (1984) ainda identificou cinco sistemas de produção de casas de madeira (Figura 3).

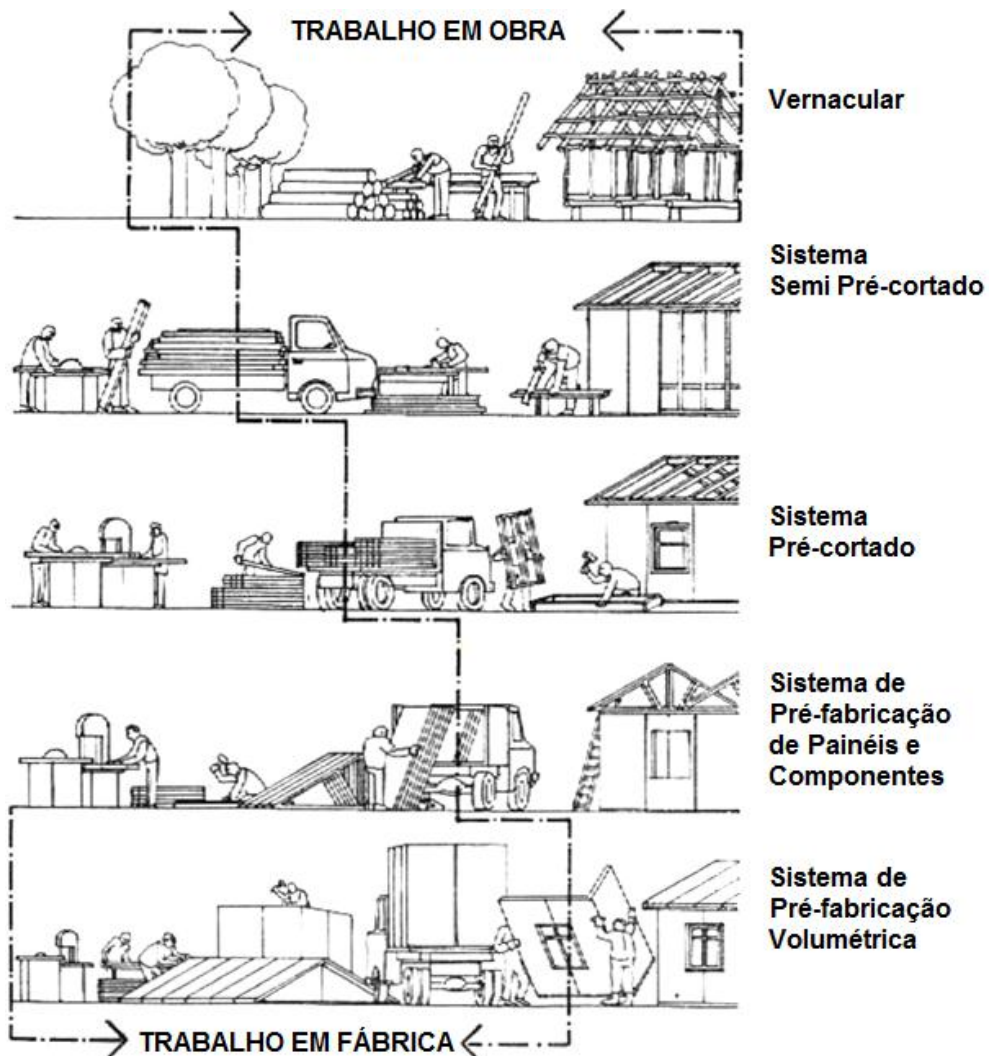


Figura 3: Sistemas produtivos de casas de madeira. **Fonte:** Piqué del Pozo (1984).

Morgado et al. (2012) estabeleceram uma divisão dos sistemas estruturais de madeira em função da geometria dos elementos, por meio dos seguintes sistemas de componentes construtivos: lineares, planos, tridimensionais e mistos.

Em virtude dos muitos direcionamentos, De Araujo et al. (2016) propuseram uma classificação padrão das técnicas construtivas habitacionais em madeira para facilitar o entendimento e a distinção dessas técnicas (Figura 4), eliminando aquela desconexão entre os principais aspectos observados, a origem no tempo e o grau de industrialização, bem como da identificação habitacional nesses parâmetros. Além disso, a Figura 4 listou as principais técnicas habitacionais em madeira disponíveis.

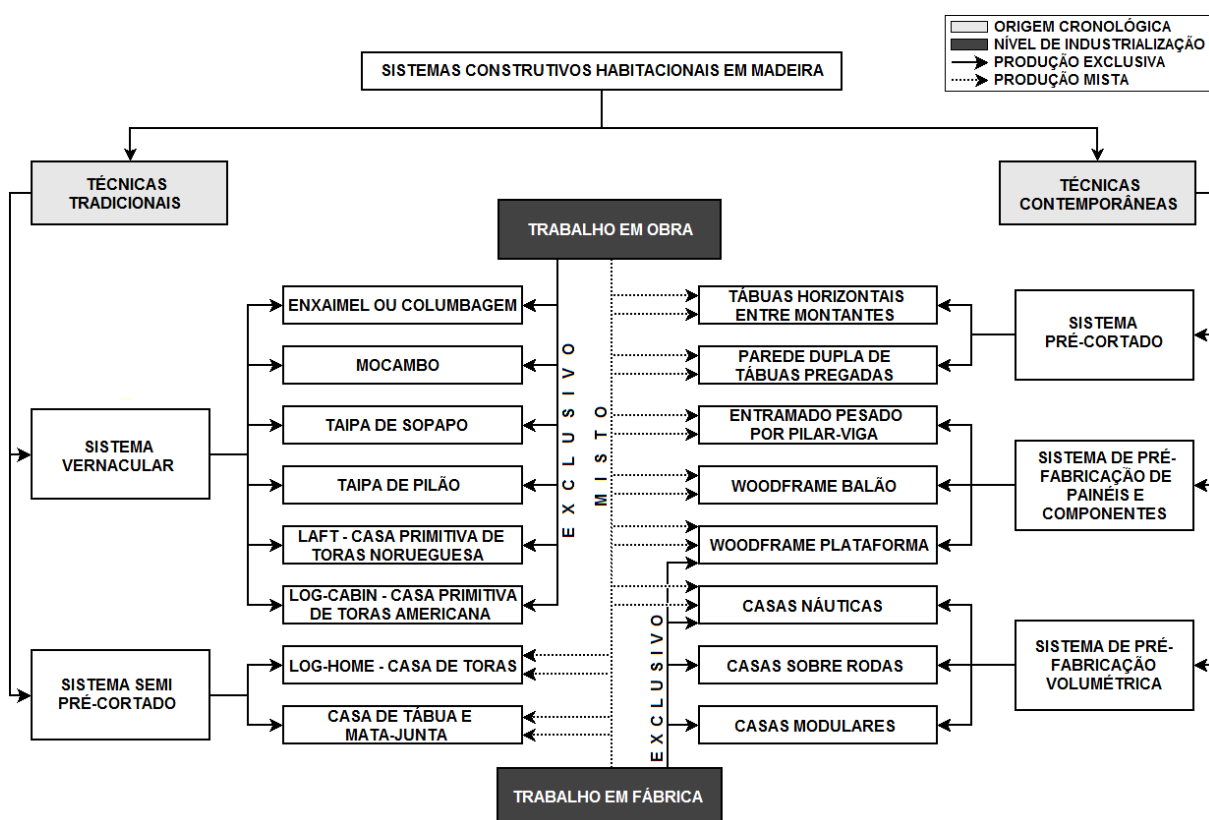


Figura 4: Classificação das casas de madeira. **Fonte:** De Araujo et al. (2016).

2.7 Cadeia Florestal-madeireira

O setor florestal pode ser conceituado como parte da sociedade relacionada ao uso dos recursos silvestres ou florestais que se relaciona ao uso da fauna (exceto peixes) e dos recursos da flora, em particular, das florestas naturais ou plantadas (CARVALHO et al., 2005). A indústria de produtos de base florestal é diversificada e apresenta nichos de mercado muito específicos (BUAINAIN & BATALHA, 2007).

A cadeia industrial dos produtos madeireiros se inicia na extração vegetal, passa pelo comércio de produtos *in natura* e chega às serrarias de desdobramento de toras, ou seja, locais em que a madeira é serrada e trabalhada (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, 2007).

Além das serrarias, as toras de madeira podem ser direcionadas diretamente para a produção de derivados, reproduzidos pela industrialização da madeira em chapas (compensadas, prensadas ou aglomeradas) ou vigas engenheiradas (de tiras, laminados colados, etc.).

A partir da etapa da serraria, a madeira pode ser empregada na construção civil pela forma serrada (vigas, tábuas, ripas, caibros e pontaletes) e em elementos industrializados para a manufatura de casas pré-fabricadas, esquadrias, estruturas de madeira e artigos de carpintaria (ABRAMAT, 2007). A madeira ainda pode ser transformada em outros produtos construtivos de maior valor agregado (molduras, tacos, assoalhos e pranchas).

Até o início do Século XX, o desdobro de madeira (usinagem) era mais um trabalho artesanal do que uma tecnologia cientificamente estabelecida (KOLLMANN, 1968). No Brasil, o seu setor florestal é caracterizado pelo longo prazo, pois a inconstância de regras e leis só contribui para o desestímulo dos empreendedores, ou seja, faz-se necessário que haja uma política estável e duradoura (HOEFLICH, 2006). No que diz respeito aos aspectos sociais, esse setor florestal é capaz de absorver mão-de-obra numerosa, colaborando assim para uma melhor distribuição de renda para a população brasileira (CARVALHO et al., 2005).

Devido à vocação florestal no Brasil, ultimamente acentuou-se a instalação de complexos industriais, bem como o desenvolvimento de métodos de desdobro mais eficientes e técnicas de aproveitamento de resíduos, com o fim de suprir a crescente demanda por produtos (VALÉRIO et al., 2007).

2.8 Setor Produtivo de Casas em Madeira

Muitas tendências recentes estão apoiando a expansão da madeira em seu uso estrutural na Europa, as quais englobam os benefícios ambientais, aumento dos custos dos materiais construtivos minerais e metálicos e a falta de moradia (LAVOIE, 2008).

No Reino Unido, cerca de 40% das habitações sociais são construídas em madeira e a França enfoca nessa alternativa para suprir seu déficit atual de 1 milhão de casas (LAVOIE, 2008). A construção de residências é uma atividade visivelmente importante para a indústria norte-americana de produtos florestais, pois consome ao redor de 26% da colheita total de madeira (WHERRY & BUEHLMANN, 2014).

Contrariamente a essa tendência europeia, o Brasil ainda patina no emprego da madeira em edificações, demandando iniciativas para a sua popularização, isso, para suprir o atual déficit habitacional brasileiro que, de acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2016), ainda é muito elevado, pois ronda 6,198 milhões de famílias. Um grande exemplo disso é a desinformação do setor de casas de madeira no país, o qual é desconhecido e pouco abordado na literatura.

Sobral et al. (2002) identificaram 15 empresas paulistas produtoras de casas pré-fabricadas em madeira em 2001, cujos consumos ao ano de madeira serrada e de volume de toras foram, respectivamente, 60 mil m³ e 168 mil m³. Esses autores ainda salientaram que 98% dessas toras consumidas eram originárias da Amazônia. De acordo com uma estimativa de Punhagui (2014), o setor de casas pré-fabricadas em madeira incluía ao redor de 50 empresas instaladas no país em 2014.

2.9 Iniciativas Recentes de Estímulo ao Setor de Casas de Madeira no Brasil

Apesar de não contar com uma representatividade forte e especializada, as indústrias de casas de madeira, quando ativas, são filiadas a sindicatos madeireiros locais ou regionais, os quais, em sua maior parte, não são especializados em casas ou em assuntos da temática da industrialização da madeira para a construção civil. No entanto, muitas dessas associações enfocam os seus esforços em outros ramos de maior adesão, como os liderados por empresas de móveis, esquadrias, celulose e papel, carvão, pisos e revestimentos. Em contraponto, boa parte dos atores da cadeia produtiva do entramado leve de madeira (*woodframe*), tem se reunido para discutir tendências mundiais, visitar madeireiras estrangeiras, bem como traçar metas e objetivos para a expansão futura dessa moderna tecnologia por todo o país.

Desde 2009 no Brasil, existem algumas mobilizações para difundir as casas de madeira, formadas por alguns grupos de engenheiros e empresários que vêm trabalhando na especificação e normalização de estruturas leves de madeira – *light woodframe* – para a construção de casas industrializadas (ROCHA, 2009).

Em 2009, a Federação das Indústrias do Paraná (FIEP), por meio do seu conselho florestal, implantou a Comissão Casa Inteligente (AGENCIA FIEP, 2010). Formada por entidades representativas dos setores da madeira e da construção civil, essa Comissão foi concebida para pesquisar técnicas construtivas sustentáveis, a partir do uso da madeira certificada e tratada (AGENCIA FIEP, 2015).

A homologação do *woodframe* no Sistema Nacional de Aprovações Técnicas (SINAT) foi alcançada, ou seja, a tipologia está disponível para ser designada pelos empresários aos laboratórios competentes para a sua aprovação e, posteriormente, livre para a produção e comercialização. Porém, cada empresa deverá disponibilizar amostras e informações das edificações e de seus elementos estruturais, bem como, arcar com todos os custos da realização desses testes em laboratórios ou institutos autorizados. A homologação das outras técnicas em madeira pode ser obtida por qualquer empresa utilizando esse artifício, caso sejam respeitados os procedimentos estabelecidos. Sucessivamente, esses fabricantes homologados conseguirão uma linha de financiamento para tais habitações. Santiago (2012) apontou que, em razão dessa estratégia, o financiamento habitacional dos *woodframes* foi regulamentado no Brasil pelo Governo Federal para edificações seriadas e já está disponibilizado em alguns bancos e financeiras desde o fim de 2011, apesar de algumas restrições.

Em 2012, uma iniciativa das empresas “Homag-Weinmann”, “Knauf do Brasil”, “EcOS HauS”, “Battistella”, “InOS”, “Louisiana Pacific” e “Placlux” selou a realização da primeira feira do setor da construção seca, ou seja, *woodframes* e *steelframes*, denominada “ConstruSeca – Tecnologia e Sustentabilidade”. Esse encontro foi um marco para essa cadeia produtiva, por envolver os seus atores, difundir informações e gerar discussões e esclarecimentos sobre o *woodframe*. Em paralelo, o “Encontro Nacional para Inovação na Construção Civil” (ENINC), realizado pelo “Sindicato da Indústria da Construção Civil do Paraná” (SINDUSCON-PR), vem buscando inserir o *woodframe* como a técnica do futuro no Brasil. Desde o ano de 2013, a Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APRE) vem liderando a realização da exposição (feira) e do simpósio “Madeira & Construção”, os quais são simultâneos para estimular a produção das construções em madeira de florestas plantadas.

Essas mobilizações refletiram ações pontuais e direcionadas somente para a cadeia do *woodframe*. As outras técnicas construtivas industrializadas em madeira existentes no Brasil, isto é, *log-home*, casas de tábuas pregadas e casa de tábuas horizontais macho-e-fêmea ainda não compartilharam dessas iniciativas.

Apesar das ações designadas para a difusão do *woodframe*, os fabricantes de outras tipologias em madeira e, conseqüentemente os seus fornecedores, não estão sendo contemplados por esses movimentos, relegando-os a um plano inferior, de menor visibilidade, ainda que sejam do mesmo setor. É, portanto, indispensável um prosseguimento mais abrangente do estudo da atual situação do setor madeireiro direcionado para a manufatura de casas de madeira.

O papel das universidades e instituições de pesquisa deve focar, além do estudo de inovações tecnológicas, na integração da cadeia produtiva, considerando o usuário como integrante e determinante no processo de produção (YUBA, 2001). Essa integração deve ser explorada de modo contínuo e plural, favorecendo o desenvolvimento dos atores envolvidos, tanto no nível industrial quanto acadêmico. Acerca disso, Yuba (2001) indicou que se deve focar também na integração entre as próprias instituições, na produção de informações sobre todo o setor, buscando alinhar a determinação dos focos de atuação, suprimindo as lacunas existentes.

A continuidade das pesquisas sobre o setor madeireiro no Brasil é uma clara demanda requerida para contribuir com o seu fortalecimento e reconhecimento como uma importante atividade econômica, tal como vem ocorrendo na Europa (BYSHEIM & NYRUD, 2010; GOLD & RUBIK, 2009; HÖÖK, 2005; MORGADO & PEDRO, 2011; OTTITSCH et al., 2004; TYKKÄ et al., 2010; WAHL, 2008), Ásia (QU et al., 2012), América (BACHA, 2001; BUCK et al., 2015; PUNHAGUI, 2014; VALDÉS et al., 2015; WHERRY & BUEHLMANN, 2014, YUBA, 2001), Oceania (XIA et al., 2014), etc.

2.10 Pesquisa Científica para Setores Produtivos

A ciência se refere ao conhecimento organizado e sistematizado em qualquer área de investigação por meio de métodos científicos (BHATTACHERJEE, 2012). A ciência ensina o valor do pensamento racional e a importância de sua liberdade (FEYNMAN, 1968), buscando entender as coisas por meio da descrição de objetos e eventos, descoberta de regularidades e formulação de teorias e leis (BABBIE, 2003).

Bhattacharjee (2012) salienta que a ciência se agrupa em duas categorias:

- a) Natural: é a ciência dos objetos ou fenômenos que ocorrem naturalmente, tais como luz, objetos, matéria, terra, corpos celestes, corpo humano, etc.;
- b) Social: é a ciência das pessoas ou dos agrupamentos, tais como sociedades, empresas, economias e de seus comportamentos individuais ou coletivos.

As ciências sociais visam à observação e ao entendimento de padrões gerais de eventos e correlações, entendendo racionalmente o comportamento social, seja racional ou irracional (BABBIE, 2003) de todos grupos de indivíduos, empresas, etc.

2.10.1 Técnicas de pesquisa populacionais

As técnicas de pesquisa representam as ferramentas utilizadas para coletar dados (DAWSON, 2002), isto é, processos para uma ciência ou arte obter os seus propósitos (MARCONI & LAKATOS, 2002). Então, um método científico se refere ao conjunto padrão de técnicas de pesquisa para a construção de conhecimento científico, tais como, as formas de validar observações, interpretar e generalizar resultados (BHATTACHERJEE, 2012), o qual é regular, explícito e passível de ser repetido para conseguir-se algo material ou conceitual (BUNGE, 1974). Freitas et al. (2000) enfatizam que os métodos de pesquisa incluem: experimentos, entrevistas estruturadas ou não estruturadas, *surveys*, estudos de caso e grupos de discussão.

As pesquisas possuem foco quantitativo ou qualitativo (FREITAS et al., 2000; MACDONALD & HEADLAM, 2011). Uma pesquisa qualitativa pode ser, caso os dados coletados sejam representativos e convertidos para porcentuais, direcionada para uma ótica similar à quantitativa, se respeitados os seus aspectos (Tabela 2).

Tabela 2: Detalhamento das técnicas de pesquisas.

Características	Pesquisa Quantitativa	Pesquisa Qualitativa
Enfoque da pesquisa	Contar coisas em uma tentativa de explicar o que é observado	Descrição completa e detalhada do que é observado
Proposta da pesquisa	Generalização, previsão e explicações causais	Contextualização, interpretação e entendimento das perspectivas
Ferramentas utilizadas	O pesquisador utiliza-se de <i>surveys</i> para coletar dados numéricos	O pesquisador se faz de instrumento de compilação de dados
Forma dos dados	Números e estatísticas	Palavras, imagens e objetos
Amostra	Grande e representativa	Pequena e não representativa
Seleção das amostras	Randômica (aleatória)	Baseada nas experiências dos respondentes
Entendimento da pesquisa	Objetivo, pois busca medições e análises precisas	Subjetivo, a interpretação de eventos dos indivíduos é importante
Tipo de análise	Estatística	Interpretativa

Fonte: adaptado de MacDonald & Headlam (2011).

2.11 Método de Pesquisa *Survey*

Uma pesquisa *survey* é uma coleção de dados e abordagem de análise em que os inquiridos respondem a perguntas ou respondem às declarações que foram desenvolvidos previamente (KASUNIC, 2005). Scheuren (2004) descreveu-o como o método de obter informações a partir de uma amostra de indivíduos. De acordo com Mathers et al. (2009), o *survey* é, provavelmente, o projeto de pesquisa mais utilizado nas investigações dos serviços de saúde e das ciências sociais.

Em particular, *surveys* são muito semelhantes aos censos, sendo a diferença principal, tipicamente, o fato de o primeiro examinar uma amostra de população e o segundo geralmente implica uma enumeração da população toda (BABBIE, 2003).

A pesquisa *survey* é uma abordagem para a coleta de dados para a obtenção de um maior discernimento sobre pessoas ou problemas em estudo (KASUNIC, 2005). Os *surveys* permitem a oportunidade de executar estudos com planejamentos diferentes, pois cada vertente pode ser adequada para abordar questões específicas (VISSER et al., 2000). De acordo com Babbie (2003), um *survey* pode ocorrer via entrevistas pessoais ou auto administradas pelo entrevistado.

Os dados podem ser obtidos para populações humanas mediante: pesquisas em *internet*, pesquisas postais, entrevistas via telefone, entrevistas face-a-face, modelos híbridos, formulários padrões preenchidos pelo entrevistador, questionários padrões preenchidos pelo entrevistado, etc. (HAND, 2008). As abordagens de um *survey* incluem a pesquisa documental, a pesquisa-ação, os estudos de caso, as experiências laboratoriais, os experimentos de campo, as entrevistas profundas e as simulações (KASUNIC, 2005), as quais seguem, em geral, sete etapas (Tabela 3).

Tabela 3: Caracterização e sequencia das etapas desempenhadas em um *survey*.

Etapas	Caracterização das etapas
1	Identificação dos objetivos da pesquisa
2	Identificação e caracterização do público-alvo
3	Elaboração de um plano de amostragem
4	Projeto e escrita do formulário
5	Teste do formulário (formulário piloto) e aperfeiçoamento
6	Distribuição e aplicação do formulário testado e aprimorado
7	Análise dos resultados e escrita de um relatório sobre as informações obtidas

Fonte: Adaptado de Burgess (2001) e Kasunic (2005).

2.11.1 Entrevistas

A entrevista representa o desenvolvimento de objetividade, confiabilidade, precisão e validade de certo ato social (GOODE & HATT, 1969), tal como qualquer encontro estabelecido por uma conversa que, segundo Marconi & Lakatos (2002), serve para obter informações a respeito de um determinado assunto profissional.

Existem três tipos fundamentais de entrevistas de pesquisa que podem ser identificadas como: não estruturadas, estruturadas e semiestruturadas (FIELDING, 1996; FONTANA & FREY, 1994; GILL et al. 2008; MILLER & BREWER, 2003).

As entrevistas não estruturadas, também nomeadas como histórias de vida, constituem naquelas em que o investigador tenta obter uma compreensão holística do ponto de vista ou da situação dos entrevistados (DAWSON, 2002). Esse modo usualmente consome muito tempo, bem como apresenta dificuldade de participação e gerenciamento, portanto, é aplicado somente em pesquisas com uma demanda profunda de dados ou em assuntos totalmente desconhecidos (GILL et al. 2008). O entrevistador possui liberdade de expressão das perguntas, julgando-as próprias e realizando-as na ordem e no momento pertinente (MILLER & BREWER, 2003). Essa ausência de estrutura indica uma situação na qual o participante é livre para falar sobre o que considera importante, com pouca influência direcional do investigador, podendo produzir dados difíceis de serem analisados (DAWSON, 2002).

As entrevistas estruturadas são os questionários administrados oralmente, em que uma série de perguntas predeterminadas é realizada, sem a possibilidade de questões que demandem respostas mais elaboradas (GILL et al., 2008). O ritmo da entrevista deve ser controlado pelo investigador, similar a um roteiro teatral, de modo padronizado e direto (FONTANA & FREY, 1994), o qual é relativamente rápido e de fácil administração, apesar das limitações quanto à profundidade (GILL et al., 2008). Populares em pesquisas de mercado, a entrevista estruturada abrange a pesquisa quantitativa, conduzida face-a-face, por internet ou via telefone (DAWSON, 2002).

Uma entrevista semiestruturada abrange várias questões-chave que auxiliam na definição das áreas exploradas, permitindo a divergência sobre um tema, a fim de obter uma ideia ou uma resposta mais detalhada (BRITTEN, 1999). É possivelmente o tipo mais comum aplicado na pesquisa qualitativa, pois o investigador tenta obter informações específicas que podem ser comparadas e contrastadas com dados de outras entrevistas (DAWSON, 2002).

2.11.2 Entrevistas face-a-face

A entrevista face-a-face é uma das formas mais antigas de coleta de dados em *surveys*, a qual evoluiu desde uma pergunta curta e simples para um instrumento de pesquisa complexo e altamente flexível (ROSSI et al., 1983). Essas entrevistas podem levar a abordagens qualitativas ou quantitativas, sendo que a seleção por um estudo quantitativo terá uma escala de entrevista altamente estruturada (MATHERS et al., 2009). A entrevista face-a-face é uma das formas metodológicas mais flexíveis para a obtenção de dados (DE LEEUW, 2002), cuja interação, segundo Loosveldt (2008), deve ocorrer entre ao menos duas pessoas, em que o investigador realiza questões por meio de um formulário e o entrevistado responde-as.

Doyle (2005) apontou que o entrevistador deve viajar fisicamente até o local do entrevistado, tornando esse método, de acordo com Mathers et al. (2009), mais trabalhoso, apesar de ser a melhor maneira de conseguir dados de alta qualidade.

Então, as vantagens das entrevistas face-a-face são (PHELLAS et al., 2011): a elucidação pelo entrevistador das questões mais complexas ao entrevistado; uma menor propensão à desistência e adiamento tal como em outras técnicas; e controle do contexto, ordem e ambiente da entrevista pelo entrevistador.

2.11.3 Formulário para *surveys*

A pesquisa *survey* clássica via formulário, voltada para a produção de dados quantitativos, é associada com as entrevistas, o qual a sua redação e a ordem das questões seguem o mesmo padrão para cada entrevistado (PHELLAS, et al., 2011).

Um formulário é uma lista formal, catálogo ou inventário destinado à coleta de dados resultantes de observação ou interrogatório, cujo preenchimento é feito pelo investigador, à medida que observa e recebe respostas das questões (NOGUEIRA, 1968). O coração de uma pesquisa do tipo *survey* consiste no formulário aplicado, independente da forma de condução da entrevista, ou seja, por um entrevistador ou por um computador (KROSNICK & PRESSLER, 2010). Uma parte crucial de um *survey* eficiente deve certificar que a concepção do seu formulário aborde as principais necessidades da investigação (BURGESS, 2001). Os erros gerados em razão de um formulário incompleto dificilmente poderão ser compensados nas fases posteriores à coleta de dados (BRANCATO et al., 2006).

2.11.4 Tipos de questões de um formulário

A formulação das perguntas de um formulário pode ser a chave para revelar e compartilhar novos conhecimentos (LLOYD, 2002). A estrutura das perguntas, se abertas ou fechadas, tem sido identificada para tentar influenciar a resposta do entrevistado, bem como a usabilidade da resposta obtida (DOHRENWEND, 1965).

As questões abertas permitem ao respondente expressar a sua opinião sem ser influenciado pelo pesquisador (FODDY, 1993), isto é, possibilitam adicionar mais riqueza aos resultados, algo difícil ou quase impossível de se alcançar nas questões fechadas, por isso, essa maior amplitude pode render benefícios significativos a uma pesquisa (SCHUMAN, 1972). Essa modalidade não possui restrições, ao passo que suas respostas incluem uma quantidade enorme de dados textuais para o provedor responsável da entrevista (HIRAMATSU et al., 2004), os quais, segundo Siniscalco & Auriat (2005), devem ser gravados ou anotados na íntegra.

As vantagens das questões abertas incluem a possibilidade de descoberta de respostas espontâneas, bem como evitar o viés de sugestão de respostas aos entrevistados, algo que pode ocorrer nas perguntas fechadas (REJA et al., 2003).

As questões fechadas limitam aos entrevistados em selecionar alternativas contidas no formulário (FODDY, 1993). Ou seja, exige dos entrevistados a seleção das respostas a partir de um conjunto de opções (KROSNICK & PRESSER, 2010). Nesse caso, as questões são constituídas de pontuações quantitativas (BLEUEL, 2015). Siniscalco & Auriat (2005) enfatizaram que esse enfoque direcionado exige do participante uma escolha de resposta dentre as várias categorias, ou então, que utilize uma escala de frequência ou importância. A linguagem de opiniões obtida por esse estilo é completamente fornecida pelo interrogado (HIRAMATSU et al., 2004).

Kasunic (2005) destacou que existem três tipos de questões fechadas:

- a) Com respostas ordenadas:
 - i. Dicotômicas: indica duas opções (sim/não; concordo/discordo; etc.);
 - ii. Ordinal: enfatiza a intensidade (ruim/regular/bom/excelente; etc.);
- b) Com respostas desordenadas: não limitam aos inquiridos a escolher a partir de uma gradação unidimensional, muitas vezes sem relação direta entre elas, isto é, podem ser em múltipla escolha de única ou múltiplas alternativas;
- c) Com respostas híbridas: mesclam respostas definidas com um espaço para inserção de novas respostas não presentes informadas pelo entrevistado;

A hibridização pode incluir a versão mista de resposta dicotômica (sim/não) com uma questão de múltipla escolha posterior relacionada a uma dessas respostas.

As principais vantagens das questões fechadas incluem a facilidade e rapidez de resposta, um conjunto de respostas finitas por parte do respondente, bem como a permissão de inclusão de variáveis não contidas (SINISCALCO & AURIAT, 2005).

Outro aspecto que merece atenção é “a regra geral de se iniciar o formulário com perguntas gerais, chegando pouco a pouco às específicas (técnicas de funil) e finalizando com as questões complexas para não causar insegurança” (MARCONI & LAKATOS, 2003). O agrupamento de questões por tópicos pode ser útil para facilitar no raciocínio dos respondentes acerca de um mesmo tema (VISSER et al., 2000).

2.11.5 Dados qualitativos e quantitativos

Frechtling (2002) avalia que as técnicas quantitativas e qualitativas fornecem uma troca entre amplitude e profundidade, bem como entre generalização e direção específica para as populações. Kasunic (2005) salientou que os dados qualitativos consistem em palavras, enquanto que dados quantitativos consistem em números.

A pesquisa qualitativa é uma ferramenta válida e útil que pode levar a uma rica e detalhada resposta sobre um assunto na língua original do entrevistado (KASUNIC, 2005). Assim, uma técnica qualitativa pode proporcionar mais pistas sobre as diferenças de uma população, entretanto, é limitada na medida em que resultados são aplicados para além dos indivíduos específicos incluídos nos grupos avaliados (FRECHTLING, 2002). Segundo Tewksbury (2009), um dado qualitativo se centra sobre os significados, os traços e as características definidoras de eventos, experiências, pessoas, interações, culturas, etc.

As questões quantitativas se acercam da coleta, análise e interpretação de números (KASUNIC, 2005). Uma coleta de dados quantitativos, segundo Frechtling (2002), pode render informações representativas e amplamente generalizáveis sobre a amostragem de uma população. Marconi & Lakatos (2002) mencionaram que “os dados quantitativos são focalizados em termos de grandeza ou quantidade do fator presente em uma situação, os quais são expressos em valores numéricos”.

Marconi & Lakatos (2002) definiram que as medidas quantitativas podem ser:

- a) Contínuas: quando os valores são ilimitados (peso, altura, comprimento, etc.);
- b) Descontínuas: valores determinados e finitos (idade, número de filhos, etc.).

2.11.6 Confiabilidade, validação e pré-teste

A lógica das pesquisas baseadas em formulários requer que os respondentes sejam confrontados com o mesmo estímulo (questões), portanto, as diferenças entre as respostas ocorrem pelas distinções reais entre as pessoas (VISSER et al., 2000).

O conceito confiabilidade refere-se à consistência ou estabilidade de uma medida (GIL, 2008), a qual é determinada pela constância dos resultados na coleta de dados, teste ou técnica de aferição (MARTINS, 2006).

O acompanhamento direto gerencial em uma pesquisa por entrevista tem a finalidade de reduzir as possibilidades de falhas durante a sua implantação, bem como assegurar uma obtenção plena dos dados. A manutenção de um entrevistador único para todas as entrevistas, ou ainda, a realização de um treinamento específico para toda equipe que vai a campo é fundamental para que a entrevista alcance um bom nível de eficiência. As conferências do trabalho de campo e de seus resultados associados contribuem na garantia de uma qualidade padrão para a pesquisa.

A validade refere-se à precisão do instrumento em medir o que se propõe a medir (PERROCA & GAIDZINSKI, 1998). A validação independente de uma amostra aleatória das entrevistas por um membro terceiro, e não pelo pessoal gerencial que conduziu as entrevistas, aumenta a confiabilidade dos resultados (DIAMOND, 2011). A apreciação de um júri especialista, mencionado por Rubio et al. (2003) como uma validação de conteúdo lógico, consiste no processo mais rigoroso que emprega um painel de especialistas da área da pesquisa para avaliar o conteúdo da medição.

Gil (2008) apontou que “o pré-teste do instrumento de coleta de dados tem por objetivo assegurar-lhe validade e precisão.”. O pré-teste é feito para detectar e reparar problemas como questões ambíguas ou de respostas difíceis, bem como itens bem redigidos que poderiam gerar interpretações diferentes dos anseios do pesquisador (VISSER et al, 2000). O pré-teste deve assegurar que o documento de questões esteja bem elaborado, sobretudo no que se refere a clareza e precisão dos termos, introdução do questionário e forma, desmembramento e ordem das questões (GIL, 2008). De acordo com Visser et al. (2000), o pré-teste ainda pode fornecer informações sobre as prováveis taxas de resposta, o custo e o prazo da coleta de dados, a eficácia da organização do trabalho de campo e o nível de habilidade da equipe de coleta de dados.

2.11.7 Apresentação dos dados de um *survey*

A fim de conferir sentido a grandes volumes de dados, os números brutos precisam ser transformados em algo inteligível, como um gráfico ou uma imagem (KASUNIC, 2005). Essas ferramentas facilitam o entendimento de uma análise.

A princípio, para que os dados possam ser adequadamente analisados, torna-se necessário organizá-los mediante o agrupamento de suas categorias (GIL, 2008).

2.12 Tratamento Estatístico para *Surveys*

Devido ao tempo, ao custo e a outros fatores, os dados são coletados a partir de uma pequena porção do grupo, ou seja, a amostra, que representa o subconjunto de uma população, a qual consiste no conjunto de todos os elementos de interesse em um estudo (ANDERSON et al., 2003). Por isso, é importante distinguir os dois principais métodos de amostragem: a probabilística e a não probabilística.

A amostragem não probabilística depende unicamente de critérios estipulados pelo pesquisador, como por exemplo, os métodos por acessibilidade, por tipicidade e por cotas (GIL, 2008). Pires (2008) definiu que nas amostras não probabilísticas, a sua seleção é feita a partir da experiência do pesquisador no campo de pesquisa. Gil (2008) avalia que amostragem probabilística constitui aquela que é rigorosamente científica, pois apresenta fundamentação matemática ou estatística. Babbie (2003) enfatizou que os exemplos de desenhos de *surveys* com amostragem probabilística são: aleatória simples, sistemática, estratificada, por conglomerado e por etapas.

A maioria das informações estatísticas presentes nas publicações consiste de dados reunidos e apresentados de forma clara, então, esses sumários tabulares, gráficos ou numéricos constituem na estatística descritiva (ANDERSON et al., 2003). *American Statistical Association* (1998) determinou que um *survey* é concebido para fornecer uma estimativa do verdadeiro valor de uma ou mais características de uma população em um dado momento. Desse modo, a Gilliland & Melfi (2010) apontaram que a margem de erro é utilizada para delimitar o erro presente na estimativa.

As medidas de tendência central são valores que, de certa forma, e maneira condensada, trazem consigo informações contidas nos dados estatísticos amostrais ou populacionais, por exemplo, a média, moda e mediana (SALSA et al., 2005).

Referências

AGENCIA FIEP. **Projeto articulado pelo sistema FIEP é finalista do prêmio planeta casa**. 2010. Disponível em: <<http://www.agenciafiiep.com.br/noticia/projeto-articulado-pelo-sistema-fiep-e-finalista-do-premio-planeta-casa/>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

_____. **Grupo de trabalho quer normatizar o sistema de wood frame**. 2015. Disponível em: <www.agenciafiiep.com.br/noticia/grupo-de-trabalho-quer-normatizar-o-sistema-de-wood-frame/>. Acesso em: 01 jun. 2017.

ALVES, A. G. M. P.; SILVA, C. A. V.; SANTOS JUNIOR, E. R.; MOISÉS, L. G.; PEREIRA, M. C. S.; BREMER, O. A. **Florestamento na região Sul do Brasil** – uma análise econômica. Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul (BRDE). Porto Alegre: BRDE, 2003. 51 p.

AMERICAN STATISTICAL ASSOCIATION (ASA). What Is a margin of error? In: ASA (org.). **What is a Survey?** ASA Series. Alexandria: ASA, 1998. 12 p.

ANDERSON, D. R.; SWEENEY, D. J.; WILLIAMS, T. A. **Estatística aplicada à administração e economia**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 642 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). **Estudo setorial 2009**: ano base 2008. Brasília: ABIMCI, 2009. 33 p.

_____. **Estudo setorial 2013**: ano base 2012. Curitiba: ABIMCI, 2013. 127 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico 2013**: ano base 2012. Brasília: ABRAF, 2013. 148 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (ABRAMAT). **A cadeia produtiva da construção e o mercado de materiais**. São Paulo: FGV-Projetos/ABRAMAT, 2007. 30 p.

BABBIE, E. **Métodos de pesquisas de survey**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2003. 519 p.

BACHA, C. J. C. O sistema agroindustrial da madeira no Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 4, p. 975-993, 2001.

BHATTACHERJEE, A. **Social science research**: principles, methods, and practices. 2 ed. Estados Unidos: CreateSpace, 2012. 156 p.

BLEUEL, W. Information differences between closed-ended and open-ended survey questions for high-technology products. **Journal of Technology Research**, Ponte Vedra Beach, v. 6, p. 1-10, 2015.

BOARDMAN, B. **Home truths**: low-carbon strategy to reduce UK housing emissions by 80% by 2050. Oxford: University of Oxford, 2007. 111 p.

BOWYER, J. L. Environmental implications of wood production in intensively managed plantations. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 318-333, 2001.

BRANCATO, G.; MACCHIA, S.; MURGIA, M.; SIGNORE, M.; SIMEONI, G.; BLANKE, K.; KÖRNER, T.; NIMMERGUT, A.; LIMA, P.; PAULINO, R.; HOFFMEYER-ZLOTNIK, J. H. P. **Handbook of recommended practices for questionnaire development and testing in the european statistical system**. Europa: European Commission Grant Agreement, 2006. 142 p.

BRITTEN, N. Qualitative interviews in healthcare. In: POPE, C.; MAYS, N. (eds.) **Qualitative research in healthcare**. 2 ed. Londres: BMJ, 1999. Capt. 2. p. 11-19.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.). Cadeia produtiva de madeira. **Agronegócios**. v. 6. Brasília: IICA / MAPA / SPA, 2007. 84 p.

BUCK, D.; WANG, X.; HAGMAN, O.; GUSTAFSSON, A. Comparison of different assembling techniques, regarding cost, durability, and ecology – a survey of multi-layer wooden panel assembly load-bearing construction elements. **Bioresources**, Raileigh, v. 10, n. 4, p. 8378-8396, 2015.

BUNGE, M. **Epistemologia**: curso de atualização. 2. ed. São Paulo: T.A. Queiroz / EDUSP, 1980. 246 p.

BURGESS, T. F. **A general introduction to the design of questionnaires for survey research**. Leeds: University of Leeds, 2001. 27 p.

BYSHEIM, K.; NYRUD, A. Q. Norwegian architects' and civil engineers' attitudes to wood in urban construction. In: THE FINAL CONFERENCE OF COST ACTION E53, 2010, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh: COST, 2010. p. 1-8.

CAMPOS, E. F.; PUNHAGUI, K. R. G.; JOHN, V. M. Emissão de CO₂ do transporte da madeira nativa da Amazônia. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 157-172, 2011.

CANADIAN WOOD COUNCIL (CWC). **Le bois, écologique par essence**: renouvelable, durable et viable. Ottawa: CWC / FPAC, 2002. 20 p.

CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118, 2005.

CLAUSEN, C. A.; GLASS, S. V. **Build green**: wood can last for centuries. Madison: Forest Products Laboratory, 2012. 24 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **A indústria brasileira no caminho da sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2012. 47 p

CORTEZ-BARBOSA, J.; INO, A.; SHIMBO, I. Sustainable indicators in the productive cycle of reforested wood housing. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 26., 2000, Whistler. **Proceedings of WCTE 2000**. 7 p.

CÔTÉ JUNIOR, W. A. The structure of wood and the wood cell wall. In: KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JUNIOR, W. A. **Principles of wood science and technology: Solid Wood**. v. 1, Berlim: Springer-Verlag, 1968. Capt. 1. p. 1-54.

DAMETTE, O.; DELACOTE, P. Unsustainable timber harvesting, deforestation and the role of certification. **Ecological Economics**, Amsterdam v. 70, n. 2011, p. 1211-1219, 2011.

DAWSON, C. **Practical research methods: a user-friendly guide to mastering research**. Oxford: How to Books, 2002. 158 p.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016.

DE LEEUW, E. D. **Data quality in mail, telephone, and face to face surveys**. Amsterdam: TT-Publikaties, 2002. 169 p.

DIAMOND, S. S. Reference guide on survey research. In: FEDERAL JUDICIAL CENTER. **Reference manual on scientific evidence**. 3 ed. Washington: The National Academies Press, 2011. p. 359-423.

DODOO, A.; GUSTAVSSON, L.; SATHRE, R. Carbon implications of end-of-life management of building materials. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 53, n. 5, p. 276-286, 2009.

DOHRENWEND, B. Some effects of open and closed questions on respondents' answer. **Human Organization**, Oklahoma City, v. 24, n. 2, p. 175-184, 1965.

DOYLE, J. K. Face-to-Face Surveys. In: EVERITT, B. S.; HOWELL, D. (eds.). **The encyclopedia of statistics in behavioral science**. v.1. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 2005. 2352 p.

EVANS, J. History of tree planting and planted forests. EVANS, J. (Ed.) **Planted forests: uses, impacts & sustainability**. Roma: FAO-UN/CABI, 2009(a). Capt. 9. p. 5-22.

_____. Summary and conclusions. EVANS, J. (Ed.) **Planted Forests: uses, impacts & sustainability**. Roma: FAO-UN/CABI, 2009(b). Capt. 9. p. 141-154.

FALK, R. H. Wood as a sustainable building material. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook – wood as an engineering material**. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt. 1. p. 1-6.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). Levantamento inédito mostra déficit de 6,2 milhões de moradias no Brasil. **Portal FIESP**. 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/levantamento-inedito-mostra-deficit-de-62-milhoes-de-moradias-no-brasil/>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

FEYNMAN, R. What is science? **The Physics Teacher**, College Park, v. 7, p. 313-320, 1968.

FODDY, W. **Constructing questions for interviews and questionnaires: theory and practice in social research**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. 228p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO-UN). **Global forest resources assessment 2010**. FAO Forest Paper. n.163. Roma: FAO-UN, 2010a. 378 p.

_____. **Global forest resources assessment: FRA 2010 maps and figures**. 2010b. Disponível em: <<http://www.fao.org/forest-resources-assessment/past-assessments/fra-2010/maps-and-figures/en/>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

FIELDING, N. G. Qualitative Interviewing. In: GILBERT, N. **Researching social life**. Londres: Sage Publications, 1996. Capt. 8. p. 135-153.

FONTANA, A.; FREY, J. H. Interviewing: the art of science. In: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (eds.) **The handbook of qualitative research**. Thousand Oaks: Sage Publications, 1994. Capt. 22. p. 361-376.

FRECHTLING, J. (ed.). **The 2002 user-friendly handbook for project evaluation**. Arlington: National Science Foundation, 2002.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.

GILL, P.; STEWART, K.; TREASURE, E.; CHADWICK, B. Methods of data collection in qualitative research: interviews and focus groups. **British Dental Journal**, Londres, v. 204, 2008. p. 291-295.

GILLILAND, D.; MELFI, V. A Note on confidence interval estimation and margin of error. **Journal of Statistics Education**, Londres, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2010.

GOLD, S.; RUBIK, F. Consumer attitudes towards timber as a construction material and towards timber frame houses – selected findings of a representative survey among the German population. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 17, n. 2, p. 303-309, 2009.

GOODE, W. J.; HATT, P. K. **Métodos em pesquisa social**. 3. ed. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1969. 490 p.

GOVERSE, T.; KEKKERT, M. P.; GROENEWEGEN, P.; WORRELL, E.; SMITS, R. E. H. M. Wood innovation in the residential construction sector: opportunities and constraints. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 53-74, 2001.

GUGGEMOS, A. A.; HORVATH, A. Decision-support tool for assessing the environmental effects of constructing commercial buildings. **Journal of Architectural Engineering**, Reston, v. 12, n. 4, p. 187-195, 2006.

GUSTAVSSON, L.; SATHRE, R. Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials. **Building and Environment**, Oxford, v. 41, n. 7, p. 940-951, 2006.

HAMILTON-MACLAREN, F.; LOVEDAY, D. L.; MOURSHED, M. Public opinions on alternative lower carbon wall construction techniques for UK housing. **Habitat International**, Amsterdam, v. 37, n. 2013, p. 163-169, 2013.

HAND, D. J. Sampling. In: ADÈR, H. J.; MELLENBERGH, G. J. **Advising on research methods: a consultant's companion**. Huizen: Johannes van Kessel, 2008. p. 183-210.

HIRAMATSU, A.; TAMURA, S.; OISO, H.; KOMODA, N. Method for Atypical Opinion Extraction from Answers in Open-ended Questions. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTATIONAL CYBERNETICS, 2., 2004, Viena. **2004 Proceedings...** Viena: IEEE, 2004. p. 273-278.

HOEFLICH, V. A. **Desenvolvimento florestal sustentável: requerimentos de uma sociedade**. n. 138. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 38 p.

HÖÖK, M. **Timber volume element prefabrication: production and market aspects**. 2005. 163 p. Dissertação (Mestrado em Licenciatura) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Luleå University of Technology, Luleå, 2005.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **IBÁ 2016**. Relatório anual. São Paulo: Ibá, 2016. 96 p.

INO, A. Classificação de sistemas construtivos em madeira: alguns exemplos de construção de madeira para habitação no Brasil. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 4., 1992, São Carlos. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 1992. p. 13-28.

KASUNIC, M. **Designing an effective survey**. Hanscom: SEI, 2005. 133p.

KROSNICK, J.A.; PRESSER, S. Question and questionnaire design. In: MARSDEN, P. V.; WRIGHT, J. D. **Handbook of survey research**. 2. ed., Bingley: Emerald Publishing, 2010. Capt 9. p. 264-313.

LARA PALMA, H. A.; BALLARIN, A. W. Propriedades físicas e mecânicas de painéis LVL de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 3, p. 559-566, 2011.

LAVOIE, P. Green Building Trends Are Advancing Wood as a Building Material. In: WAHL, A (Ed.). **Wood market trends in Europe**. SP-49. Trend 3. Vancouver: FPInnovations, 2008. Capt. 3. p. 9-12.

LENZEN, M.; TRELOAR, G. Embodied energy in buildings: wood versus concrete - reply to Börjesson and Gustavsson. **Energy Policy**, Amsterdam, v. 30, n. 2002, p. 249-255, 2002.

LLOYD, B. Leadership and knowledge management. **Leadership & Organization Development Journal**, Bingley, v. 23, n. 5, p. 1-11, 2002.

LONGUE JUNIOR, D.; COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 429-438, 2013.

LOOSVELDT, G. Face-to-face interviews. In: DE LEEUW, E. D.; HOX, J. J.; DILLMAN, D. A. (eds.). **International handbook of survey methodology**. Capt. 11. Nova Iorque: Lawrence Erlbaum / Taylor&Francis, 2008. p. 201-220.

LUNDELL, M. Clear-cutting or selection cutting – which method allows most life in the forest? **Sustainability – Journal from the Swedish Research Council Formas**, Estocolmo, v. 4, 2013.

LYONS, A. **Materials for Architects & Builders**. 4 ed. Burlington / Oxford: Butterworth-Heinemann / Elsevier, 2010. 420 p.

KOLLMANN, F. F. P. Wood Machining. In: KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JUNIOR, W. A. **Principles of wood science and technology**: Solid Wood. v. 1, Berlim/Nova Iorque: Springer-Verlag, 1968. Capt. 6. p. 475-554.

MACDONALD, S.; HEADLAM, N. **Research Methods Handbook**: introductory guide to research methods for social research. Manchester: Centre for Local Economic Strategies, 2011. 72 p.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.

_____. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2002. 282 p.

MARTINS, G. A. Sobre confiabilidade e validade. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, São Paulo, v. 8, n. 20, p. 1-12, 2006.

MATHERS, N.; FOX, N.; HUNN, A. **Surveys and questionnaires**. Sheffield: NIHR-RDS / Yorkshire & the Humber, 2009. 48 p.

MELLO, R. L. **Projetar em madeira**: uma nova abordagem. 2007. 195 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MEYER-BOHE, W. **Prefabricación**: manual de la construcción de piezas prefabricadas. Barcelona: Editorial Blume, 1967. 191 p.

MILLER, R. L.; BREWER, J. D. **The a-z of social research**: a dictionary of key social science research concepts. Londres: Sage Publications, 2003. 346 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Produtos madeireiros e não madeireiros**. Brasília: 2013. Disponível em: <www.mma.gov.br/florestas/manejo-florestal-sustent%C3%A1vel/produtos-madeireiros-e-n%C3%A3o-madeireiros>. Acesso em: 01 jun. 2017.

MORGADO, L.; GUEDES, M. C.; FERREIRA, J. G.; CRUZ, H. Classificação de sistemas de construção em madeira para habitação. In: CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, 4., 2012, Coimbra. **Anais...** Coimbra: 2012, p. 1-12.

_____; PEDRO, J. B. **Caracterização da oferta de casas de madeira em Portugal**: inquérito às empresas de projecto, fabrico, construção e comercialização. Relatório 118/2011 – NAU. Lisboa: LNEC, 2011. 173 p.

NENNEWITZ, I.; NUTSCH, W.; PESCHEL, P.; SEIFERT, G. **Manual de tecnologia da madeira**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2008. 354 p.

NEPAL, P.; GRALA, R. K.; GREBNER, D. L. Financial feasibility of increasing carbon sequestration in harvested wood products in Mississippi **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 14, n. 2012, p. 99-106, 2012.

NOGUEIRA, O. **Pesquisa social**: introdução às suas técnicas. São Paulo: Editora Cia. Nacional, 1968. 209 p.

OTTITSCH, A.; KACZMAREK, K.; KAZUSA, L.; RAAE, K. **Study on the issues of illegal logging and related trade of timber and other forest products issues in Europe**. Varsóvia: MCPFE-LU, 2004. 67 p.

PERROCA, M. G.; GAIDZINSKI, R. R. Sistema de classificação de pacientes: construção e validação de um instrumento. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 153-168, 1998.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de madeira**. 6 ed. São Paulo: LTC, 2003. 241 p.

PELLAS, C. N.; BLOCH, A.; SEALE, C. Interviews, questionnaires and observation. In: SEALE, C. **Researching society and culture**. Londres: SAGE Publications, 2011. Capt 11. p. 181-205.

PIQUÉ DEL POZO, J. (Org.). **Manual de diseño para maderas del grupo andino**. 1 ed. Lima: Junta Del Acuerdo de Cartagena / PADT REFORT, 1984. 594 p.

PIRES, A. P. Amostragem e pesquisa qualitativa: ensaio teórico e metodológico. In: POUPART, J.; DESLAURIERS, J. P.; GROULX, L. H.; LAPEMÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. P. (orgs.). **A pesquisa qualitativa**: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Editora Vozes, 2008. p. 154-211.

PROFFT, I.; MUND, M.; WEBER, G. E.; WELLER, E.; SCHULZE, E. D. Forest management and carbon sequestration in wood products. **European Journal of Forest Research**, Heidelberg, v. 128, n. 4, p. 399-413, 2009.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

QU, M.; PELKONEN, P.; TAHVANAINEN, L.; AREVALO, J.; GRITTEN, D. Experts' assessment of the development of wood framed houses in China. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 31, p. 100-105, 2012.

REJA, U.; MANFREDA, K. L.; HLEBEC, V.; VEHOVAR, V. Open-ended vs. Close-ended Questions in Web Questionnaires. In: FERLIGOJ, A.; MRVAR, A. (eds). **Developments in applied statistics**. Ljubljana: FDV, 2003. p. 159-177.

RHODES, D.; STEPHENS, M. Planted forest development in Australia and New Zealand: comparative trends and future opportunities. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Christchurch, v. 44, n. 1, p. 1-14, 2014.

ROCHA, A. P. **Grupo de trabalho quer homologar construção em light wood frame na Caixa**. 9 set. 2009. Disponível em: <www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/fabricantes-e-projetistas-querem-homologar-construcao-em-light-wood-frame-151379-1.asp>. Acesso em: 01 jun. 2017.

ROSSI, P. H.; WRIGHT, J. D.; ANDERSON, A. B. Sample surveys: history, current practice, and future prospects. In: ROSSI, P. H.; WRIGHT, J. D.; ANDERSON, A. B. **Handbook of survey research**. San Diego: Academic Press, 1983. p. 1-20.

RUBIO, D. M.; BERG-WEGER, M.; TEBB, S. S.; LEE, E. S.; RAUCH, S. Objectifying content validity: conducting a content validity study in social work research. **Social Work Research**, Washington, v. 27, n. 2, p. 94-104, 2003.

SALSA, I. S.; MOREIRA, J. A.; PEREIRA, M. G. Medidas de tendência central: média, mediana e moda. In: SALSA, I. S. **Matemática e realidade: interdisciplinar**. 2. ed. Natal: Editora da UFRN, 2005. p. 1-19.

SANTIAGO, F. Financiamento de casas que fogem da alvenaria convencional. **Arquitetura & Construção**. 30 jan 2012. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/financiamento-de-casas-que-fogem-da-alvenaria-convencional>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

SCHEUREN, F. **What is a survey?** Alexandria: American Statistical Association, 2004. 68 p.

SCHUMAN, H. Two sources of anti-war sentiment in America. **American Journal of Sociology**, Chicago, v. 78, p. 513-536, 1972.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Produção florestal**. Brasília: 2013. Disponível em: <www.florestal.gov.br/snif/producao-florestal/producao>. Acesso em: 01 jun. 2017.

SINISCALCO, M. T.; AURIAT, N. Questionnaire design. In: ROSS, K. N. (ed). **Quantitative research methods in education planning**. Módulo 8. Paris: IIEP/UNESCO, 2005. 85 p.

SOBRAL, L.; VERÍSSIMO A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal do Estado de São Paulo**. Belém: Imazon, 2002. 72 p.

SPURR, S. H.; VAUX, H. J. Timber: biological and economic potential. **Science**, Washington, v. 191, n. 4228, p. 752-756, 1976.

SZÜCS, C. P. **Sistema Stella-UFSC: avaliação e desenvolvimento de sistema construtivo em madeira de reflorestamento voltado para programas de habitação social**. Relatório Final de Pesquisa. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2004. 87 p.

TEIXEIRA-TRIGO, J. A. **Tecnologia da construção de habitação**. Memória 507. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 1978. 21 p.

TEWKSBURY, R. Qualitative versus quantitative methods: understanding why qualitative methods are superior for criminology and criminal justice. **Journal of Theoretical and Philosophical Criminology**, Terre Haute, v. 1, p. 38-58, 2009.

TYKKÄ, S.; MCCLUSKEY, D.; NORD, T.; OLLONQVIST, P.; HUGOSSON, M. ROOS, A.; UKRAINSKI, K.; NYRUD, A. Q.; BAJRIC, F. Development of timber framed firms in the construction sector – Is EU policy one source of their innovation? **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 12, n. 3, p. 199-206, 2010.

UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UNECE). **Forest products: annual market review 2013-2014**. n.36. Genebra: FAO-UN, 2014. 136 p.

VALDÉS, S. G.; PERALTA, L. G.; LANYON, F. R. Modelo de innovación estratégico de negocios aplicado a viviendas de madera en Chile. **Revista Ingeniería Industrial**, Concepción, v. 14, n. 3, p. 65-79, 2015.

VALÉRIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F.; DOS SANTOS, R. T.; BRANDELERO, C.; KOEHLER, H. S. Quantificação de Resíduos e rendimento no desdobro de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 387-398, 2007.

VALVERDE, S. R.; MAFRA, J. W. A.; MIRANDA, M. A.; SOUZA, C. S.; VASCONCELOS, D. C. **Silvicultura brasileira – oportunidades e desafios da economia verde**. Rio de Janeiro: FBDS, 2012. 40 p.

VIEIRA, R. S.; LIMA, J. T.; SILVA, J. R. M.; HEIN, P. R. G.; BAILLÈRES, H.; BARAÚNA, E. E. P. Small wooden objects using eucalypt sawmill wood waste. **BioResources**, Raileigh, v. 5, n. 3, p.1463-1472, 2010.

VISSER, P. S.; KROSNICK, J. A.; LAVRAKAS, P. Survey research. In: REIS, H. T.; JUDD, M. **Handbook of research methods in social psychology**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2000. Capt 9. p. 223-252.

VOGTLÄNDER, J.; VAN DER LUGT, P.; BREZET, P. The sustainability of bamboo products for local and western European applications. LCAs and land-use. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 18, n. 2010, p. 1260-1269, 2010.

WAHL, A (Ed.). **Wood market trends in Europe**. SP-49. Trend 3. Vancouver: FPInnovations, 2008. 40 p.

WEGENER, G.; PAHLER, A. **Building with wood** = the active form of climate protection. Center of Life and Food Sciences Weihenstephan, Technische Universität München. Munique: Holzforschung München, 2011. 21 p.

WHERRY, G.; BUEHLMANN, U. Product life cycle of the manufactured home industry. **BioResources**, Raileigh, v. 9, n. 4, p. 6652-6668, 2014.

WIEDENHOEFT, A. Structure and function of wood. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook** – wood as an engineering material. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt 3. p. 1-18.

WIEMANN, M. C. Characteristics and availability of commercially important woods. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook** – wood as an engineering material. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt 2. p. 1-45.

WONG, J. K. W.; LI, H.; WANG, H.; HUANG, T.; LUO, E.; LI, V. Toward low-carbon construction processes: the visualisation of predicted emission via virtual prototyping technology. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 33, p. 72-78, 2013.

WU, H. J.; YUAN, Z. W.; ZHANG, L.; BI, J. Life cycle energy consumption and CO₂ emission of an office building in China. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, Londres, v. 17, n. 2, p. 105-118, 2012.

XIA, B.; O'NEILL, T.; ZUO, J.; SKITMORE, M.; CHEN, Q. Perceived obstacles to multi-storey timber-frame construction: an Australian study. **Architectural Science Review**, Londres, v. 57, n. 3, p. 169-176, 2014.

YU, D.; TAN, H.; RUAN, Y. A future bamboo-structure residential building prototype in China: Life cycle assessment of energy use and carbon emission. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 43, n. 10, p. 2638-2646, 2011.

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva de madeira serrada de eucalipto para produção sustentável de habitações**. 2001. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Áreas de Estudo

O estudo foi conduzido especificamente no Brasil, com o intuito de avaliar o seu setor produtivo de casas de madeira. Em razão da concentração maciça dessas empresas nos Estados do Sul e Sudeste (Figura 5), foi realizado um recorte visando aglutinar um elevado porcentual de empresas avaliadas de um modo viável, ou seja, compatível com os recursos disponíveis pelo pesquisador-entrevistador.

Desse modo, a pesquisa foi realizada em cinco Estados dessas duas regiões (São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul) e no Distrito Federal, em virtude dos seguintes fatores: maior quantidade de produtores situados na respectiva área destacada na Figura 5; importância econômica dessa região para o Brasil; proximidade geográfica ao entorno do Estado de São Paulo, aonde se situa Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo; e a redução nos custos de traslado para as visitas nas empresas avaliadas.

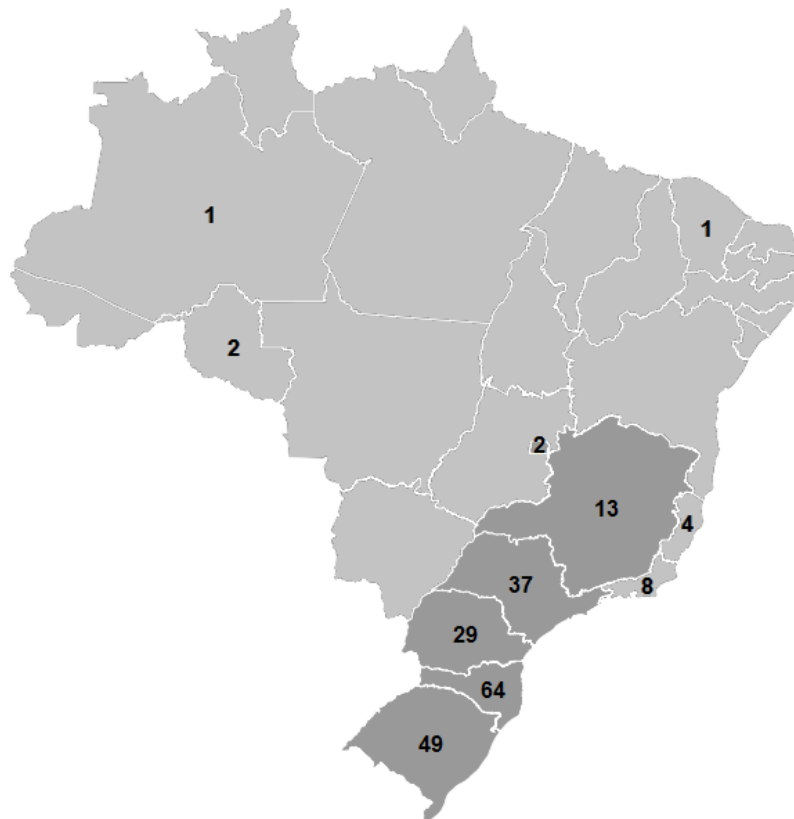


Figura 5: Localização e quantidade dos produtores de casas de madeira no Brasil.

Fonte: inserção de dados por este autor em um mapa “clean” de Menegaz (2007).

3.2 Materiais

A respectiva pesquisa utilizou especificamente como material:

- a) Empresas: compostas pelos fabricantes de habitações em madeira situados no território brasileiro, representadas por seus sócios, proprietários e diretores (pessoas-jurídicas);
- b) Formulário: documento para a obtenção e registro das informações, o qual foi preparado, validado e, posteriormente, aplicado nessas empresas;
- c) Material bibliográfico: documentos oficiais de caráter governamental, técnico ou científico e catálogos e manuais técnicos e de divulgação obtidos junto às empresas avaliadas para elucidar e coletar informações sobre as mesmas.

3.3 Buscas em *Websites* Corporativos

No que diz respeito às áreas de estudo supracitadas, o método utilizado para a prospecção, listagem e checagem das empresas produtoras de casas de madeira no Brasil foi representado pelas buscas em seus *websites* corporativos. O enfoque dessa etapa consistiu em verificar a quantidade dos produtores situados no território brasileiro e estimar a quantidade total dos mesmos, ao passo que nenhuma entidade de classe representa oficialmente esse setor. A dificuldade em encontrar uma lista oficial dessas empresas foi observada nos dois únicos trabalhos sobre o tema, os quais sequer identificaram os nomes e as localizações das mesmas. Sobral et al. (2002) e Punhagui (2014) relataram somente a quantidade aproximada de empresas desse setor para aqueles períodos de realização de seus estudos para o Estado de São Paulo e Brasil, respectivamente. Diante desse obstáculo, o início deste estudo originou na formação de uma primeira listagem oficial desses produtores, declarando os seus respectivos nomes e as suas localizações (Apêndice E), estabelecendo um marco divisório para entender o setor produtivo brasileiro de habitações em madeira. Essa etapa permitiu que uma área de estudo real pudesse ser entendida e definida geograficamente para conduzir *surveys* desse setor, para este e futuros estudos.

Devido à existência de informações nos *websites* corporativos das empresas avaliadas, a metodologia de buscas também foi utilizada para coletar dados de suas técnicas construtivas e das espécies de madeira empregadas por esses produtores.

3.4 Entrevistas

Esta pesquisa foi conduzida mediante a aplicação de uma técnica híbrida de entrevistas pessoais baseadas em *survey*, ou seja, uma pesquisa por amostragem que avaliou dados qualitativos e quantitativos (Figura 6). A seleção dessa técnica metodológica mista ocorreu por conta da grande escassez de informações textuais e estatísticas do setor de habitações de madeira no Brasil. A técnica mista possibilita a utilização de duas fontes de coletas de dados distintas, as quais podem elucidar os dados obtidos nas duas perspectivas informacionais, isto é, número e texto.



Figura 6: Design do método-misto de amostragem utilizado neste estudo.

Em relação à forma da coleta de dados, a sua metodologia ocorreu mediante uma pesquisa de campo do tipo quantitativo-descritiva que, segundo Tripodi et al. (1975), consiste em “investigações de pesquisa empírica cuja finalidade é a análise ou delineamento das características de fatos ou fenômenos, avaliação de programas ou o isolamento de variáveis principais, mediante o uso de técnicas de amostragem”.

Especificamente, a pesquisa de campo quantitativo-descritiva utilizada nesta pesquisa consistiu em um estudo de verificação de hipótese, o qual de acordo com Tripodi et al. (1975), referem-se àquelas que contém hipóteses explícitas que devem ser verificadas, pois derivam-se da teoria, ou seja, podem consistir em declarações de duas ou mais variáveis, sem referência a uma relação entre elas.

A metodologia de entrevista selecionada foi a estruturada do tipo pessoal, ou seja, mediante um encontro formal face-a-face entre o entrevistador (autor da tese) e os entrevistados, caracterizados pelos proprietários das empresas que produzem casas de madeira no Brasil. As entrevistas seguiram um roteiro padrão previamente estabelecido por um formulário. A aplicação do formulário seguiu um interrogatório feito pessoalmente com esses empresários, com o intuito de esclarecer quaisquer dúvidas do conteúdo textual do formulário, visando o entendimento pleno de todas as questões pelos entrevistados e uma maior recepção de respostas completas.

Essa situação de possibilidade de esclarecimentos e de elucidações não ocorre nas entrevistas por correio ou por *internet*, o que poderia gerar dúvidas e interpretações indevidas por parte dos entrevistados sem esse tipo de suporte direto.

A condução desta pesquisa foi transversal, ou seja, com dados válidos para um ano específico, envolvendo o período de doze meses compreendido entre 01 de Janeiro a 31 de Dezembro de 2015. A pesquisa foi realizada exclusivamente junto aos produtores de casas de madeira, isto é, não foram considerados as empresas não produtoras dessas habitações (montadoras de kits, consultorias e escritórios de projetos arquitetônicos e estruturais de madeira) e os fornecedores e indústrias de insumos e matérias-primas construtivas (serrados, esquadrias, painéis, etc.).

Simultaneamente, algumas entrevistas semiestruturadas ocorreram de modo excepcional, ou seja, encontros informais sem o uso de um roteiro pré-estabelecido para a elucidação de questões pontuais e obtenção de contatos de empresários. Em todos os casos, essas interlocuções informais foram designadas de recortes restritos da temática relacionada à pesquisa, ou seja, não envolveu diretamente o uso desse formulário padrão aplicado aos empresários. Esses encontros ocasionais incluíram estritamente outros atores das cadeias florestal-madeireira e da construção civil, ou seja, representantes de associações de classe, consultores, industriais e diretores de empresas de insumos produtivos, acadêmicos, pesquisadores, etc. Em resumo, as respostas e opiniões obtidas nas entrevistas extraordinárias não geraram dados e serviram somente para contrastar e explicar questionamentos e limitações pontuais.

Outro fator que contribuiu para a realização de uma pequena parcela dessas entrevistas, especialmente com empresários de regiões mais distantes, consistiu na visitação presencial em eventos técnicos e científicos dos setores da construção civil e da madeira. A Tabela 4 ilustra esses eventos indicando os seus nomes e tipos (caráter do evento) e os seus locais e períodos (ano) de realização. Essa estratégia adotada possibilitou na avaliação de sete das empresas estudadas, ao passo que os seus empresários também participavam desses eventos específicos.

Além disso, a participação do entrevistador nesses eventos também foi crucial para a descoberta de diversas informações e peculiaridades sobre o setor avaliado nesta pesquisa, bem como auxiliou na realização das entrevistas informais com outros atores da cadeia florestal-madeireira e na obtenção de indicações de contatos de algumas empresas produtoras de habitações de madeira.

Tabela 4: Eventos na área da tecnologia, madeira, construção e casas de madeira.

Ano	Local	Tipo	Nome do Evento
2013	BR	E	II ENCOTEC: Encontro Tecnológico de Marcas e Patentes
2013	BR	P	Palestra sobre o Parque Tecnológico de São José dos Campos
2013	BR	F	Construction Expo 2013: II Feira Internacional de Edificações
2013	BR	S	I Simpósio Madeira & Construção
2013	BR	F	ExpoMadeira & Construção: Construções com Madeira de Floresta Plantada
2014	BR	E	XIV EBRAMEM: Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas em Madeira
2014	BR	U	CLT: Curso de Formação para Projetistas de Edifícios
2014	BR	E	V ENINC: Encontro Nacional para a Inovação na Construção Civil
2014	BR	S	II Simpósio Madeira & Construção
2014	BR	S	IV SIMATEF: Simpósio do Meio Ambiente e Tecnologia Florestal
2014	BR	C	I CTFlor: I Congresso de Ciência e Tecnologia Florestal
2014	BR	F	XX Feicon-Batimat: Salão Internacional da Construção
2014	BR	F	VI ForMóbile: Feira Internacional de Fornecedores da Indústria da Madeira
2014	BR	F	III ExpoForest: Feira Florestal Brasileira
2015	BR	X	Arquitetura da Madeira para o Século XXI
2015	BR	S	III Simpósio Madeira & Construção
2015	BR	F	XXI Feicon-Batimat: Salão Internacional da Construção
2015	BR	C	V Congresso Florestal Paranaense – Novas Tecnologias Florestais
2015	PT	N	Euro-ELECS: Latin-american-European Conference on Sustainable Building
2016	BR	C	II CTFlor: II Congresso de Ciência e Tecnologia Florestal e Ambiental
2016	BR	U	Ferramentas Genéticas para Identificação de Espécies Madeireiras
2016	BR	N	SWST 2016 – 59th Convention of Society of Wood Science and Technology
2016	BR	E	XV EBRAMEM: Encontro Brasileiro em Madeira e Estruturas em Madeira
2016	BR	F	LIGNUM – Feira da Transformação, Beneficiamento e Uso da Madeira
2016	BR	X	II ExpoMadeira & Construção: Construções com Madeira de Floresta Plantada
2016	BR	S	Seminário Habitação como Patrimônio Cultural
2016	BR	F	XXII Feicon-Batimat: Salão Internacional da Construção
2016	BR	P	La Sismicidad en el Ecuador
2016	BR	U	Construções Pré-fabricadas em Bambu
2016	AT	N	WCTE 2016 – World Conference on Timber Engineering
2016	AT	F	WCTE 2016 Exhibition Fair
2016	AT	F	International Wood Fair - Holz&Bau Klagenfurter
2017	BR	F	XXIII Feicon-Batimat: Salão Internacional da Construção
2017	AR	C	CIMAD: Congreso Ibero-latinoamericano de la Madera en la Construcción
2017	AR	C	CLEM: Congreso Latinoamericano de Estructuras en Madera
2017	BR	E	Arranha-céu em Madeira

F: feiras; S: simpósios; E: encontros; C: congressos; N: Conferências; U: Cursos;

M: Seminários; X: Exposições; BR: Brasil; PT: Portugal; AT: Áustria; AR: Argentina.

3.5 Preparação do Formulário

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre o setor produtivo de casas de madeira, tanto no nível brasileiro quanto estrangeiro. Essa fase resumiu na prospecção de informações (textuais, gráficas e ilustrativas) em livros, periódicos e artigos científicos, revistas e artigos técnicos, anais de congressos, leis, normas, documentos governamentais e páginas eletrônicas das empresas e de organizações relacionadas ao setor de casas de madeira. Para a averiguação e a obtenção de informações e de contatos de empresas fabricantes e de informações, estabeleceu-se uma conexão com alguns atores e profissionais da madeira e da construção, com o intuito de identificar empresas, interligar problemas, entender peculiaridades, etc.

No segundo caso, buscaram-se informações sobre esse mesmo setor nos países aonde a madeira é uma matéria-prima construtiva predominante para as residências, como por exemplo, Suécia, Finlândia, Noruega, Dinamarca, Alemanha, Áustria, Inglaterra, Itália, França, Rússia, Polônia, Canadá, Estados Unidos, Chile, Austrália e Nova Zelândia. O seu intuito seria promover contrastes e comparações.

Após essa verificação dos dados disponíveis sobre o tema, verificou-se certa ausência de dados específicos sobre esse setor produtivo, inclusive nos países com uma cultura tradicional em casas de madeira. No momento em que a sociedade atual vem discutindo fortemente sobre a sustentabilidade industrial e a utilização de materiais renováveis e naturais em produtos manufaturados, nota-se que esse setor ainda carece de esclarecimentos mais detalhados para a sua identificação e o seu posicionamento perante outros setores industriais no Brasil e em todo o mundo.

Porém, o Brasil tem apresentado poucos estudos aprofundados dentro desse contexto, o que limita o seu entendimento sobre o seu estado atual, bem como o conhecimento de suas dificuldades, tamanho, abrangência, entre outros aspectos. E mediante essa carência, este documento delimitou as informações necessárias para identificar e elucidar os principais fatores para a implantação de políticas públicas voltadas para o setor produtivo de casas de madeira no Brasil.

Um primeiro formulário foi montado pelo presente autor, com o intuito de obter dados para suprir essa necessidade e carência (Apêndice A), o qual foi refinado para ampliar a sua coleta de informações, bem como para apresentar um melhor questionamento (Apêndice B), até alcançar a sua versão definitiva destinada às entrevistas com os empresários (Apêndice C).

Em razão da abrangência do tema, a carência de dados e a necessidade de discussões voltadas para o setor em questão, a formatação desse formulário teve como foco principal aglutinar três grandes áreas com informações básicas sobre:

- a) Produto: informações básicas sobre as casas de madeira produzidas;
- b) Empresa: dados dos fabricantes dessas casas de madeira;
- c) Setor: dados do ramo produtivo de casas de madeira.

Essas três áreas principais foram criadas exclusivamente para selecionar e categorizar os dados coletados, buscando uma organização informacional eficiente para o seu respectivo esclarecimento e discussão ao decorrer deste documento. Por conta da amplitude de informações identificadas nas três temáticas, esta pesquisa apresentou um caráter híbrido, ou misto, apresentando questões dos tipos aberta e fechada, bem como respostas quantitativas e qualitativas.

3.5.1 Processos de preparação, pré-teste e validação do formulário

A primeira versão do formulário (Apêndice A) retratou as principais carências de dados verificados na etapa de pesquisa bibliográfica sobre o setor de habitações de madeira no Brasil. Essa versão inicial foi idealizada pelo autor da tese e contou com o auxílio complementar de um empresário do setor, um engenheiro industrial madeireiro com experiência na área da pesquisa e três professores doutores com formação e experiência em arquitetura e construção civil em madeira.

Essa primeira variante passou por um pré-teste em uma produtora de casas de madeira, que concordou em auxiliar no refino do formulário. Ao final da realização do pré-teste, diversos pontos foram anotados para aprimorar esse documento de questões. Uma segunda versão do formulário foi gerada (Apêndice B), mediante a colaboração do grupo de pessoas supracitado, somado a outros dois professores doutores alheios ao processo inicial, sendo um com experiência em Engenharia de Produção e o outro na área de derivados de madeira. Essa versão intermediária também foi submetida a um pré-teste, dessa vez, em duas empresas. Isso culminou em correções e eventuais inserções de questões e variáveis, as quais ocorreram com o suporte de uma plotagem dos resultados iniciais obtidos nas duas entrevistas. Mediante as considerações feitas pelos empresários e os resultados da validação, o grupo gestor, liderado pelo autor desta tese, refinou e ampliou o formulário com o fim de obter informações não contempladas nas versões anteriores (Apêndices A e B).

Essas informações extras se resumiram em questões não abordadas e identificadas pelos dois empresários participantes no segundo pré-teste. Assim, ao final desse período, uma terceira versão foi idealizada, baseada nas anteriores (Apêndice C). A versão final foi submetida ao grupo que indicou alterações pontuais, para assegurar um melhor entendimento por parte dos entrevistados. A etapa ainda contou com as participações de outro empresário do setor estudado e um gerente de um fornecedor internacional de suprimentos para serrarias, alheios ao processo, para a validação final. Após o aceite, o entrevistador iniciou a coleta de dados definitiva em campo.

3.5.2 Formulário definitivo

Durante a preparação do formulário, por intermédio de aspectos abordados na literatura das ciências sociais que tratam sobre as pesquisas amostrais (*survey*), a organização desse documento tornou-se um fator preponderante para sistematizar as opiniões do entrevistado e auxiliar no enfoque do processo de entrevista. Assim, as questões contidas no formulário final (Apêndice C) foram divididas nas áreas de: produto (Tabela 5), empresa (Tabela 6) e setor (Tabela 7). Especialmente na área de produto, com o fim de padronizar os dados coletados nessas empresas, optou-se por estabelecer uma direção das respostas das questões 3, 4, 5 e 8 para uma unidade habitacional de 100m² térrea (UH) para cada técnica disponível.

Tabela 5: Detalhamento das questões sobre produto contidas no formulário.

Questão	Dado Obtido	Tipo de Questão	Enfoque da Questão
01	QL	F	Índice porcentual da oferta de técnicas de casas de madeira
02	QL	F	Índice porcentual do acabamento oferecido
03	QN	A	Valores numéricos do tempo de execução de uma UH
04	QL	F	Índice porcentual do tipo de madeira e derivado utilizado por UH
05	QL	F	Índice porcentual da espécie de madeira utilizada nas UHs
06	QL	F	Índice porcentual da substituição das madeiras nativas utilizadas
07	QL	A	Índice porcentual da espécie exótica que substituiria a espécie nativa
08	QN	A	Valores numéricos do volume de madeira usado por UH
09	QN	A	Valores numéricos da faixa de custo por metro quadrado por técnica
10	QL	F	Índice porcentual médio das casas adquiridas pelos clientes
11	QL	F	Índice porcentual das dificuldades do produto produzido

QL: qualitativa; QN: quantitativa; A: aberta; F: fechada; UH: unidade habitacional

Tabela 6: Detalhamento das questões sobre empresa contidas no formulário.

Questão	Dado Obtido	Tipo de Questão	Enfoque da Questão
12	QN	A	Valores numéricos do volume de casas produzidas entre 2013 a 2015
13	QL	F	Índice percentual do mercado foco das casas vendidas
14	QL	F	Índice percentual do nível de industrialização da empresa
15	QL	F	Índice percentual da faixa de quantidade de empregados diretos
16	QL	F	Índice percentual do porte da empresa avaliada
17	QL	F	Índice percentual das dificuldades produtivas da empresa
18	QL	F	Índice percentual do uso de procedimentos, normas e diretrizes
19	QL	F	Índice percentual da posse pela empresa de certificações/selos
20	QL	F	Índice percentual de sua pretensão em obter certificações/selos
21	QL	F	Índice percentual de seu acesso a consultorias/assessorias
22	QL	F	Índice percentual do foco das consultorias/assessorias utilizadas
23	QL	F	Índice percentual da faixa da idade média de suas máquinas
24	QL	F	Índice percentual do porte (tamanho) de suas máquinas
25	QL	F	Índice percentual da existência e tipo de secagem em planta
26	QL	F	Índice percentual do curso de Engenharia Industrial Madeireira
27	QL	F	Índice percentual da disposição em contratar Engenheiros Madeireiros
28	QL	F	Índice percentual do emprego de profissionais graduados
29	QL	F	Índice percentual da terceirização de serviços de profissionais
30	QL	F	Índice percentual das demandas em relação à mão-de-obra
31	QL	A	Verificação do sequenciamento das etapas de produção dessa casa

QL: qualitativa; QN: quantitativa; QA: questão aberta; QF: questão fechada

Tabela 7: Detalhamento das questões sobre setor contidas no formulário.

Questão	Dado Obtido	Tipo de Questão	Enfoque da Questão
32	QL	F	Índice percentual do acesso às políticas e incentivos públicos
33	QL	F	Índice percentual do acesso a financiamento para expansão produtiva
34	QL	F	Índice percentual de convênio de financiamento de casa para o cliente
35	QL	F	Índice percentual de convênio de crédito para materiais de construção
36	QL	F	Índice percentual da participação em organizações madeireiras
37	QL	F	Índice percentual sobre a carência das organizações de classe
38	QL	F	Índice percentual da participação em eventos do setor avaliado
39	QL	F	Índice percentual das dificuldades presentes no setor avaliado
40	QL	A	Obtenção de dados extras para completar o direcionamento do estudo

QL: qualitativa; QN: quantitativa; A: aberta; F: fechada

3.6 Pesquisa de Campo

O plano de trabalho foi desenvolvido e aplicado conforme as disponibilidades dos empresários. A concentração desse plano em etapas por localidades, regiões ou estados visou menores custos de deslocamento rodoviário e de acomodação para o entrevistador responsável pela coleta de dados *in loco*. Mais de 50 mil quilômetros foram rodados até as empresas avaliadas (Apêndice D) e aos eventos (Tabela 4).

3.7 Digitalização dos Dados Coletados

Ao final da coleta de dados na pesquisa de campo junto aos produtores de casas de madeira avaliados, a digitalização de todas as informações constituiu em uma etapa morosa e complexa, cuja finalidade foi obter uma amostragem para cada eixo de pesquisa analisado. A plotagem dos dados obtidos neste *survey* seguiu o padrão indicado na Tabela 8, cujo foco é voltado para estudos de corte transversal (*cross-sectional*), que segundo Bryman et al. (2011), “são pesquisas sociais ou de observação estruturada em uma amostra em um ponto único no tempo”. Os valores e variáveis demonstrados (Tabela 8) indicam o objeto de estudo para o conjunto de empresas avaliadas. As respostas quantitativas são inseridas nas células referentes à empresa na variável analisada as células em branco resumem-se na inexistência do valor. E nas questões qualitativas, a declaração de cada variável corresponde ao preenchimento dessa célula analisada com o valor binário “1”, ou seja, a resposta se torna positiva para essa variável na empresa amostrada, enquanto que no caso negativo, ou não declarado, essa célula permanece vazia, isto é, com o binário “0”.

Tabela 8: Representação das planilhas digitalizadas conforme o corte transversal.

	Variável 1	Variável 2	Variável 3	...	Variável n
Empresa 1		<i>valor</i>	<i>valor</i>	<i>valor</i>	<i>valor</i>
Empresa 2					
Empresa 3	<i>valor</i>	<i>valor</i>	<i>valor</i>		<i>valor</i>
Empresa 4	<i>valor</i>	<i>valor</i>	<i>valor</i>		
...		<i>valor</i>		<i>valor</i>	<i>valor</i>
Empresa n	<i>valor</i>	<i>valor</i>	<i>valor</i>	<i>valor</i>	

Fonte: adaptado de Bryman et al. (2011).

3.8 Tratamentos Estatísticos

Apesar da importância da aplicação de métodos estatísticos para assegurar os dados coletados, a maior parte dos estudos de engenharia do tipo diagnóstico *survey* voltados à coleta de dados percentuais não apresentam quaisquer métodos estatísticos aplicados em seus resultados, como por exemplo: Brischke et al. (2013), Brodrechtova (2015), Browder et al. (1996), Buck et al. (2015), Fernandes et al. (2007), Giacom & Mesquita (2011), Jones et al. (2016), Koppelhuber et al. (2017), Kuzman & Grošelj (2012), Lentini et al. (2012), Mesquita & Castro (2008), O'Connor (2004), Payn et al. (2008), Punhagui (2014), Roos et al. (2010), Schlanbusch et al. (2016), Smeraldi & Veríssimo (1999), Sobral et al. (2002), Valdés et al. (2015), Viluma (2017), Wahl (2008), Yuba (2001), entre outros.

Em muitos *surveys* oriundos das áreas da economia e da produção industrial, a estatística descritiva se torna uma saída bastante conveniente para apresentar as maiores popularidades ou frequências centrais em amostras representativas, como fizeram declaradamente os estudos de: Bysheim & Nyrud (2010), Dau & Elisha (2014), Dave et al. (2017), Frazier et al. (2013), Howe et al. (2013), Morgado & Pedro (2011), Pedroso et al. (2014), Pereira et al. (2010), Saurin et al. (2010), etc.

O uso forçado de métodos estatísticos inadequados a um tipo de pesquisa pode, segundo Baker (2016), comprometer a qualidade de seus resultados, por não indicar a importância do achado. À vista disso, para as variáveis nominais, reunidas em classes ou categorias, Freitas et al. (2000) salientaram que essas possibilidades estatísticas se resumem apenas na contagem do número de casos amostrais, cujas comparações entre as categorias incluem razões, proporções e porcentagens.

Diante do enfoque deste *survey*, para averiguar a popularidade das respostas coletadas junto aos produtores avaliados, a demonstração gráfica dos percentuais foi o método estatístico descritivo utilizado, o qual é popular nesse tipo de pesquisa.

Na contramão desse panorama geral, este estudo se embasou no cálculo estatístico da margem de erro, com o fim de verificar a abrangência da amostragem. Essa estratégia segue as prescrições de Diamond (2011), o qual menciona que “as estimativas de erro da amostragem devem ser um passo importante em um *survey*, entretanto, essa tática é pouco utilizada.”. Então, raros estudos de engenharia são embasados nessa verificação estatística, como exemplo, os *surveys* de Kozak & Cohen (1999), Pakzad et al. (2017), Sejdiu et al. (2015) e Sheppard et al. (2006).

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado com o suporte de um *software* específico para o seu dimensionamento correto. A etapa de mensuração da amostra contida na população existente dentre produtores de casas de madeira no Brasil baseou-se no programa *Raosoft Sample Size Calculator*. Então, a margem de erro (E) e o tamanho da amostra (n) puderam ser determinados por meio das seguintes equações, de acordo com Raosoft (2004), o desenvolvedor dessa ferramenta:

$$x = Z \cdot (c/100)^2 \cdot r \cdot (100 - r) \quad (\text{Equação 1})$$

$$n = N \cdot x / [(N-1) \cdot E^2 + x] \quad (\text{Equação 2})$$

$$E = \sqrt{\{[(N - n) \cdot x] / [n \cdot (N - 1)]\}} \quad (\text{Equação 3})$$

Assim, as equações 1, 2 e 3 envolvem os seguintes elementos: tamanho da população (N), fração de respostas de interesse (r), e valor crítico Z(c/100) para um nível de confiança (c). Segundo as recomendações de Raosoft (2004), esse nível de confiança e a sua distribuição resposta devem ser 95% e 50%, respectivamente.

Após o cálculo do tamanho ideal da amostra (n), a presente pesquisa teve um valor específico para ser atendido. De acordo com Ramos (2017), o intervalo de confiança de 95% sinaliza que o resultado possui a margem de erro de 5%, cujo intervalo varia entre 2,5% acima ou 2,5% abaixo do valor obtido.

Inicialmente, os resultados obtidos serão divididos por questão específica e identificados em gráficos (valores percentuais) e tabelas (numéricos).

Os valores percentuais descritos em gráficos analíticos têm como finalidade orientar claramente cada categoria avaliada, conferindo destaque às relações mais significativas. Nesse caso, a margem de erro foi averiguada para identificar o grau de confiabilidade da amostragem perante os dados obtidos para o cenário nacional.

A representação dos dados numéricos em tabelas sistematizou e organizou as variáveis analisadas. Nesse âmbito, o conjunto de valores por categoria, isto é, por resposta obtida, foi submetido a uma estatística descritiva, por intermédio do cálculo dos valores de sua média aritmética. No entanto, em três casos da coleta de respostas numéricas por técnica (volume de madeira, tempo de produção e custo por metro quadrado) os resultados obtidos foram analisados com o apoio do teste t, investigando as variedades estudadas, na condição de duas a duas.

As condições das amostras serem independentes, a aleatorização da amostra e a aleatorização de sua normalidade foram admitidas, para a consideração de duas hipóteses. A primeira hipótese designou uma similaridade entre as médias obtidas ($H_0: \mu_1 = \mu_2$), enquanto que a segunda apontou uma diferença entre essas médias ($H_1: \mu_1 \neq \mu_2$). Ao passo que as variâncias são diferentes e desconhecidas, a partir do P-valor identificado nesse teste t, o nível de significância de 5% determina a rejeição da hipótese da igualdade de médias para H_0 se o P-valor for menor que esse índice percentual (P-valor < 0,005). Esse teste t foi calculado pelo *Microsoft Excel* 2010.

Referências

BAKER, M. Statisticians issue warning on P values. **Nature**, Londres, v. 531, p. 151, 2016.

BRISCHKE, C.; MEYER, L.; ALFREDSSEN, G.; HUMAR, M.; FRANCIS, L.; FLÆTE, P.-O.; LARSSON-BRELID, P. Natural durability of timber exposed above ground – a survey. **Drvna Industrija**, Zagreb, v. 64, n. 2, p. 113-129, 2013.

BRODRECHTOVA, Y. Economic valuation of long-term timber contracts: empirical evidence from Germany. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 55, p. 1-9, 2015.

BROWDER, J. O.; MATRICARDI, E. A. T.; ABDALA, W. S. Is sustainable tropical timber production financially viable? A comparative analysis of mahogany silviculture among small farmers in the Brazilian Amazon. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 16, n. 2, p. 147-159, 1996.

BRYMAN, A.; BELL, E.; MILLS, A. J.; YUE, A. R. **Business research methods**. Canadian Edition. Don Mills: Oxford University Press, 2011. 624 p.

BUCK, D.; WANG, X.; HAGMAN, O.; GUSTAFSSON, A. Comparison of different assembling techniques, regarding cost, durability, and ecology – a survey of multi-layer wooden panel assembly load-bearing construction elements. **Bioresources**, Raileigh, v. 10, n. 4, p. 8378-8396, 2015.

BYSHEIM, K.; NYRUD, A. Q. Norwegian architects' and civil engineers' attitudes to wood in urban construction. In: THE FINAL CONFERENCE OF COST ACTION E53, 2010, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh: COST, 2010. p. 1-8.

DAU, J. H.; ELISHA, A. Survey on non-timber forest products in Bauchi South Senatorial districts, Bauchi State, Nigeria. **Journal of Research in Forestry, Wildlife and Environmental**, Grahamstown, v. 6, n. 1, p. 82-97, 2014.

DAVE, M.; WATSON, B.; PRASAD, D. Performance and perception in prefab housing: an exploratory industry survey on sustainability and affordability. **Procedia Engineering**, Londres, v. 180, p. 676-686, 2017.

DIAMOND, S. S. Reference guide on survey research. In: FEDERAL JUDICIAL CENTER. **Reference manual on scientific evidence**. 3 ed. Washington: The National Academies Press, 2011. p. 359-423.

FERNANDES, F. C. F.; AZEKA, F.; BARRETO, M. C. M.; GODINHO FILHO, M. Identificação dos principais autores em planejamento e controle da produção por meio de um survey mundial com pesquisadores da área. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 83-95, 2007.

FRAZIER, C. B.; LUDWIG, T. D.; WHITAKER, B.; ROBERTS, D. S. A hierarchical factor analysis of a safety culture survey. **Journal of Safety Research**, Amsterdam, v. 45, p. 15-28, 2013.

FREITAS, H.; OLIVEIRA, M.; SACCOL, A. Z.; MOSCAROLA, J. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

GIACON, E.; MESQUITA, M. A. Levantamento das práticas de programação detalhada da produção: um survey na indústria paulista. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 487-498, 2011.

HOWE, P. D.; MARKOWITZ, E. M.; LEE, T. M.; KO, C.-Y.; LEISEROWITZ, A. Global perceptions of local temperature change. **Nature Climate Change**, Londres, v. 3, p. 352-356, 2013.

JONES, K.; STEGEMANN, J.; SYKES, J.; WINSLOW, P. Adoption of unconventional approaches in construction: the case of cross-laminated timber. **Construction and Building Materials**, Amsterdam, v. 125, p. 690-702, 2016.

KOPPELHUBER, J.; BAUER, B.; WALL, J.; HECK, D. Industrialized timber building systems for an increased market share – a holistic approach targeting construction management and building economics. **Procedia Engineering**, Londres, v. 171, p. 333-340, 2017.

KOZAK, R. A.; COHEN, D. H. Architects and structural engineers: an examination of wood design and use in nonresidential construction. **Forest Products Journal**, Madison, v. 49, n. 4, p. 37-46, 1999.

KUZMAN, M. K.; GROŠELJ, P. Wood as a construction material: comparison of different construction types for residential building using the analytic hierarchy process. **Wood Research**, Bratislava, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2012.

LENTINI, M. W.; GOMES, P. C.; SOBRAL, L. **Acertando o alvo 3**: desvendando o mercado brasileiro de madeira amazônica certificada FSC. Piracicaba: Imaflora, 2012. 73 p.

MENEGAZ, F. **Map of Brazilian States Divisions**. 07 jun 2007. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Brazil_Blank_Map.svg>. Acesso em: 1 jun 2017.

MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 33-42, 2008.

MORGADO, L.; PEDRO, J. B. **Caracterização da oferta de casas de madeira em Portugal**: inquérito às empresas de projecto, fabrico, construção e comercialização. Relatório 118/2011 – NAU. Lisboa: LNEC, 2011. 173 p.

O'CONNOR, J. Survey on actual service lives for North American buildings. In: WOODFRAME HOUSING DURABILITY AND DISASTER ISSUES CONFERENCE, 2004, Las Vegas, Estados Unidos. **Proceedings...** Las Vegas, Estados Unidos: 2004, p. 1-9.

PAKZAD, P.; OSMOND, P.; CORKERY, L. Developing key sustainability indicators for assessing green infrastructure performance. **Procedia Engineering**, Londres, v. 180, p. 146-156, 2017.

PAYN, T.; CARNUS, J. -M.; FREER-SMITH, P.; KIMBERLEY, M.; KOLLERT, W.; LIU, S.; ORAZIO, C.; RODRIGUEZ, L.; SILVA, L. N.; WINGFIELD, M. J. Changes in planted forests and future global implications. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 352, p. 57-67, 2015.

PEDROSO, B.; KOVALESKI, A.; FERREIRA, C. L.; PILATTI, L. A.; GUTIERREZ, G. L.; PICININ, C. T. Desenvolvimento e validação da versão brasileira do diagnóstico do trabalho (job diagnostic survey) de Hackman e Oldham. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 2, p. 285-301, 2014.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: Imazon, 2010. 124 p.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

RAMOS, D. M. O que é margem de erro de uma pesquisa?. **Brasil Escola**. 2017. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/matematica/oquemargemerrouma pesquisa.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

ROOS, A.; WOXBLOM, L.; MCCLUSKEY, D. The influence of architects and structural engineers on timber construction – perceptions and roles. **Silva Fennica**, Helsinki, v. 44, n. 5, p. 871-884, 2010.

SAURIN, T. A.; RIBEIRO, J. L. D.; MARODIN, G. A. Identificação de oportunidades de pesquisa a partir de um levantamento da implantação da produção enxuta em empresas do Brasil e do exterior. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 829-841, 2010

SCHLANBUSCH, R. D.; FUFA, S. M.; HÄKKINEN, T.; VARES, S.; BIRGISDOTTIR, H.; YLMÉN, P. Experiences with LCA in the Nordic building industry – challenges, needs and solutions. **Energy Procedia**, Londres, v. 96, p. 82-93, 2016.

SEJDIU, R.; BEJTJA, A.; IDRIZI, L.; BAJRAKTARI, A. A survey of volume, species and origin of dry timber consumed by the wood processing industry in the region of Ferizaj. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF APPLIED SCIENCES, 1., 2015, Tetovo. **Proceedings...** Tetovo: 2015, p. 1-7.

SHEPPARD, S. R. J.; MEITNER, M. J.; HARSHAW, H. W.; WILSON, N.; PEARCE, C. Public processes in sustainable forest management for the Arrow Forest District. **Journal of Ecosystems and Management**, Vancouver, v. 7, n. 1, p. 57-66, 2006.

SMERALDI, R.; VERÍSSIMO, J. A. **Acertando o alvo**: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. Piracicaba: Imaflora, 1999. 41 p.

SOBRAL, L.; VERÍSSIMO A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o alvo 2**: consumo de madeira amazônica e certificação florestal do Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002. 72 p.

TRIPODI, T.; FELLIN, P.; MEYER, H. J. **Análises da pesquisa social**: diretrizes para o uso de pesquisa em serviço social e em ciências sociais. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975. 338 p.

VALDÉS, S. G.; PERALTA, L. G.; LANYON, F. R. Modelo de innovación estratégico de negocios aplicado a viviendas de madera en Chile. **Revista Ingeniería Industrial**, Concepción, v. 14, n. 3, p. 65-79, 2015.

VILUMA, A. The situation with use of wood constructions in contemporary Latvian architecture. **Mokslas – Lietuvos Ateitis**, Vilnius, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2017.

WAHL, A (Ed.). **Wood market trends in Europe**. SP-49. Trend 3. Vancouver: FPIInnovations, 2008. 40 p.

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva de madeira serrada de eucalipto para produção sustentável de habitações**. 2001. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

4 RESULTADOS

4.1 Apresentação e Sistematização dos Resultados desta Pesquisa

Em virtude dos muitos questionamentos abordados nas óticas estudadas, os resultados deste estudo foram apresentados em capítulos específicos conforme seu tema, incluindo os tópicos de: resumo, introdução bibliográfica, material e métodos, resultados e discussão e conclusões. Esse tipo de exibição procurou delimitar cada eixo temático abordado em um capítulo próprio, auxiliando no processo de leitura e entendimento pelo leitor, e facilitando em futuras consultas dos dados apresentados. Dois capítulos extras, sobre a arguição da Discussão Geral e as Conclusões Gerais, também foram apresentados para nortear o desfecho desta pesquisa.

Os capítulos 5 a 20 dos resultados seguiram, respectivamente, os eixos de:

- Técnicas construtivas habitacionais de madeira no Brasil;
- Matérias-primas consumidas no setor de casas de madeira no Brasil;
- Espécies de madeira utilizadas no setor de casas de madeira no Brasil;
- Substituição de espécies nativas por exóticas no setor de casas de madeira no Brasil;
- Consumo de biomassa lignocelulósica e fixação líquida de carbono e dióxido de carbono nas casas de madeira no Brasil;
- Tempo de execução das casas de madeira no Brasil;
- Custos unitários básicos por técnica construtiva e tipos de acabamento das casas de madeira no Brasil;
- Mercado e consumo de casas de madeira no Brasil;
- Financiamento habitacional para o setor de casas de madeira no Brasil;
- Porte econômico e trabalhista do setor de casas de madeira no Brasil;
- Nível de industrialização do setor de casas de madeira no Brasil;
- Maquinários do setor de casas de madeira no Brasil;
- Profissionais capacitados do setor de casas de madeira no Brasil;
- Suporte governamental para o setor de casas de madeira no Brasil;
- Entidades de classe para o setor de casas de madeira no Brasil;
- Dificuldades do setor de casas de madeira no Brasil: produto acabado, empresa e setor.

4.2 Abrangência e Margem de Erro desta Pesquisa

A presente pesquisa buscou quantificar, identificar e localizar os produtores de casas de madeira no Brasil. Por conta das carências de associações madeireiras fortalecidas e da integração desse setor, esses dados eram ainda desconhecidos e completamente incertos. Essa imprecisão foi verificada na literatura da área que, até então, somente identificava a quantidade desses produtores de casas de madeira no Brasil em duas citações pontuais. Por intermédio da Tabela 9, verificou-se que o primeiro estudo abordou exclusivamente as empresas do Estado de São Paulo no ano de 2001, desconsiderando aquelas presentes em outros Estados brasileiros. O outro estudo, datado de 2014, mencionou um provável montante dessas empresas em operação situadas no país, porém, não listou-as nominalmente. Dessa forma, até antes de todos os resultados difundidos neste estudo (Capítulos 5 a 20), coletados pelas entrevistas pessoais (face-a-face) mediante o formulário padrão (Apêndice C), não era possível encontrar, na literatura, quaisquer referências sobre a identificação nominal e a localização dos produtores de casas de madeira no país; essa carência de dados estabelecia, até então, uma considerável incerteza sobre esse setor fabril.

Punhagui (2014) estabeleceu que “...para a sua amostra (não representativa) deste estudo foram levados em conta 50 empresas brasileiras que manufacturam ou comercializam casas pré-fabricadas em madeira. A seleção foi aleatória por meio de buscas na *internet*... Se obtiveram dados complementares de 48% das empresas...”.

Essa incoerência visível do montante efetivo presente no país é atribuída à inexistência de uma organização ou associação específica para aglutinar e difundir todas as empresas e as informações desse setor em particular. Contrariamente aos estudos já realizados, a presente pesquisa identificou que o Brasil possui, ao menos, 210 produtores de habitações em madeira situados em onze Estados (Figura 5). A listagem e alguns dados dessas empresas estão dispostos no Apêndice E.

Tabela 9: Quantidade de produtores de casas de madeira encontrados no Brasil.

Pesquisa	Número de Empresas	Ano do Documento
Sobral et al. (2002)	15 ^{*,**}	2001
Punhagui (2014)	50 ^{**}	2014
Presente estudo	210	2015

* somente no Estado de São Paulo; ** ausência de listas e dados das empresas.

Com o total de empresas estimado (Apêndice E), amostragem (Apêndice D), dados estatísticos necessários (Tabela 10) e cálculos realizados (pelas Equações 1, 2 e 3) no *software* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator*, dados amostrais e estatísticos foram obtidos para este estudo (Tabela 11). A quantidade recomendada da amostra representou a meta amostral eficaz a 95% de confiança, enquanto que a obtida nas entrevistas indicou as empresas avaliadas neste *survey*.

Tabela 10: Parâmetros estatísticos informados no cálculo das amostras.

Critério	Valor Assumido (%)
Margem de Erro Aceitável	5,00
Nível de Confiança	95,00
Distribuição Resposta	50,00

Tabela 11: População setorial, amostragem e as suas margens de erro.

Resultado	Empresa (Unidade)	Margem de Erro (%)
Tamanho Total da População Estudada	210	–
Quantidade Recomendada da Amostra	136	5,00
Quantidade da Amostra Obtida nas Entrevistas	107	6,65

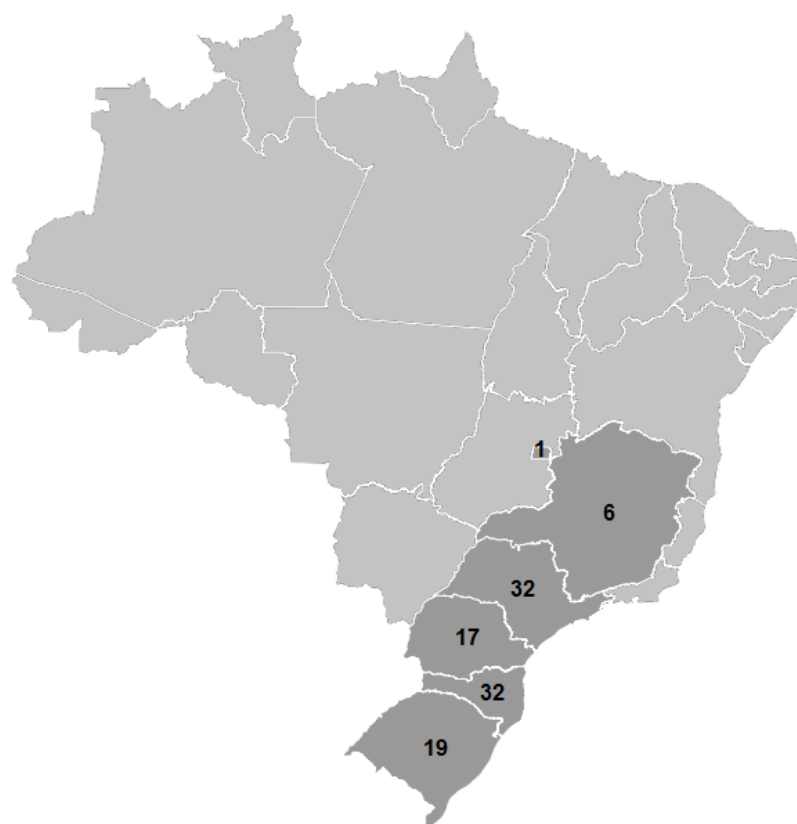
A margem de erro se posiciona muito abaixo do nível aceitável de 10% para pesquisas de mercado e está ligeiramente acima do nível ideal de 5% prescrito por Pinheiro et al. (2011). Ao total, 107 empresas foram avaliadas (Apêndice D). O total aqui avaliado representa mais que o dobro das empresas sugeridas para o setor de casas de madeira no Brasil no extenso estudo de Punhagui (2014), sendo quase 22 vezes maior que a amostragem conduzida por essa autora, isto é, cinco empresas.

A Tabela 12 indica, em nível nacional, a quantidade e o percentual do total de empresas identificadas (Figura 5), bem como essas variáveis na condição amostral (Figura 7), isto é, aquelas que compuseram esta avaliação. O estudo coletou dados de 50,95% das empresas brasileiras. Seis dentre onze Estados com produtores de casas de madeira foram avaliados (área destacada na Figura 7), o que totalizou uma abrangência de 54,55% dos Estados brasileiros. O *survey* avaliou 107 empresas a uma margem de erro de $\pm 3,325\%$ (Tabela 11). O maior índice de representatividade obtido foi em São Paulo, com 86,59% dos produtores avaliados (Tabela 12), seguido pelos Estados de: Paraná (58,62% das empresas), Distrito Federal (50,00%), Santa Catarina (50,00%) e Minas Gerais (46,15%) e Rio Grande do Sul (38,78%).

Tabela 12: População e amostragem empresarial por Estado.

Unidades Federativas	Empresas Identificadas		Empresas Avaliadas na Amostra	
	Quantidade	Porcentual (%)	Quantidade	Porcentual (%)
Amazonas	1	0,48	0	0,00
Ceará	1	0,48	0	0,00
Distrito Federal	2	0,95	1	0,48
Espírito Santo	4	1,91	0	0,00
Minas Gerais	13	6,19	6	2,86
Paraná	29	13,81	17	8,10
Rio de Janeiro	8	3,81	0	0,00
Rio Grande do Sul	49	23,33	19	9,05
Rondônia	2	0,95	0	0,00
Santa Catarina	64	30,48	32	15,24
São Paulo*	37	17,62	32	15,24
Outros Estados	0	0,00	0	0,00
Totais	210	100,00	107	50,95

* Estado-sede da realização da pesquisa

**Figura 7:** Localização e quantidade dos produtores de casas de madeira avaliados.

Fonte: inserção de dados por este autor em um mapa “clean” de Menegaz (2007).

Referências

MENEGAZ, F. **Map of Brazilian States Divisions**. 07 jun 2007. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Brazil_Blank_Map.svg>. Acesso em: 1 jun 2017.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

SOBRAL, L.; VERÍSSIMO A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o alvo 2: consumo de madeira amazônica e certificação florestal do Estado de São Paulo**. Belém: Imazon, 2002. 72 p.

5 TÉCNICAS CONSTRUTIVAS HABITACIONAIS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo teve como objetivo analisar a presença das habitações em madeira no Brasil, indicando o percentual de cada técnica construtiva, segundo a sua oferta em cada empresa avaliada. Os percentuais de popularidade das técnicas em madeira foram medidos por meio de duas metodologias aplicadas nas empresas: diagnóstico *survey* via entrevista pessoal junto aos seus proprietários e busca de dados em seus *websites*. O método de entrevistas avaliou 107 empresas e o de buscas em *websites* abordou 207 empresas, atingindo, respectivamente, 50,95% e 98,57% da população total estimada e baixas margens de erro de $\pm 3,325\%$ e $\pm 0,41\%$, respectivamente. Apesar dessa diferença amostral, ambos os métodos demonstraram um cenário bem similar, na qual as técnicas contemporâneas estão disponíveis em mais de 90% dos produtores brasileiros. Então, as casas de tábuas horizontais pregadas e as casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea consolidaram com as maiores ofertas.

Palavras-chave: Moradias; Madeira; Tipologias construtivas; Pesquisa setorial

Abstract

This chapter aimed to analyze the presence of wooden housing in Brazil, indicating the percentage of each building technique, according to their availability in each evaluated company. The percentage of popularity of wooden techniques was measured by two methodologies applied in these companies: survey research via personal interview with their owners and data search in their websites. The method of interviews evaluated 107 companies and website search reached 207 companies, revealing, respectively, 50.95% and 98.57% of the total estimated population and low margins of error of $\pm 3.325\%$ and $\pm 0.41\%$. Despite this sampling difference, both methods demonstrated a very similar scenario, in which contemporary techniques are available in more than 90% of Brazilian studied producers. Then, the houses with horizontal nailed clapboards and with horizontal clapboard with tongue and groove joints (between studs) consolidated with the greatest availability.

Keywords: Dwellings; Timber; Building typologies; Sectoral research

5.1 Introdução

Rampazzo & Sponchiado (2000) enfatizaram que a madeira tem sido um dos mais antigos e constantes materiais construtivos utilizados pelo homem, presente desde ruínas de civilizações de 5000 a.C. até os atuais exemplos arquitetônicos. Calil Júnior & Dias (1997) complementaram que “a madeira fez parte do progresso da humanidade desde as idades da pedra, do ferro e do bronze, revelando sua grande importância para a existência da civilização”.

Neufert & Neff (2013) mencionaram que algumas casas de madeira maciça são datadas dos anos 1000 d.C.

De acordo com Shimbo & Ino (1997), a madeira permite a montagem de componentes pré-fabricados, bem como o uso intensivo de mão de obra e baixo investimento em bens de capital.

De Araujo et al. (2016b) afirmaram que os sistemas ou modelos construtivos em madeira consistem nas técnicas habitacionais que materialmente empregam elementos e componentes estruturais em madeira.

Em face do ordenamento cronológico proposto por Mello (2007), os sistemas habitacionais em madeira são identificados como tradicionais ou contemporâneos.

As modalidades clássicas se referem aos métodos construtivos mais antigos, isto é, as quais utilizam a madeira maciça em sua essência. Os métodos modernos se baseiam no uso da madeira maciça pré-fabricada e/ou derivados de madeira.

5.1.1 Métodos construtivos tradicionais de madeira no Brasil

Neufert & Neff (2013) ressaltaram que uma habitação em madeira maciça é essencialmente a forma de morar mais natural, original e saudável.

No Brasil, os imigrantes europeus aproveitaram a disponibilidade de recursos materiais locais, de modo a obter rapidez e facilidade construtiva (ZANI, 2013). E o vasto maciço florestal existente permitiu à madeira se posicionar dentre as matérias-primas mais populares, o que estimulou a sua utilização na construção e contribuiu para fortalecer a atividade florestal brasileira ainda no Século XIX. Acerca disso, Zani (2013) destacou que os europeus criaram, com a arquitetura em madeira, uma linguagem própria capaz de expressar uma cultura arquitetônica local, dominando o trabalho com a madeira e criando um repertório rico e singular. Lessa & Silva (2003) apontaram que uma produção de casas de madeira maciça adaptadas às condições locais é criada, resolvendo, apesar das limitações, as necessidades de moradia.

Devido a essa inserção cultural promovida pelos primeiros imigrantes, o Brasil absorveu boa parte de suas técnicas de construção em madeira. De Araujo et al. (2016a,c) avaliaram que, ainda com uma industrialização lenta nos anos de 1950, várias madeireiras se focaram na produção de casas de pré-fabricadas de madeira.

Um forte indício dessa situação remete ao fato que, até a metade do século XX, a arquitetura em madeira foi muito marcante e predominou nas paisagens do Estado do Paraná (ZANI, 2013). As casas de madeira surgem como as mais viáveis alternativas para substituir a alvenaria, devido aos bons atributos de racionalização de matéria-prima, produção livre do uso de água, limpeza do canteiro de obras e produção rápida e eficiente (DE ARAUJO et al., 2016d). Em sua essência, uma casa de madeira tradicional é feita artesanalmente com máquinas e ferramentas simples, mas também pode ser obtida de processos industriais com a montagem em obra.

As técnicas construtivas tradicionais à base de madeira comercializadas no Brasil são: *log-home*, enxaimel e casa de tábua e mata-junta.

Log-home é designado em português pelo termo “casas de toras” e consiste no sistema construtivo baseado no empilhamento de peças de madeira (falquejada, roliça ou serrada em blocos) que atua como um sistema portante, isto é, a estrutura e a vedação atuam em um mesmo elemento estrutural. Kretschmann (2010) indicou que as toras possuem muitas formas, isto é, a orientação vertical pode oferecer uma proposta estética diferente, enquanto que a orientação horizontal reflete melhores condições térmicas e estruturais. Segundo Neufert & Neff (2013), as toras usinadas ou tábuas sobrepostas são estruturalmente interconectadas por uniões por encaixe ou entalhes ranhurados. Populares no Hemisfério Norte, segundo De Araujo et al. (2016b), as casas de toras são mais frequentemente manufaturadas utilizando toras industrializadas, a partir da pré-fabricação e usinagem ou torneamento (Figura 8).



Figura 8: Casa de toras aparelhadas. **Fonte:** *Southland Log Homes* (2004).

Também designado pelo termo “columbagem”, o enxaimel é muito popular na Alemanha e França. Consiste na principal técnica construtiva de caráter misto, isto é, por empregar a madeira como ossatura robusta estrutural em conjunto com a alvenaria (tijolos de barro, tijolos de adobe, blocos de cimento, pedras, etc.) como vedação das paredes. As ligações entre as peças de madeira são exclusivamente realizadas por encaixes artesanais complexos feitos por carpinteiros experientes.

Weimer (2005) enfatizou que um importante aspecto do processo construtivo do enxaimel é a ausência de pregos ou parafusos em seu quadro estrutural. De acordo com Tosolini (2008), a columbagem é altamente utilizada em construções rurais vernaculares. Kniffen & Glassie (1966) avaliaram que um enxaimel é feito com blocos de madeira verticais, normalmente apoiados entre si, com os espaços entre esses elementos do quadro de madeira preenchidos com vários materiais (Figura 9). Os pilares estruturais de contraventamento são contínuos do chão ao teto (BENOIT & PARADIS, 2008) que, segundo Weimer (2005), conferem efeitos mais estéticos.



Figura 9: Casa de enxaimel moderno. **Fonte:** Volles (2011).

A casa de tábua e mata-junta é a técnica formada pelo fechamento estrutural vertical de tábuas de madeira paralelas ligeiramente espaçadas, cujas vedações das lacunas ocorrem interna e externamente por réguas de madeira, denominadas de mata-juntas. Imaguire Junior & Imaguire (2011) apontaram que essa estrutura possui textura externa verticalizada, frequentemente manufaturada com madeira de pinus.

De Araujo et al. (2016b) indicaram que essas casas possuem uma origem eslava e são populares nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Segundo Szücs & Batista (2007), tais habitações possuíam uma complexidade tipológica eclética e não apresentavam barreiras sociais, isto é, eram acessíveis às populações ricas e pobres (Figura 10).



Figura 10: Casa de tábuas e mata-junta. **Fonte:** Itacasas (2014).

5.1.2 Métodos construtivos contemporâneos de madeira no Brasil

Com o advento de uma tecnologia mais avançada na mecanização, várias ferramentas elétricas (serras manuais, furadeiras, pistolas pneumáticas, etc.) foram desenvolvidas para facilitar o trabalho com a madeira (DE ARAUJO et al., 2016d). A posteriori, a automatização (serras-fitas, tornos, etc.) e a robotização (mesas de usinagem e montagem de partes pré-fabricadas) permitiram o desenvolvimento de máquinas de alta tecnologia, as quais aperfeiçoaram o beneficiamento da madeira e o processo de montagem das casas em madeira. Segundo De Araujo et al. (2016d), mediante essas novas tecnologias de processamento, mais outras tipologias foram criadas a partir do uso da madeira serrada padronizada e elementos pré-fabricados.

O estilo moderno em madeira envolve os modelos construtivos mais recentes oriundos da era industrial, em virtude do uso de componentes produzidos desde processos industriais de pré-fabricação da madeira maciça até a produção de vigas e painéis engenheirados de madeira de design inovador e alta resistência estrutural.

A industrialização da construção de casas apresentou um profundo avanço, após a Primeira Guerra Mundial, por conta da escassez de mão-de-obra e materiais, o que aumentou seus custos, culminando no desenvolvimento da pré-fabricação de componentes para reduzir o custo elevado do trabalho (NOVAS-CABRERA, 2010).

Apesar do enfoque inovador das tipologias em madeira contemporâneas, as suas concepções podem também envolver processos mais artesanais ou semi-industriais, conforme o porte e as demandas produtivas das empresas envolvidas.

As técnicas construtivas contemporâneas em madeira comercializadas no Brasil são do tipo (de): tábuas horizontais macho-e-fêmea, tábuas pregadas (verticais e horizontais), pilar-viga, paliteiro, *woodframe* (balão, plataforma, misto e modular), modular (em CLT e canteiros de obras) e casa móvel.

As casas de tábuas horizontais empilhadas com macho-e-fêmea referem-se no sistema construtivo com paredes portantes compostas por pranchas horizontais encaixadas entre si com rebaxos e travadas em cada uma das extremidades por montantes de madeira providos com rasgos de canal (DE ARAUJO et al., 2016b). Muito popular no Brasil, Cesar (2002) definiu que essa tipologia é altamente utilizada em casas de veraneio (praia e campo) e chalés (Figura 11). Produzidas em kits pré-fabricados, essa técnica construtiva possui elementos encaixáveis feitos em madeira verde, cujas paredes portantes sofrem acomodações ao longo dos processos de montagem e período inicial de ocupação (CASEMA, 1998).



Figura 11: Casa de tábuas horizontais macho-e-fêmea. **Fonte:** Brasil Casas (2012).

As casas de tábuas pregadas, popularmente empregada em chalés e casas de passeio, constituem em uma variante atual da técnica de tábua e mata-junta. Apesar da sua rusticidade, esses exemplos possuem certo grau de pré-fabricação. Essa técnica possui paredes formadas por uma ossatura leve de madeira serrada revestida por duas faces de tábuas pregadas, interna e externamente. Essa técnica é definida conforme a orientação das tábuas na face externa, isto é, vertical (Figura 12) e horizontal (Figura 13).



Figura 12: Casa de tábuas pregadas verticais. **Fonte:** Madeireira Potrich (2015).



Figura 13: Casa de tábuas pregadas horizontais. **Fonte:** Casas Condor (2010).

O pilar-viga refere-se à técnica entramado pesado, composta por uma robusta e rígida estrutura (pórtico) vedada por uma solução não estrutural de vidro ou em madeira. Ching (2010) avaliou que esse sistema de construção arquivado utiliza uma trama de elementos verticais (pilares) e horizontais (vigas) para transferir as cargas de piso e cobertura. Segundo Wacker (2010), um pilar-viga tradicional é feito por grandes blocos de madeira conectados entre si por uniões feitas manualmente, como o “entalhe-e-espiga”, tipicamente envolvendo um trabalho de carpintaria mais sofisticado. Presnitz (2009) avaliou que o pilar-viga é um sistema simples e elegante, pois utiliza postes e vigas de madeira volumosos que se encaixam conjuntamente. Charles (1984) assinalou que a estrutura autoportante se refere à tecnologia cujas paredes exteriores são capazes de suportar o peso da cobertura, além de conter elementos secundários, isto é, portas, janelas, painéis e revestimentos (Figura 14).



Figura 14: Casa de pilar-viga. **Fonte:** *Southland Log Homes* (2004).

Uma evolução nacional do pilar-viga, nomeada “paliteiro” por seus produtores, foi descoberta neste trabalho (Figura 15). Entretanto, tal versão se pauta no uso de toras como elementos cilíndricos estruturais. Contrariamente ao pilar-viga, o paliteiro é focado na rusticidade estética, ou seja, sem quaisquer ornamentos decorativos e encaixes por entalhes. Dessa forma, as fixações entre elementos ocorrem mediante conexões metálicas e parafusos. Ao contrário do uso intenso das essências nativas no pilar viga, o paliteiro prioriza as madeiras de floresta plantada (eucalipto e pinus).



Figura 15: Casa de paliteiro com alvenaria. **Fonte:** Scali & Mendes (2016).

Também denominado de entramado leve de madeira, o *woodframe* consiste no sistema construtivo provido de um quadro estrutural de madeira com peças de seções curtas, cujo fechamento interno e externo é realizado por painéis de madeira estruturais (OSB ou compensados) fixados por grampos ou pregos galvanizados. Permite uma alta padronização, pré-fabricação intensiva e modulação. O *woodframe* é classificado como balão, plataforma, misto, ou ainda, por sua versão moderna e industrializada denominada de modular. De acordo com Lanier & Herman (1997), um *woodframe* se distingue do sistema pilar-viga por conta do uso de peças compactas de madeira pré-fabricadas e padronizadas. Ching (2010) sublinhou que o *woodframe* balão utiliza montantes que se elevam à altura total da estrutura, da viga da soleira até à viga da cobertura, com barrotes pregados nos montantes junto às travessas fixadas para sua sustentação (Figura 16). Wagner (2009) ressaltou que o *woodframe* plataforma é eficiente para construções multipavimento, pois esse sistema se baseia em plataformas montadas de maneira independente para cada piso, ao contrário da variante balão, cuja estrutura é montada de uma única vez, devido aos componentes estruturais mais robustos. Ching (2010) apontou que a plataforma de cada andar se apoia nas travessas superiores do andar inferior (Figura 17). O'Brien (2010) indicou que o *woodframe* misto integra características dos estilos balão e plataforma como, por exemplo, a montagem integral do *framing* (ossatura) utilizando as peças curtas.

O *woodframe* misto ainda pode apresentar áreas molhadas em alvenaria de tijolos (Figura 18). Um *woodframe* modular consiste na variação moderna de seu modelo plataforma, cuja pré-fabricação envolve elevados níveis de industrialização. Os seus painéis de parede são reproduzidos bi ou tridimensionalmente em uma planta fabril, de modo semiacabado ou acabado, para somente a instalação e fusão final dentro do canteiro de obras. Segundo Thallon (2008), esses módulos são compactos e são disponibilizados praticamente em qualquer forma ou estilo (Figura 19).



Figura 16: Casa de *woodframe* balão. **Fonte:** *Riverbend Timberframing* (2016).



Figura 17: Casa de *woodframe* plataforma. **Fonte:** De Araujo et al. (2016a).



Figura 18: Casa de *woodframe* misto com pilar-viga. **Fonte:** Tecverde (2016).



Figura 19: Casa de *woodframe* modular. **Fonte:** Tecverde (2016).

Uma casa modular em CLT refere-se àquelas produzidas modularmente pelo uso de painéis de madeira laminada colada cruzada (*cross laminated timber* - CLT), os quais compõem integralmente cada seção bidimensional de cada parede (Figura 20), as quais possuem caráter estrutural. Crespell & Gaston (2011) constataram que uma construção em CLT compete favoravelmente com edifícios de concreto e aço, especialmente para os edifícios dos nichos não residenciais e multi familiares, complementando o uso dos entramados leves e pesados em madeira na construção.

De acordo com Mills (2010), uma casa modular em CLT pode ser ereta rapidamente, reduzindo consideravelmente o tempo de montagem e a mão-de-obra no canteiro.



Figura 20: Casa modular em CLT. **Fonte:** Binderholz (2016).

Canteiros de obra modulares são formados por uma técnica simplificada em madeira, cuja composição de parede envolve um quadro estrutural compacto e leve revestido por painéis de madeira estruturais (OSB ou compensado). A padronização em módulos permite a produção seriada de larga escala e baixo custo (Figura 21).



Figura 21: Casa modular para canteiro de obras. **Fonte:** Canteiro (2014).

As casas móveis ou unidades modulares móveis são casas transportáveis manufaturadas em módulos (DE ARAUJO et al., 2016b), as quais são derivadas de trailers, especificamente aqueles de ampla dimensão com a finalidade de habitação permanente para qualquer terreno ou ambiente (GUTIERREZ, 2008). Essa técnica constitui na concepção de habitações produzidas sob um rígido e robusto chassi de madeira, cuja finalidade é servir de base e sustento de toda a habitação, o qual apresenta paredes fixadas em seu entorno. Cada parede é unida entre si e ao chassi por parafusos metálicos reforçados para impedir o seu desencaixe mesmo em situações de movimento. A Figura 22 ilustra uma casa móvel em madeira.



Figura 22: Casa móvel. **Fonte:** Botucasa (2016).

Diante das indicações propostas na literatura, este estudo teve como objetivo analisar a presença das habitações em madeira no Brasil, indicando o percentual de cada técnica construtiva, de acordo com o montante de empresas avaliadas em um diagnóstico de *survey* via entrevista pessoal e uma coleta de dados nos *websites* das empresas produtoras, com o intuito de verificar as técnicas com maiores ofertas no país. Assim sendo, foram levantadas as seguintes hipóteses:

- O setor produtivo brasileiro de habitações em madeira possui mais de 200 empresas, as quais oferecem as principais técnicas construtivas comerciais;
- O Brasil concentra uma maior oferta de habitações em madeira oriundas de tecnologias mais modernas, isto é, de técnicas contemporâneas.

5.2 Material e Métodos

Este estudo envolveu um diagnóstico setorial baseado em duas metodologias, para avaliar a oferta das técnicas construtivas de habitações em madeira segundo a quantidade de empresas produtoras dessas casas no Brasil. O seu enfoque baseou-se em uma coleta de dados junto a essas respectivas empresas por meio de:

- Entrevistas presenciais junto aos seus proprietários realizadas aleatoriamente nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Distrito Federal, Minas Gerais e São Paulo – metodologia principal de todo este trabalho;
- Busca em seus *websites* por respostas acerca das hipóteses levantadas – método para confirmar os resultados e validar essa metodologia anterior.

Com isso, dois cenários de amostragem populacional desses produtores de casas de madeira foram obtidos e analisados (Figura 23). A população total de 210 empresas produtoras de habitações em madeira situadas no Brasil foi estimada pela metodologia de buscas em *websites*, dada a inexistência de dados setoriais e de organizações e/ou associações voltadas especialmente para esse setor estudado.

Em relação à localização e abrangência das populações avaliadas para cada metodologia utilizada e as quantidades caracterizadas, a Figura 23 retrata os mapas de: (a) 207 empresas no método de buscas em *websites* e (b) 107 empresas nas entrevistas pessoais, isto é, o cenário da Figura 7. As buscas em *websites* coletaram dados de 98,57% de toda a população estimada de produtores de casas de madeira, ou seja, 210 empresas, enquanto que as entrevistas pessoais alcançaram 50,95% desse total. A dificuldade de locomoção, devido a grande extensão territorial do país, envolveu grandes gastos financeiros e tempo nos deslocamentos realizados para o método de entrevistas pessoais, o que limitou sensivelmente a sua amostragem.

O método da busca em *websites* permitiu identificar que o maciço empresarial desse setor se concentra nos Estados das regiões Sul e Sudeste. Por esse método também foi verificado que 91,42% da população total de 210 indivíduos se referiram aos produtores situados nos três Estados da região Sul e dois oriundos da região Sudeste, isto é, São Paulo e Minas Gerais. Santa Catarina, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná e Minas Gerais concentraram as maiores quantidades de produtores, com percentuais de 30,92%, 23,19%, 17,87%, 14,01% e 5,80%, respectivamente. A concentração das empresas nesse maciço regional contribuiu para otimizar a coleta de dados nas entrevistas, para uma área de prospecção menor e viável (Figura 23b).

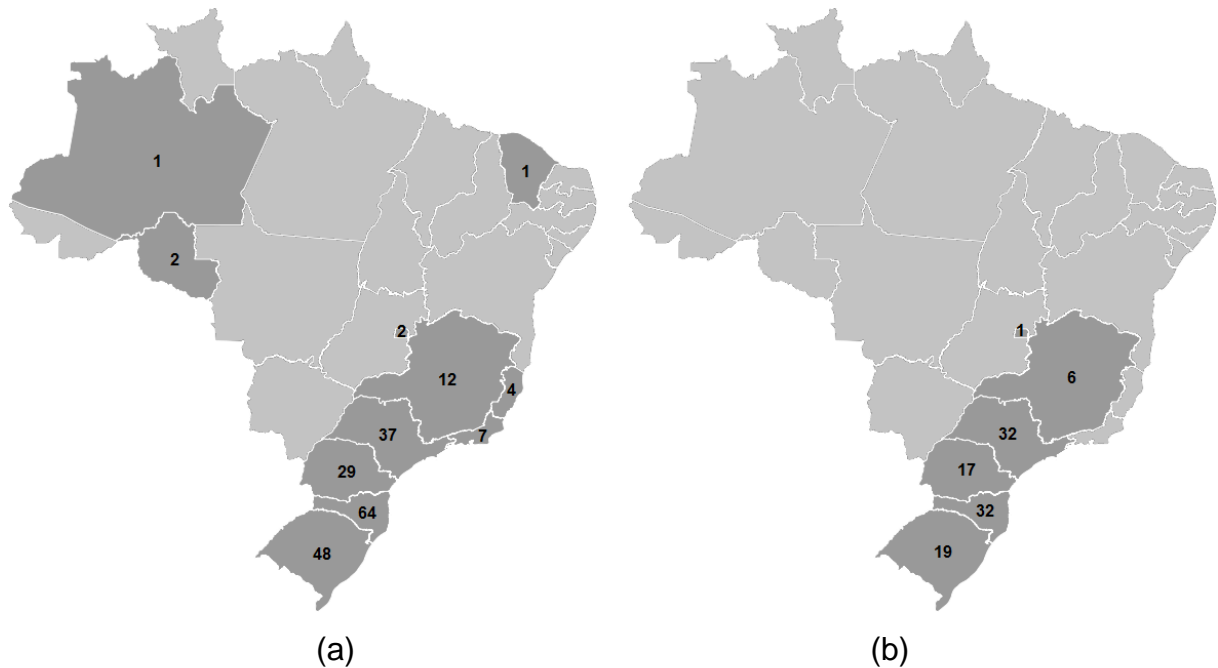


Figura 23: Populações avaliadas: (a) buscas em *websites* e (b) entrevistas pessoais.

Por meio das buscas em *websites* foi possível coletar mais dados referentes às técnicas construtivas produzidas, servindo como comparativo para as entrevistas.

Nas duas metodologias, a seguinte questão foi analisada: “Qual(is) técnica(s) construtiva(s) habitacional(is) em madeira é(são) oferecida(s) comercialmente em cada empresa avaliada?”.

Com base na classificação de casas de madeira de De Araujo et al. (2016b), catorze opções de técnicas foram indicadas aos empresários: pilar-viga, casa móvel, tábuas e mata-junta, modular para canteiro, modular em CLT, *woodframe* modular, enxaimel, tábuas verticais pregadas, tábuas horizontais pregadas, tábuas horizontais macho-e-fêmea, *woodframe* misto, *woodframe* plataforma, *woodframe* balão e *log-home*. A décima quinta técnica, paliteiro com alvenaria, foi identificada neste estudo, durante o preparo do formulário. Essas respostas possuem um enfoque qualitativo de múltipla escolha em múltiplas alternativas. O hibridismo desse questionamento permitiu, quando necessário, a inserção de técnicas habitacionais em madeira não especificadas no formulário, como o caso da técnica de paliteiro.

Depois de obtidos os dados, as margens de erro para os dois métodos foram dimensionadas no *software online* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004), de acordo com o modo enfatizado no subcapítulo 3.8, respeitando os seus parâmetros de cálculo (Tabela 10).

5.3 Resultados e Discussão

A Tabela 13 indica, para os dois métodos de coleta de dados considerados, a população observada e as amostragens, bem como as suas margens de erro.

Tabela 13: População, amostras e margens de erro da pesquisa.

Resultado	Empresa (unidade)	Margem de Erro (%)
Tamanho Total da População Estudada	210	–
Amostragem Obtida nas Entrevistas Pessoais	107	6,65
Amostragem Obtida nas Buscas em <i>Websites</i>	207	0,82

Em ambas as metodologias seguidas, as margens de erro calculadas foram relativamente baixas, situando-se, de acordo com as prescrições de Pinheiro et al. (2011), muito aquém do nível aceitável de 10%, bem como próxima do nível ideal de 5% nas entrevistas pessoais e muito abaixo desse ponto nas buscas em *websites*.

Em ambas as metodologias, os dados da Figura 24 indicaram que um mesmo produtor de habitações em madeira pode produzir uma ou mais técnicas construtivas diferentes, independente de seu conceito arquitetônico e/ou origem cronológica. Os 107 produtores amostrados na metodologia de entrevistas pessoais também foram avaliados no método de buscas em *websites* e, com isso, verificou-se que todas as respostas obtidas foram idênticas no tocante ao questionamento sobre as técnicas construtivas em madeira disponíveis pelas mesmas. Essa condição de similaridade de respostas assegurou a credibilidade das respostas dadas pelos entrevistados, isto é, os proprietários dos produtores de casas de madeira, ao entrevistador.

As casas de tábuas horizontais pregadas consistiram na técnica construtiva com maior oferta de disponibilização tipológica nas duas populações observadas, alcançando 48,79% (101 empresas) no método de buscas em *websites* e 42,99% (46 empresas) nas entrevistas pessoais. Na metodologia de buscas em *websites*, a margem de erro pode aumentar ou reduzir esse valor em 0,41%, ao passo que, nas entrevistas pessoais, o valor obtido pode oscilar em $\pm 3,325\%$ (Figura 24).

No método de buscas em *websites*, a segunda técnica com maior oferta nas empresas brasileiras consistiu nas casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea, atingindo 29,95% de toda a população analisada. A terceira técnica mais popular foi a das casas de tábuas verticais pregadas, com um percentual de 28,50% ($\pm 0,41\%$).

Porém, essa ordem foi inversa para as entrevistas pessoais, visto que 37,38% dos produtores oferecem casas de tábuas verticais pregadas e 31,78% ofertam as casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea. A margem de erro de $\pm 3,325\%$ para as entrevistas pode inverter tal posição, devido à proximidade porcentual (Figura 24).

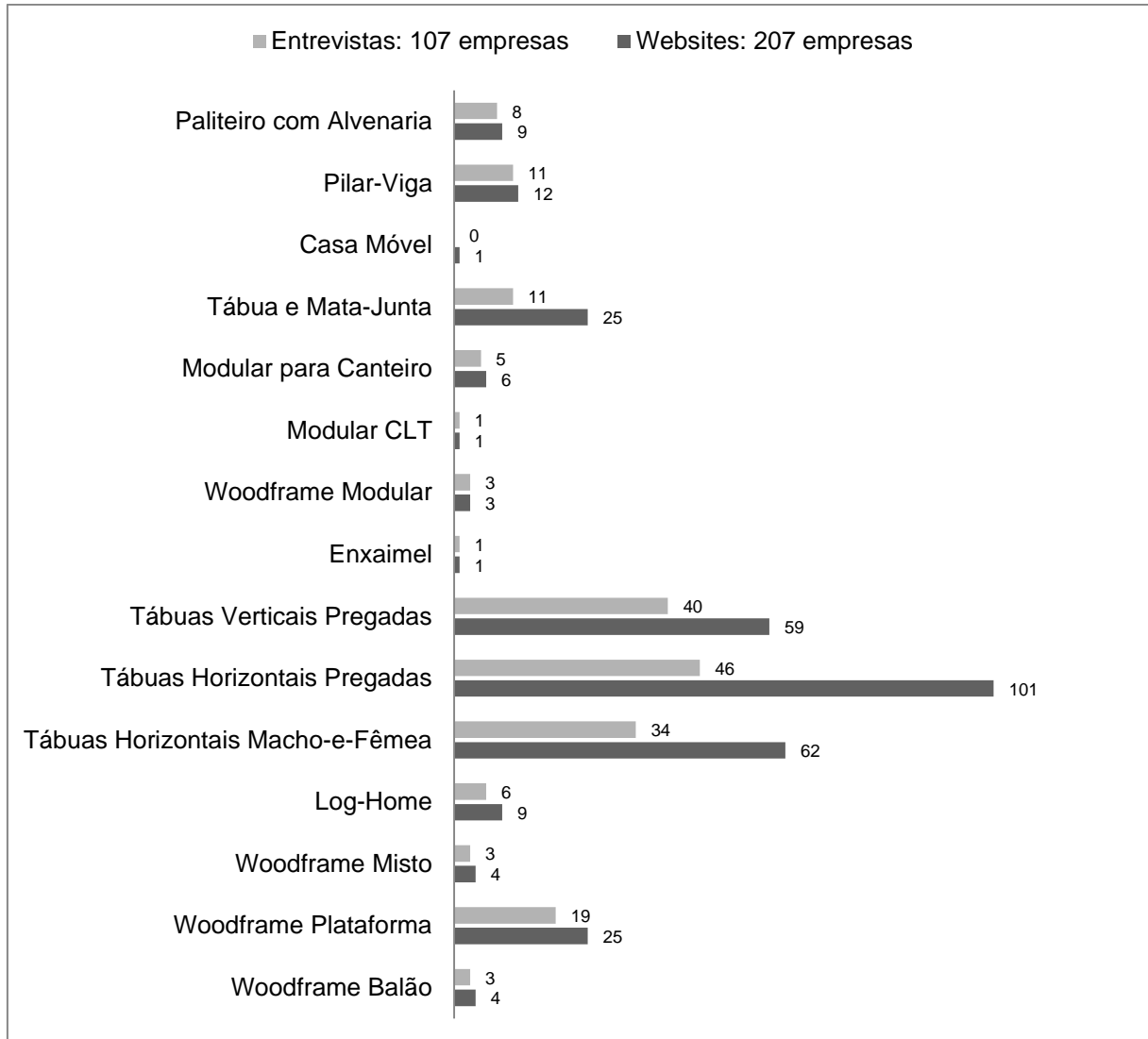


Figura 24: Quantidade de produtores de casas de madeira por técnica construtiva.

Ainda pela metodologia de buscas em *websites*, os percentuais referentes às ofertas das outras técnicas foram: *woodframe* plataforma (12,08%) e casa de tábua e mata-junta (12,08%), pilar-viga (5,80%), paliteiro com alvenaria (4,35%), *log-home* (4,35%), modular para canteiros (2,90%), *woodframes* balão e misto (1,93% cada), *woodframe* modular (1,45%), enxaimel e casa móvel (0,48% cada). As percentagens podem variar $\pm 0,41\%$, segundo a margem de erro para esse método (Figura 24).

No método de entrevistas pessoais, os percentuais referentes a mesmas ofertas apresentaram valores próximos, apesar dos valores ligeiramente distintos, exceto nas casas de tábuas horizontais pregadas, bem como seguiram o mesmo rol de popularidade. Em quarto lugar o *woodframe* plataforma conquistou 17,76% das empresas produtoras, a seguir das casas de tábua e mata-junta (10,28%), pilar-viga (10,28%), paliteiro com alvenaria (7,48%), *log-home* (5,61%), modular para canteiros (4,67%), *woodframes* balão, misto e modular (2,80% cada uma) e enxaimel (0,93%). Nessas entrevistas pessoais, todas as empresas informaram as suas técnicas, no entanto, nenhum produtor da técnica construtiva de casa móvel foi avaliado (Figura 24). Os valores obtidos para esse método de amostragem podem sofrer maiores oscilações, devido à margem de erro, citada anteriormente, de $\pm 3,325\%$.

Também foi possível constatar que muitas dessas empresas avaliadas ainda produzem edificações em madeira baseadas e/ou inspiradas em estilos europeus, como por exemplo, a casa de tábua e mata-junta, “cuja popularidade era bastante alta nos Séculos XIX e XX” de acordo com Imaguire Junior & Imaguire (2011).

Um comparativo dos resultados obtidos entre os métodos utilizados permitiu verificar que 98,57% das empresas foram diagnosticadas nas buscas por *internet* em *websites* corporativos, ao passo que 50,95% foram avaliadas nas entrevistas *in loco*, revelando uma abrangência muito satisfatória em ambos os casos (Figura 23). Como o principal método delineado foi o de entrevistas *in loco*, ainda foi possível identificar, em relação às buscas em *websites*, que o mesmo avaliou: 100% das empresas voltadas para as produções de enxaimel, modular em CLT e *woodframe* modular, 91,67% dos produtores de pilar-viga, 88,89% para a produção do paliteiro com alvenaria, 83,33% para as casas modulares para canteiro, 76% para o *woodframe* plataforma, 75,00% para *woodframe* misto e para *woodframe* balão, 67,80% para as casas de tábuas verticais pregadas, 66,67% para *log-home*, 54,84% para as casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea, 45,55% para as casas de tábuas horizontais pregadas e 44,00% para as casas de tábua e mata-junta. Somente as populações empresariais de duas técnicas habitacionais em madeira – tábuas horizontais pregadas e tábua e mata-junta – atingiram um índice de avaliação setorial abaixo do estimado conforme o seu total. Mesmo assim, essa margem foi próxima da metade em ambos os casos. Então, o método por entrevistas *in loco* junto aos empresários demonstrou uma amostragem muito diversificada e igualmente consistente ao método de buscas em *websites* corporativos.

Em um comparativo com o estudo de Punhagui (2014), apesar do enfoque distinto, essa autora salientou que “quatro sistemas construtivos pré-fabricados em madeira se fazem presentes no Brasil,... as casas de macho-e-fêmea, mata-juntas, toras e entramado leve”. Então, as quatro variedades dos *woodframes* denotadas neste estudo foram consideradas como uma única técnica por Punhagui (2014), ou seja, entramado leve em madeira; isso poderia gerar distorções no entendimento desse setor produtivo, visto que diferenças conceituais e produtivas são presentes, as quais foram elucidadas no itens 5.1.1 e 5.1.2. Outros cinco sistemas construtivos pré-fabricados predominantemente em madeira e/ou seus derivados (pilar-viga, tábuas horizontais pregadas, tábuas verticais pregadas, modular para canteiros e modular em CLT), disponíveis no país (Figura 24 e item 5.1.2), sequer foram listados naquele importante estudo. Além disso, apesar do conceito misto com outros materiais, o paliteiro com alvenaria e o enxaimel também permitem a pré-fabricação plena e/ou parcial de seus componentes estruturais em madeira e, similarmente ao supracitado, não foram considerados por Punhagui. Esses fatos reforçam a necessidade da difusão e da utilização da classificação desses sistemas construtivos em madeira, a qual foi proposta por De Araujo et al. (2016b), bem como a realização de pesquisas como a conduzida neste estudo, visando detalhar todo o setor produtivo de casas de madeira, não somente sob a ótica da pré-fabricação em fábrica, mas também incluindo as empresas artesanais e semi-industriais.

Por meio das classificações das técnicas construtivas habitacionais de Mello (2007) e De Araujo et al. (2016b), foi possível ordenar as técnicas disponíveis nas empresas amostradas (Figura 24) em tradicionais (antigas) e em contemporâneas (modernas) conforme a literatura aqui exposta, bem como quantificar a presença percentual dessas duas possibilidades cronológicas nos produtores brasileiros de casas de madeira avaliados (Figura 25).

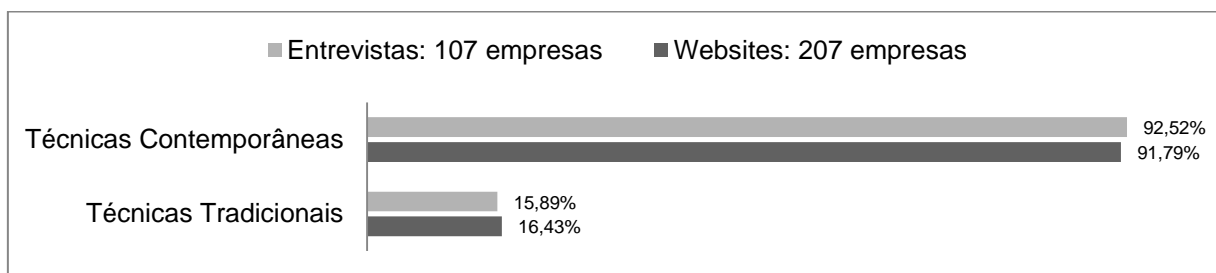


Figura 25: Percentual de produtores conforme a cronologia das casas de madeira.

Esses dois métodos avaliados (entrevistas pessoais e buscas em *websites*) identificaram, de modo similar, que as técnicas contemporâneas, isto é, as casas de madeira baseadas em tecnologias modernas, se fazem disponíveis na maioria das empresas instaladas no Brasil (Figura 25). A partir de uma pequena diferença entre os valores obtidos, esses dois métodos detectaram que quase todos os produtores oferecem técnicas contemporâneas, embora uma parte menor, mas considerável, dessas empresas ainda produzem técnicas tradicionais pautadas em conceitos mais antigos. Por fim, para ambas as metodologias, cerca de 8% das empresas ofertam, simultaneamente, as técnicas construtivas tradicionais e as contemporâneas.

5.4 Conclusões

Quinze técnicas construtivas de habitações em madeira foram encontradas no Brasil, sendo que uma delas, o “paliteiro”, foi descoberta durante a preparação do formulário, ao passo que, até então, o mesmo sequer era mencionado na literatura.

Este estudo identificou que, apesar do maior público avaliado no método de buscas em *websites*, os dois métodos utilizados na coleta de dados apresentaram resultados e ordens de popularidade semelhantes. Somente nas casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea e de casas de tábuas verticais pregadas, a posição foi inversa para cada metodologia, dada à proximidade de seus valores percentuais. A casa de tábuas horizontais pregadas apresentou a maior oferta nessas empresas avaliadas, apesar da maior diferença entre as amostragens realizadas. A ordem das ofertas mais populares incluiu, também, as técnicas de: tábuas horizontais macho-e-fêmea, tábuas verticais pregadas, tábua e mata-juntas e o *woodframe* plataforma. Essa principal variedade do *woodframe* já se situa entre as técnicas mais populares no Brasil, direcionando-o como um grande potencial habitacional para o futuro.

Essa caracterização permitiu ainda considerar que o setor brasileiro de casas de madeira está se voltando especialmente para a oferta de tipologias arquitetônicas contemporâneas, o que reforça uma maior disponibilidade de soluções construtivas mais eficientes e atuais, as quais utilizam matérias-primas de maior valor agregado, tais como a madeira maciça serrada padronizada e os derivados engenheirados de madeira. Por fim, verificou-se que o setor conta com poucas empresas consolidadas, em virtude de não ostentar uma representação mais notável e presente em todos os Estados, tal como ocorre com as casas de alvenaria.

Referências

- BENOIT, Y.; PARADIS, T. **Construction de maisons à ossature bois**. 4. ed. Saint-Germain, França: Eyrolles, 2008. 305 p.
- BINDERHOLZ. 2016. Disponível em: <<http://www.binderholz.com/>>. Acesso em 07 fev 2017.
- BOTUCASA. 2016. Disponível em: <<http://www.botucasa.com.br/>>. Acesso em 07 fev 2017.
- BRASIL CASAS. 2012. Disponível em: <<http://www.brasilcasas.net.br/>>. Acesso em 07 fev 2017.
- CALIL JÚNIOR, C.; DIAS, A. A. Utilização da madeira em construções rurais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 1, p. 71-77. 1997.
- CANTEIRO. 2014. Disponível em: <<http://www.canteiro.com.br/>>. Acesso em 07 fev 2017.
- CASAS CONDOR. 2010. Disponível em: <<http://www.casascondor.com.br/>>. Acesso em 07 fev 2017.
- CASEMA. **Manual de montagem**. Bom Jesus dos Perdões: Casema, 1998. 47 p.
- CESAR, S. F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente**: projeto conceitual. Florianópolis, 2002, 302 p. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis: UFSC, 2002.
- CHARLES, F. W. B. **Conservation of timber buildings**. Londres: Hutchinson & Co., 1984. 256 p.
- CHING, F. K. **Técnicas de construção ilustradas**. 4. ed. Porto Alegre: Brookman, 2010. 478 p.
- CRESPELL, P.; GASTON, C. **The value proposition for cross-laminated timber**. Québec: FPInnovations, 2011.
- DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.
- _____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; ALVES, P. R. G.; VASCONCELOS, J. C. S.; GONÇALVES, M. T. T.; GARCIA, J. N. Maquinário na indústria de casas de madeira do Estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 5., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APRE, 2015. p. 1-7.

_____; GAVA, M.; VASCONCELOS, J. S.; MORALES, E. A. M.; ALVES, P. R. G.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GONÇALVES, M. T. T.; GARCIA, J. N. Machinery of wooden housing industry in the Brazilian State of São Paulo. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 14., 2016, Viena. **Proceedings...** Viena: WCTE, 2016c. p. 1-8.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016d.

GUTIERREZ, R. M. **Casas móveis: experiência na região Oeste do Paraná**. 2008. 282 p. Dissertação (Mestrado em Design e Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

IMAGUIRE JUNIOR, K.; IMAGUIRE, M. R. G. **A casa de araucária**. v. 1. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011. 101 p.

ITACASAS. 2014. Disponível em: <<http://www.itacasasparana.com.br/>>. Acesso em 07 fev 2017.

KNIFFEN, F.; GLASSIE, H. Building in wood in the Eastern United States. **Geographical Review**, Hoboken, v. 56, n. 1, p. 40-66, 1966.

KRETSCHMANN, D. E. Commercial lumber, round timbers, and ties. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook** – wood as an engineering material. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt. 6. p. 1-25.

LANIER, G. M.; HERMAN, B. L. **Everyday architecture of the mid-Atlantic**: looking at buildings and landscapes. Baltimore: John Hopkins, 1997. 424 p.

LESSA, E. M. M.; SILVA, R. D. Desenvolvimento de sistema construtivo para habitação rural em madeira de reflorestamento. **Akrópolis**, Umuarama, v. 11, n. 3, p. 180-183, 2003.

MADEIREIRA POTRICH. 2015. Disponível em: <<http://potrich.com.br/>>. Acesso em 07 fev 2017.

MELLO, R. L. **Projetar em madeira**: uma nova abordagem. 2007. 195 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MILLS, F. **Cross laminated timber frames**. Letchworth: Willmott Dixon, 2010. 21 p.

NEUFERT, P.; NEFF, L. **Casa•apartamento•jardim: Projetar com Conhecimento• Construir Corretamente**. 2 ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2013, 256 p.

NOVAS-CABRERA, J. A. **Sistemas constructivos prefabricados aplicables a la construcción de edificaciones en países en desarrollo**. 2010. 57 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2010.

O'BRIEN, M. J. Hybrids on the way to the western platform frame: two structures in Western Virginia. **Preservation Education & Research**, Minneapolis, v. 3, 2010. p. 37-52.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de Mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PRESNITZ, R. The art of timber framing. **Natural Life Magazine**, Toronto, v. Jul/Ago, 2009, p. 23-25.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politecnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

RAMPAZZO, S. E.; SPONCHIADO, M. O uso da madeira de reflorestamento na construção civil com enfoque na habitação. **Revista de Pesquisa e Pós-Graduação**, Brasília, v. 2000, n. 1, p. 131-148. 2000.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

RIVERBEND TIMBER FRAMING. 2016. Disponível em: <www.riverbendtf.com/>. Acesso em 07 fev 2017.

SCALI & MENDES. 2016. Disponível em: <<http://www.scali.com.br/>>. Acesso em 07 fev 2017.

SHIMBO, I.; INO, A. A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 1997, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 157-162.

SOUTHLAND LOG HOMES. 2004. Disponível em: <www.southlandloghomes.com/>. Acesso em 07 fev 2017.

SZÜCS, C. A.; BATISTA, F. D. A Arquitetura de madeira na região de Curitiba: estudo comparativo entre a casa tradicional e contemporânea. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2007, Campo Grande. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 798-807.

TECVERDE. 2016. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/portfolio/>>. Acesso em 07 fev 2017.

THALLON, R. **Graphic guide to frame construction**. 3 ed. Newtown: Taunton Press, 2008. 258 p.

TOSOLINI, P. Other itineraries: modern architects on countryside roads. **The Journal of Architecture**, Londres, v. 13, n. 4, p. 427-451, 2008.

VOLLES, P. **Casa nr2 concluída**. 2011. Disponível em: <casaenxaimel.com.br/>. Acesso em 07 fev 2017.

WACKER, J. P. Use of wood in buldings and bridges. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook** – wood as an engineering material. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA / FPL, 2010. Capt. 17. p. 1-13.

WAGNER, J. D. **Ultimate guide to house framing: plan, design, build**. 3 ed., Upper Saddle River: Creative Homeowner, 2009. 239 p.

WEIMER, G. **Arquitetura popular da imigração alemã**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 296 p.

ZANI, A. C. **Arquitetura em madeira**. Londrina: Eduel; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013. 396 p.

6 MATÉRIAS-PRIMAS CONSUMIDAS NO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo tem como propósito avaliar os principais tipos de matéria-prima à base de madeira destinados à produção de habitações em madeira no Brasil. A coleta de dados presente nessa avaliação foi executada mediante entrevistas pessoais *in loco*, com caráter aleatório, junto aos empresários produtores de casas de madeira. Um questionamento foi feito para verificar quais os tipos de madeira e/ou derivados de madeira utilizados na produção de casas por essas empresas. Quinze respostas qualitativas fechadas e de caráter múltiplo foram listadas e, ao final dessa amostragem, convertidas para valores percentuais. O público amostral superou 50% da população total estimada, revelando uma margem de erro de 6,65%, que se situa próxima do nível ideal. Somente as matérias-primas estruturais foram declaradas em uso pelo setor. A madeira sólida serrada e a madeira sólida verde foram os insumos serrados mais usuais. O OSB e o compensado, bem como o MLC e a viga “I” foram, respectivamente, as chapas e vigas estruturais à base de madeira mais populares.

Palavras-chave: Material construtivo; Madeira; Habitação; Pesquisa setorial

Abstract

This chapter aimed to evaluate the main types of wood-based raw materials for the production of wooden housing in Brazil. The data collection made in this study was performed through personal interviews *in loco*, with random character, to the wooden housing entrepreneurs. A question was asked to verify the types of wood and/or wooden composites used in the production of housing by these ones. Fifteen closed qualitative responses of multiple character were listed and, at the end of the sampling, they were converted to percentage. Sample population exceeded 50% of the total estimated, revealing a margin of error of 6.65%, which is close to the ideal level. Only structural raw materials were declared in using by this sector. Sawn solid wood and green solid wood were the most common sawn wood-based inputs. The OSB and plywood, as well as glulam and I-joist were the most popular wood-based structural panels and beams, respectively.

Keywords: Building raw material; Timber; Housing; Sectoral research

6.1 Introdução

A diversificação do uso da madeira vem ganhando importância no cenário mundial por substituir produtos de fontes de recursos não renováveis, em especial os derivados do petróleo, como os plásticos e combustíveis (LONGUE JUNIOR & COLODETTE, 2013).

Simula (1999) identificou que os principais padrões comerciais dos produtos à base de madeira se resumem em: primários (lenha, carvão vegetal, tora e cavacos); oriundos da primeira transformação industrial da madeira (compósitos à base de madeira, serrados, etc.); e elaborados e com maior valor adicionado (móveis, etc.).

Na construção civil, a madeira é utilizada em usos temporários, como em formas para concreto, andaimes e escoramentos, ou ainda, para usos definitivos, como em estruturas, coberturas, esquadrias, forros, pisos, etc. (ZENID, 2009).

A madeira, indiscutivelmente um material de construção original, mantém a sua importância primordial na indústria da construção devido à sua versatilidade, diversidade e estética (LYONS, 2010). A madeira é um produto nobre, com muitas características benéficas no seu uso como elemento construtivo, bem como possui condições favoráveis de gerar o conforto dos usuários (SZÜCS, 2004).

Nos Estados Unidos, pouco mais da metade do volume de madeira colhida na floresta é transformada em material beneficiado para construção civil (FALK, 2010). Os produtos à base de madeira utilizados na construção variam desde peças com pouco ou nenhum processamento e até peças com vários graus de beneficiamento (ZENID, 2009). Eficientes e duráveis, os produtos de madeira podem englobar desde uma tora minimamente processada para qualquer casa de toras até um compósito altamente engenheirados e processado em larga escala (FALK, 2010).

Zenid (2009) classificou as madeiras para a construção em quatro categorias: madeira roliça, madeira serrada, madeira beneficiada e derivados da madeira.

A madeira roliça possui uma aplicação em sua forma natural ou torneada em um cilindro. Além disso, pode ser encontrada com ou sem a sua casca envoltória.

A extração da madeira roliça na floresta é realizada pela colheita da árvore a partir de um corte transversal em sua base, mediante o uso de motosserras, serras e serrotes ou por modernas máquinas de colheita, *e.g.*, *harvesters* ou *feller bunchers*.

A madeira serrada é oriunda do processo de corte longitudinal das toras de madeira, com ou sem casca, empregado na produção de peças na forma de tábuas, pranchas, vigas, vigotas, caibros, sarrafos ou ripas (GONÇALVES, 2000). Segundo Zenid (2009), a madeira serrada é obtida da transformação de toras processadas mecanicamente, transformando uma peça cilíndrica em quadrangular ou retangular.

Precursora da madeira serrada mecanicamente por maquinários elétricos, a madeira falquejada constitui na técnica artesanal baseada em cortes manuais para o seccionamento em blocos sólidos por meio de machados, formões, etc.

A madeira beneficiada é obtida pela usinagem das peças serradas por meio das operações de aplainamento, molduramento, torneamento, furação, desempenho, desengrosso, destopamento, respigamento, de ranhuras ou recortes (ZENID, 2009).

Sendo assim, a madeira aparelhada é o resultado do aplainamento das faces principais de uma peça serrada por meio de uma plaina mecânica, isto é, resulta em um produto serrado obtido nas etapas de esquadrejamento e facejamento (E-CIVIL, 2000). Embora ainda bastante popular nos países desenvolvidos, a madeira serrada maciça tem encontrado a concorrência de novos produtos de madeira, classificados como produtos engenheirados de madeira (CARVALHO, 2008). A Figura 26 ilustra três exemplos comuns de madeira serrada: prancha, bloco e tábuas.

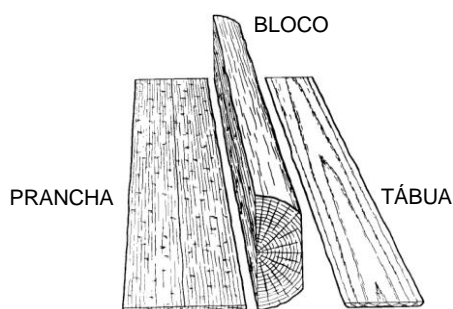


Figura 26: Exemplos de madeira serrada. **Fonte:** Wiedenhoef (2010).

Segundo Martins (1988), a secagem da madeira serrada apresenta benefícios como a estabilidade das dimensões das peças, redução dos riscos de manchas e apodrecimentos, redução do peso, maior tratabilidade e trabalhabilidade, aumento da resistência mecânica e da adesão, melhor fixação de pregos e parafusos.

Em situações de risco e exposição aos agentes que degradam a madeira, se faz necessário o uso de madeiras de alta durabilidade natural, que lhe garantam maior resistência (VIDAL et al., 2015). Porém, a escassez dessas madeiras nativas ocasionou a necessidade do tratamento da madeira, cujo processo buscava maior resistência às intempéries (CAVALCANTE, 1986). Com isso, a madeira tratada não apresenta o inconveniente de substituições e reparos frequentes envolvendo uma mão-de-obra cada vez mais cara e difícil, resolvendo o problema da falta de madeiras duráveis em aplicações mais severas como a agrícola e a construtiva (JANKOWSKY, 1990). De acordo com Vidal et al. (2015), a preservação industrial da madeira no Brasil tem intensificado esforços para o tratamento de espécies exóticas, como pinus e eucalipto, reduzindo a pressão de corte sobre as florestas nativas.

O uso de madeira sólida na construção tem limitações comumente impostas por sua seção transversal e comprimento (TEIXEIRA et al., 2014). Esse problema tem sido facilmente resolvido com o emprego dos modernos produtos de madeira engenheirada, os quais englobam robustas vigas derivadas da madeira coladas com adesivos estruturais para vencer grandes vãos. Dentre essas soluções destacam-se as vigas de madeira laminada, as mistas e as vigas feitas com tiras de madeira.

De um modo geral, os compósitos à base de madeira são produtos feitos especialmente a partir da madeira, um pequeno percentual de resina aglutinante e outros aditivos específicos (STARK et al., 2010).

Maloney (1996) criou quatro sistemas para classificar os derivados à base de madeira, os quais são formados por laminados, lamelados, materiais compósitos e materiais compósitos mistos de madeira com materiais não madeireiros. Então, tais derivados da madeira podem ser encontrados como chapas ou vigas (Figura 27).

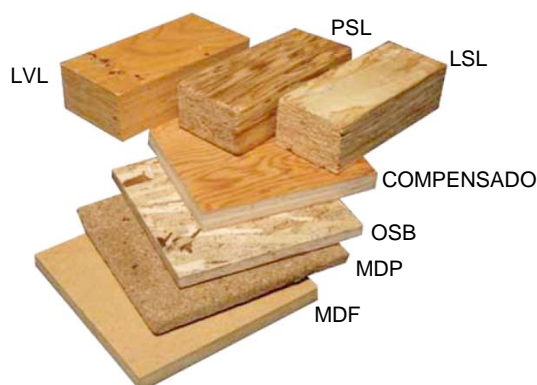


Figura 27: Exemplos de derivados de madeira. **Fonte:** Stark et al. (2010).

As chapas em madeira são identificadas conforme o arranjo do material lignocelulósico. Gonçalves (2000) ordenou esses painéis de madeira em três grupos:

- a) Partículas (e flocos): WB, OSB, PB e MDP;
- b) Fibras: MDF, HB e IB;
- c) Lâminas: PW e BB.

O WB (*Waferboard*) é a chapa de flocos não orientados, cujos flocos são alongados e de comprimento similar com orientação aleatória (MACKES & LYNCH, 2001) e possui 3 ou 5 camadas alternadas e perpendiculares (GONÇALVES, 2000), de caráter não estrutural. Quando o *waferboard* foi desenvolvido na década de 1950, esses flocos não foram intencionalmente orientados (SHMULSKY & JONES, 2011).

O OSB (*Oriented Strand Board*), ou chapa de flocos orientados, é um painel de uso estrutural manufaturado com finas partículas de madeira coladas por uma resina à prova d'água (STARK et al., 2010). Desenvolvido a partir do *waferboard* no início dos anos 1980, o painel OSB compartilha muitas das características de um compensado, contudo, possui uma utilização mais eficiente (SHMULSKY & JONES, 2011). Essa evolução tecnológica se baseou na manufatura de um painel estrutural com, geralmente, três camadas de partículas orientadas, cujas faces externas são alinhadas entre si e perpendiculares ao miolo (STARK et al., 2010). Os OSBs são aplicados principalmente como base para pisos, paredes e forros residenciais, bem como em embalagens, *pallets*, *decks*, armações para móveis e estofados, tapumes, entre outros (IWAKIRI et al., 2005a).

O PB (*Particleboard*), ou aglomerado, é o painel formado pela compressão de materiais lignocelulósicos fibrosos (HOFSTRAND et al., 1984), por exemplo, cavaco ou maravalha (ZENID, 2009), colados sob temperatura e pressão com uma resina pulverizada (CARLL, 1986). A tendência de inchamento por umidade, irreversível na espessura, é o grande fator de restrição em uso exterior (SCHARFETTER, 1980). Ao redor da metade da produção industrial de aglomerado é destinada ao uso moveleiro comercial ou habitacional, enquanto que um terço é consumido por fabricantes de gabinetes de cozinha ou de eletrônicos, como televisores e aparelhos de som (SHMULSKY & JONES, 2011). A aplicação construtiva é particularmente reduzida, com enfoque em pisos e decks para áreas não molhadas e/ou expostas ao tempo.

O MDP (*Medium Density Particleboard*), ou chapa de partículas de média densidade, é produzido com a aglutinação de partículas com resinas especiais, por meio da aplicação simultânea de temperatura e pressão (ZENID, 2009). O MDP é o painel mais consumido no mundo, sendo utilizado na fabricação de móveis retilíneos (tampas, laterais e divisórias) e, de forma secundária e não estrutural, na construção civil (BIAZUS et al. 2010). No Brasil, o painel MDP se distingue de um aglomerado tradicional por utilizar a madeira de florestas plantadas, bem como processos contínuos de prensagem, mais modernos que os cíclicos, o que conferiu melhores características mecânicas ao produto aqui obtido (VIDAL & HORA, 2014).

O HB (*Hardboard*), ou chapa dura, é fabricado com fibra de madeira obtida pelo refino de cavacos (FITTON & WALFORD, 1998), exibindo uma face lisa e a outra corrugada (ZENID, 2009). A chapa dura pode ser fabricada tanto por processo seco quanto úmido (GONÇALVES, 2000). Não possui usos construtivos estruturais.

O IB (*Insulation Board*), ou chapa isolante, consiste em uma chapa de baixa densidade não estrutural a qual possui matéria-prima derivada do desfibramento de cavacos de madeira em um refinador a vapor. De acordo com Maloney (1996), esse painel isolante se difere da chapa dura em virtude da ausência de um processo de prensagem a quente. Gonçalves (2000) apontou que a chapa isolante possui duas variantes de processo fabril, isto é, úmido e seco, cujo método mais antigo e popular, úmido e sem compressão de baixa densidade, é voltado para a utilização em divisórias e isolamento acústico. E o processo a seco, mais moderno, de acordo com Siempelkamp (2012), constitui no método em que as fibras são secas e aglutinadas via *spray* com resina de isocianato, de cura rápida, seguido do processo final de pré-prensagem para a sua formação.

O MDF (*Medium Density Fiberboard*), ou chapa de fibras de média densidade, é produzido a partir de fibras de madeira aglutinadas com resina sintética, as quais são consolidadas pela ação conjunta de temperatura e pressão (ZENID, 2009), cujo processo fabril é classificado como seco (STARK et al., 2010). A ureia-formaldeído ainda constitui na resina mais dominante na produção dos painéis MDF, ao passo que as suas interações químicas são notoriamente conhecidas (MALONEY, 1996). Gonçalves (2000) assinalou que o MDF é um produto homogêneo, uniforme, estável, denso e de superfície lisa e plana, o que promove um bom desempenho em usinagens complexas. O seu processo produtivo inclui um cozimento das partículas, levando a um maior grau de desagregação das fibras, bem como apresenta um maior consumo de madeira e resina por volume (VIDAL & HORA, 2014). Maloney (1996) salientou que o MDF é um eficiente substituto para a madeira “*clear*”, isto é, sem defeitos, por não apresentar estruturas de grãos, culminando em acabamentos e revestimentos eficazes.

O PW (*Plywood*), ou chapa compensada, é obtido pela colagem de lâminas geradas por um torno desenrolador ou faqueadeira (ZENID, 2009). É fabricado pela laminação cruzada, na qual as lâminas são sobrepostas em camadas (de 3 a 5) com a direção da grã perpendicular entre as camadas adjacentes (IWAKIRI et al., 2005b). Esse painel estrutural é feito por lâminas coladas com resinas fenólicas sintéticas, suficientemente duráveis para o uso exterior (FITTON & WALFORD, 1998). Marra (1992) delimitou que os compensados podem ser produzidos para usos geral, naval, industrial e decorativo, fins que dependem dos tipos de adesivos e laminas. Maloney (1996) verificou que o compensado rivaliza no mercado americano com o OSB.

O BB (*Blockboard*), ou compensado sarrafeado, constituem na alternativa de aproveitamento de resíduos das serrarias, em geral descartados ou destinados para a energia (IWAKIRI et al., 2005b). Gonçalves (2000) indicou que são revestidos por chapa dura, o seu miolo é composto por pequenos sarrafos colados lateralmente. Maloney (1996) determinou que uma versão recente também pode ser produzida pela colagem das bordas das finas tiras serradas do núcleo revestidas por madeiras serradas muito finas, em vez das usuais lâminas.

Por sua vez, as vigas de madeira (Figura 28) constituem nas peças sólidas de formatos cilíndricos ou retangulares, em alguns casos até curvilíneos, utilizadas na construção civil para vencer estruturalmente os vãos livres.

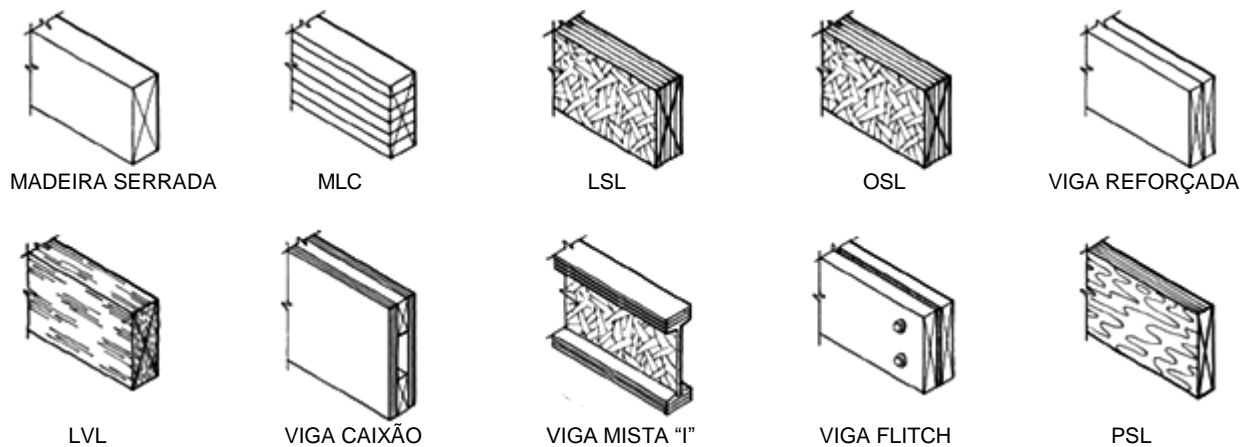


Figura 28: Exemplos de vigas de madeira. **Fonte:** Adaptado de Thallon (2008).

As vigas de madeira mais populares na construção civil são as de:

- a) Madeira serrada: resultado do beneficiamento de toras de madeira em blocos serrados em duas ou quatro faces. Enquanto o primeiro exemplo possui duas superfícies planas e duas arredondadas, o segundo apresenta a usinagem de suas quatro faces, isto é, sem as suas costaneiras.
- b) MLC (Madeira Laminada Colada) ou Glulam (*Glued Laminated Timber*): são formadas por três ou mais camadas de tábuas (lamelas) de madeira coladas em conjunto com as grãs orientadas paralelamente (HOADLEY, 2000) ao eixo longitudinal da peça, permitindo formas retas ou curvas (CAI, 2012). O MLC possui camadas de tábuas com dimensões precisas, as quais são coladas por meio de resinas à base de formaldeído em gabaritos (LYONS, 2010) e unidas por encaixes em suas extremidades para produzir elementos longos;

- c) LSL (*Laminated Strand Lumber*): representa a versão linear do OSB, com as partículas alinhadas em paralelo ao comprimento da peça (HOADLEY, 2000). A fabricação do LSL é similar ao OSB, pois a tora é processada em picadores rotativos para gerar partículas (LOUISIANA PACIFIC, 2013). Um LSL possui partículas alongadas próximas a 300 mm, as quais são um pouco maiores que as dos painéis OSB (CAI, 2012). Zhang & Lu (2014) enfatizaram que o emprego do LSL como um compósito de madeira estrutural tem conquistado uma notória aceitação em construções leves comerciais e residenciais;
- d) OSL (*Oriented Strand Lumber*): apesar da similaridade com o painel OSB, Chirasatitsin et al. (2005) avaliaram que sua formação é distinta, pois produz peças estruturais ao invés de chapas. São formados por flocos compridos ou maravalhas de cerca de 300 mm (GONÇALVES, 2000), cuja matéria-prima possui um comprimento menor que a do LSL (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2006). O material particulado é prensado em uma prensa injetora de vapor a qual produz uma densidade uniforme ao longo da viga (MALONEY, 1996);
- e) Viga reforçada: tábuas pregadas ou parafusadas formando uma viga única de madeira (THALLON, 2008). O seu foco é produzir um maciço de tábuas com maior resistência e estabilidade que um bloco de madeira, por conta de seu menor índice de defeitos, como rachaduras, nós, bolsas de resina, etc.;
- f) LVL (*Laminated Veneer Lumber*): é manufaturado pela microlaminação de blocos de toras, cujas lâminas são secas, combinadas com resina, prensadas e cortadas naquelas dimensões desejadas (AMERICAN WOOD COUNCIL & CANADIAN WOOD COUNCIL, 2013). Similar ao compensado, sua diferença de fabricação se limita, segundo Kurt et al. (2012), à orientação longitudinal da grã da lâmina. Carvalho (2008) assinalou que é composto por lâminas dispostas paralelamente em relação às fibras para um emprego com predomínio estrutural. Maloney (1996) distinguiu que, apesar de sua utilização primariamente estrutural, o LVL, feito com colas fenólicas ou uretanas, pode ser aplicado na fabricação de móveis mais robustos;
- g) Viga caixão: viga formada por duas vigotas separadas e revestidas por duas chapas de compensado externas, pregadas e coladas, formando uma caixa oca (THALLON, 2008). Possui a finalidade de prover alta resistência à flexão e a rigidez a um baixo custo em termos de material (LEWICKE et al., 1993);

- h) Viga mista tipo “I”: possui três partes em sua formação, a qual é representada por dois flanges, um interior e outro superior, e por uma alma em sua porção central (DE ARAUJO et al., 2016b). De acordo com Leichti et al. (1990), a composição dessas vigas inclui a madeira serrada (ou LVL) e o compensado ou (OSB). Ademais, essas vigas podem apresentar alma em chapa dura (FITTON & WALFORD, 1998). O desempenho estrutural das vigas “I” é muito dependente das propriedades de cisalhamento dos materiais de suas almas (MCNATT & SUPERFESKY, 1983). Derivadas das vigas de aço de formato similar, Hoadley (2000) realçou que o material adicional nos flanges é crucial para resistir ao estresse axial, ao passo que a conexão entre ambas, pela alma central, auxilia a resistir nas tensões de cisalhamento;
- i) Viga *fitch*: capazes de vencer grandes vãos, essa viga é composta por uma chapa de aço que é revestida entre duas tábuas de madeira, unidas pelo parafusamento de todo o conjunto (DESTEFANO & MACDONALD, 1997); É utilizada para melhorar o desempenho estrutural das vigas de tábuas;
- j) PSL (*Parallel Strand Lumber*): produto composto de ripas finas orientadas, em geral de resíduos da laminação de coníferas (GONÇALVES, 2000). Hoadley (2000) indicou que as ripas são pulverizadas com resina à prova d’água e levadas para uma prensa contínua onde o adesivo é curado por micro-ondas. A menor dimensão de uma partícula não deve ser superior a 6,4 mm e o seu comprimento deve ser ao menos 150 vezes a dimensão menor (CAI, 2012).

Um moderno compósito lignocelulósico estrutural foi desenvolvido, o qual se encontra em franca popularização por sua flexibilidade, pois está disponível tanto em chapas quanto em vigas. O novo derivado de madeira constitui na madeira laminada colada cruzada ou CLT (*Cross Laminated Timber*). Gagnon & Pirvu (2011) definiram-o como um painel robusto, feito por tábuas de madeira empilhadas ortogonalmente e coladas entre si em suas faces mais largas.

O CLT possui de 3 a 9 camadas ímpares, formando um painel estrutural de espessura entre 57 e 500 mm (PEREIRA, 2014), com vantagens como a construção rápida no local do canteiro de obras, bom potencial de estanqueidade interna do ar, paredes robustas e um alto nível de pré-fabricação (SUTTON et al., 2011). O CLT é um substituto adequado para alguns tipos de edifícios, os quais atualmente utilizam concreto, alvenaria e aço, ao passo que o mesmo apresenta uma montagem rápida e é ambientalmente correto (CRESPELL & GASTON, 2011).

A Figura 29 ilustra as camadas alternadas de um painel CLT e o comparativo direto entre as vigas de CLT (camadas ortogonais) e MLC (camadas paralelas).

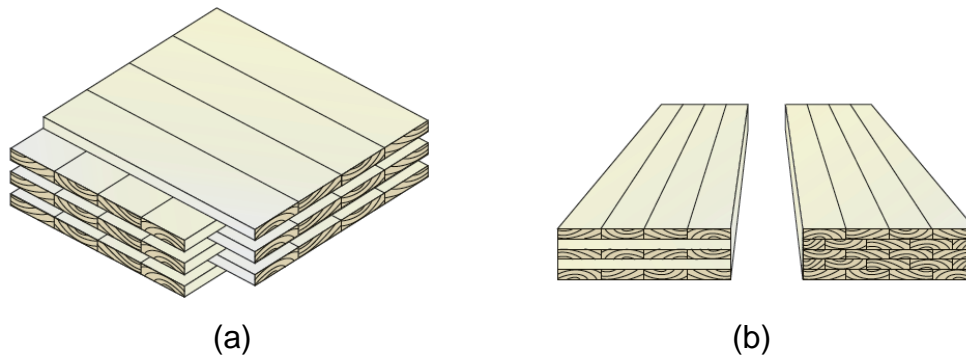


Figura 29: CLT em: (a) painel e (b) viga. **Fonte:** Gagnon & Pirvu (2011).

Outro produto à base de madeira constitui nas placas cimentícias, as quais apresentam uma resistência mecânica e hidro-ignífuga interessante a partir de um composto cuja composição inclui cimento e partículas e/ou fibras celulósicas.

Essas placas cimentícias são produzidas por meio de uma mistura de cimento *Portland*, fibras de celulose ou sintéticas e agregados (CRASTO, 2005), cujo agente aglutinante é representado pelo gesso ou, propriamente, pelo cimento (MALONEY, 1993). A maior proporção de particulados finos de madeira podem alcançar 63,5% (NENNEWITZ et al., 2008). A utilização de fibras vegetais como reforço nesses compósitos constitui em uma alternativa econômica e ecológica, por melhorar as resistências à tração, à flexão e ao impacto, conferindo uma maior estabilidade ao produto (RIBEIRO & MOREIRA, 2015).

Este estudo tem como propósito avaliar os principais tipos encontrados de madeiras destinadas à produção de habitações em madeira, indicando o percentual para cada matéria-prima à base de madeira em uso pelos produtores dessas casas no Brasil. Com isso, as hipóteses formuladas correspondem a:

- Mesmo com a menor popularidade dos compósitos estruturais no Brasil, já há uma oferta visível de utilização desses painéis;
- Apesar dos exemplos mais modernos das chapas e vigas estruturais à base de madeira, a madeira sólida serrada, seja em blocos e/ou em tábuas, possui a maior utilização no setor estudado;
- Diante do maior beneficiamento da madeira no Século XXI, a madeira verde, ou úmida, ainda apresenta um grande emprego nas empresas estudadas.

6.2 Material e Métodos

A verificação dos tipos de matéria-prima à base de madeira consumidos pelos produtores de casas de madeira instalados no Brasil foi conduzida por meio de um diagnóstico setorial realizado por entrevistas pessoais aleatórias aplicadas *in loco* junto aos empresários proprietários dessas empresas avaliadas. A entrevista incluiu a coleta das respostas individuais de cada empresário produtor de casas de madeira por meio do questionamento sobre as matérias-primas lignocelulósicas utilizadas.

No entanto, em razão da não existência de uma associação ou sindicato dos produtores de habitações em madeira, esse trabalho foi iniciado com a prospecção, por meio de uma ampla busca em *websites* corporativos. Assim, uma estimativa da população de produtores brasileiros de habitações em madeira foi obtida, permitindo uma avaliação setorial.

Mediante essa primeira etapa de prospecção, a verificação inicial apontou a localização e a quantidade por Estado dessas empresas produtoras de habitações em madeira em todo o Brasil.

A estimativa da população total dos 210 produtores de casas de madeira e a amostragem conduzida a partir desse montante (com 107 empresas plenamente avaliadas) foram ilustradas nas Figuras 5 e 7, respectivamente. Essa amostragem envolveu 50,95% da população total estimada dos produtores de casas de madeira instalados no Brasil e englobou os produtores localizados em três das cinco regiões brasileiras. Essa macrorregião, representada pela tríade Sudeste/Sul/Centro-Oeste, compreendeu 98,10% do total populacional estimado. Então, somente 1,90%, isto é, 4 empresas, se situam nas regiões não observadas nesse estudo (Figura 5), Norte e Nordeste, devido ao seu público absolutamente escasso e pontual.

Três restrições contribuíram para o foco da realização dessa coleta de dados naquelas empresas situadas na macrorregião Sudeste/Sul/Centro-Oeste (Figura 7): maior dificuldade no deslocamento para as regiões Norte e Nordeste e os grandes dispêndios econômico e de tempo para o desempenho *in loco* das entrevistas. À custa disso, as empresas dos Estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro não puderam ser avaliadas. Então, essa amostragem envolveu um estudo das empresas situadas em seis Estados brasileiros (Figura 7): Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal.

Então, a seguinte questão foi avaliada: “Quais os tipos das madeiras e/ou dos derivados de madeira utilizados por sua empresa?”. Essa questão foi formatada de um modo qualitativo com respostas múltiplas de caráter fechado.

Quinze respostas foram indicadas: tora seca e tratada; tora úmida; madeira sólida tratada (tábua e bloco); madeira sólida beneficiada (perfis usinados); madeira sólida verde (tábua e bloco); madeira sólida seca (tábua e bloco); madeira sólida seca e aparelhada (tábua e bloco); viga reforçada de madeira engenheirada; viga mista “I”; chapa de fibrocimento; madeira laminada colada cruzada (CLT); madeira laminada colada (MLC); madeira folheada laminada (LVL); compensado estrutural; e painel de partículas orientadas (OSB). Ao final da coleta de dados, essas respostas qualitativas foram convertidas para percentuais conforme essas quinze categorias.

A pesquisa envolveu a mensuração da margem de erro desse diagnóstico, cujo cálculo foi obtido junto ao *software online* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004) com uma distribuição resposta e grau de confiança indicados pelo próprio *software* (Tabela 10). O detalhamento do processo utilizado está enfatizado no item 3.8 do Capítulo 3. Essa margem de erro obtida foi comparada à prescrita pela literatura para a validação da sua amostragem.

6.3 Resultados e Discussão

Com a conclusão da estimativa da população total brasileira dos produtores de casas de madeira, uma amostragem foi delineada para mensurar a utilização dos tipos de madeira sólida (em tora ou serrada) e seus derivados madeireiros por parte das empresas desse setor. A Tabela 11 demonstrou a população total do setor e a amostragem contemplada nesta pesquisa com a sua respectiva margem de erro. Mediante a amostra estudada, essa margem de erro foi aferida (Tabela 11), o que retratou, segundo um comparativo com as prescrições de Pinheiro et al. (2011), se situar em um ponto bem abaixo do nível aceitável de 10% e sensivelmente próximo ao nível ideal de 5%. Então, para este estudo, essa margem foi de $\pm 3,325\%$.

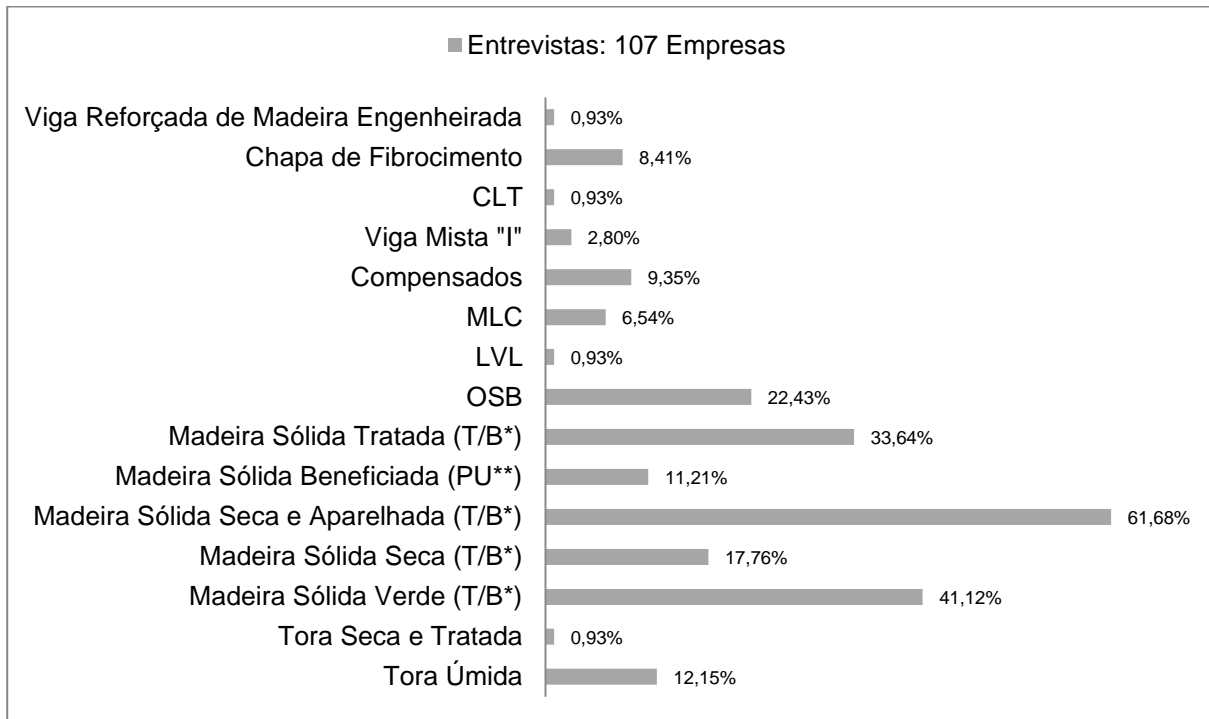
No âmbito do questionamento sobre os tipos de matérias-primas à base de madeira em oferta nos produtores de casas de madeira no Brasil, o perfil obtido de resposta das empresas avaliadas expressou um panorama definido para o emprego de materiais com um propósito especificamente estrutural, isto é, concentrado na madeira serrada e nos derivados de madeira estruturais (Figura 30).

Nas suas cinco categorias, a madeira sólida serrada, em blocos ou tábuas, demonstrou ter uma maior popularidade no setor de casas de madeira (Figura 30). Nesse contexto, a madeira sólida seca e aparelhada indicou ser o insumo madeireiro com maior uso, sendo presente em ao menos 60% das empresas avaliadas. Essa variedade com maior nível de beneficiamento possui maior presença diante de suas muitas vantagens. O processo de secagem desse material torna-o, segundo Martins (1988) e Jankowsky (1990) mais eficiente, estável e resistente para a construção. O procedimento de aplainamento para a retirada de imperfeições e defeitos superficiais gera uma matéria-prima com maior qualidade para a adesão, fixação e encaixe de peças estruturais. A melhoria dessas três condições confere uma maior qualidade para a edificação em madeira, por exemplo, um melhor encaixe entre os blocos da parede dos *log-homes* e uma interface *framing*-painel mais precisa nos *woodframes*.

Porém, a madeira sólida verde, caracterizada por ser uma matéria-prima mais bruta e grosseira, ainda é muito consumida nesse setor, alcançando o segundo lugar em popularidade, com mais de 40% do público amostrado (Figura 30). Muito comum nas técnicas construtivas de casa de tábua e mata-junta, casa de tábuas horizontais macho-e-fêmea e casa de tábuas pregadas (verticais e horizontais), esse material é altamente consumido por sua maior possibilidade de beneficiamento e menor custo de aquisição, apesar de sua menor qualidade final. Muitas das empresas avaliadas optam por beneficiar esse material em suas plantas fabris, secar em alguns casos e enviar a madeira já pronta para um ajuste fino e montagem da habitação no canteiro de obras. Então, tais empresas obtêm um menor gasto com processos de secagem controlada em estufa dessa madeira sólida verde, cuja secagem é realizada, na maior parte das vezes, ao ar livre. Geralmente, esse material é seco durante as etapas produtivas, como por exemplo, beneficiamento fabril, estocagem, transporte e montagem das peças ainda verdes. No caso das habitações de tábuas horizontais macho-e-fêmea, Casema (1988) realçou que “a secagem de peças auto-encaixáveis de madeira nativa verde ocorre ao longo da montagem e da ocupação da moradia”.

Usualmente oriunda de espécies exóticas, a madeira sólida tratada possui um processamento, enquanto verde (ou úmida), que inclui as etapas de beneficiamento fabril e preservação, com a finalidade do emprego estrutural em ambientes externos. Esse exemplo de material atingiu a terceira maior utilização nos produtores de casas de madeira no país, alcançando um público empresarial superior a 30% (Figura 30).

Essa oferta evidente é justificada por suas vantagens, segundo Jankowsky (1990), de maior durabilidade em aplicações mais severas como a agrícola e a construtiva.



* T/B: tábuas e blocos serrados de madeira; ** PU: perfis usinados de madeira.

Figura 30: Tipos de matérias-primas lignocelulósicas utilizadas pelo setor avaliado.

Outras duas categorias de matérias-primas secas, a madeira sólida seca e a madeira sólida beneficiada também tiveram consumos perceptíveis, as quais foram próximas de 18% e 11% das empresas, respectivamente (Figura 30). Essa madeira sólida seca apresenta um caráter mais grosseiro do ponto de vista superficial, sendo direcionada para as empresas que pretendem usinar e beneficiar integralmente seus elementos construtivos estruturais em plantas industriais próprias. E a utilização de madeira sólida beneficiada representa aquelas organizações que demandam perfis usinados para a produção de casas de madeira integralmente pré-fabricadas, isto é, com a montagem exclusivamente realizada no canteiro de obra.

No tocante à utilização de toras de madeira sólida, a amostragem revelou que ao redor de 12% das empresas avaliadas demandam toras úmidas (verde), visto que menos de 1% consome toras tratadas quimicamente em processos de preservação (Figura 30). Apesar do uso direcionado para as técnicas construtivas de *log-home*, de pilar-viga e do tipo paliteiro, esses exemplos ainda acusam certa popularidade.

No caso das toras verdes, essa oferta se baseia na utilização de espécies nativas, mais resistentes, enquanto que as toras tratadas consomem, em especial, as espécies exóticas. De um modo geral, esse menor consumo de toras de madeira implica que o setor produtivo de casas de madeira estudado é ainda dependente das serrarias, em particular, aquelas voltadas para o primeiro desdobro, devido à maior utilização de materiais serrados (Figura 30).

O painel de OSB consistiu no principal derivado de madeira em oferta pelas empresas produtoras de casas de madeira no Brasil, superando a presença em 20% das empresas (Figura 30). Esse alto índice é resultado da utilização do mesmo nas variedades da técnica construtiva de *woodframe*: balão, plataforma, misto e modular. Essa maior popularidade do uso desse derivado estrutural à base de madeira induz que o mercado de casas de madeira está se voltando para tecnologias construtivas mais modernas, tal como previu De Araujo et al. (2016a).

Outro painel de vedação estrutural, o compensado, se situou como o segundo derivado mais popular, com emprego em quase 10% da amostra avaliada (Figura 30). Similar ao OSB, o compensado é aplicado como vedação em *woodframes*. Essa característica posiciona o compensado como um substituto direto do painel OSB, em condições de escassez e disponibilidade e/ou de preços de compra mais elevados.

Ainda no tocante desses painéis para vedações estruturais, as chapas de fibrocimento alcançaram o terceiro posto de maior emprego por essas empresas, ao redor de 8% (Figura 30). Em geral, tais chapas são usualmente aplicadas na vedação de áreas molhadas, como banheiros, lavabos, lavanderias e cozinhas, das muitas técnicas construtivas em madeira. Em casos muito pontuais essas soluções foram informadas como o principal material construtivo de vedação para *woodframe*.

A seguir, a madeira laminada colada (MLC) e as vigas “I” apareceram com ofertas perceptíveis na ordem de 7 e 3%, respectivamente. Nesse caso, essas duas soluções estruturais para o sustento das casas consistiram nas vigas derivadas de madeira com maior oferecimento no público estudado.

As vigas reforçadas e as de LVL apresentaram uma concentração pontual na amostra realizada, alcançando menos de 1% cada. Uma empresa, ou quase 1% da amostra, indicou utilizar a madeira laminada colada cruzada (CLT) (Figura 30).

Alguns dos derivados à base de madeira de caráter estrutural não foram declarados em uso, pelas empresas avaliadas, na construção das casas de madeira no Brasil: PSL, OSL, LSL, viga *flitch*, viga tipo caixão e o compensado sarrafeado.

Ademais, nenhum dos derivados de madeira não estruturais, supracitados também como próprios para a construção, foi declarado em uso pela amostragem estudada, como por exemplo, MDP, MDF, *waferboard*, painel isolante, aglomerado e chapa dura. Diante disso, um cenário mercadológico muito restrito ainda se faz presente no Brasil, tanto para aplicações construtivas estruturais quanto não estruturais, pois muitos dos compósitos à base de madeira mundialmente existentes ainda não são fabricados e/ou oferecidos no país. Essa condição favorece na maior inserção e/ou futura exploração desses novos compósitos na construção civil brasileira.

6.4 Conclusões

As empresas produtoras de casas de madeira no Brasil declararam utilizar exclusivamente matérias-primas estruturais à base de madeira, incluindo, a madeira sólida serrada estrutural e os compósitos derivados de madeira. Então, esse público analisado acenou não utilizar derivados não estruturais na produção dessas casas.

A madeira sólida serrada apresentou uma maior popularidade dentre todos os materiais madeireiros declarados, com um maior uso para a variedade de madeira sólida beneficiada, cuja característica envolve um maior beneficiamento industrial e, conseqüentemente, um maior valor agregado devido a sua maior qualidade. Outras quatro variedades de madeira sólida serrada também apontaram usos perceptíveis. No entanto, a segunda matéria-prima mais popular foi aquela com menor índice de industrialização, isto é, a madeira sólida verde. Essa popularidade se baseou no fato da mesma ser uma matéria-prima mais grosseira, devido à carência dos processos de secagem e beneficiamento. Esse uso considerável se relaciona com um menor custo de compra e uma maior facilidade da usinagem, fatores próprios para aquelas empresas que desejam manufaturar a matéria-prima em insumos pré-fabricados de baixo custo, embora com qualidade inferior e maior instabilidade dimensional.

Dentre os derivados de madeira estruturais mais populares no setor brasileiro de habitações em madeira, o painel de partículas orientadas (OSB) e o compensado foram as duas principais fontes de matéria-prima lignocelulósica em uso na categoria de chapas de vedação. Em relação ao segmento das vigas, a madeira laminada colada (MLC) e as vigas "I" foram os derivados lineares estruturais mais populares na amostra setorial avaliada.

Referências

AMERICAN WOOD COUNCIL (AWC). **Structural composite lumber & glued laminated timber awareness guide**. Leesburg: AWC, 2006. 7 p.

AMERICAN WOOD COUNCIL (AWC); CANADIAN WOOD COUNCIL (CWC). **North American laminated veneer lumber**. Washington: AWC; Québec: CWC, 2013. 16 p.

BLAZUS, A.; HORA, A. B.; LEITE, B. G. P. Panorama de Mercado: painéis de madeira. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 32, p. 49-90, 2010.

CAI, Z. Wood composite laminates. In: NICOLAIS, L.; BORZACCHIELLO, A. (eds.). **Wiley encyclopaedia of composites**. 2. ed., vol. 5. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. p. 3204-3211.

CARLL, C. **Wood particleboard and flakeboard: types, grades, and uses**. General Technical Report FPL-GTR-53. Madison: USDA; FPL, 1986. 9 p.

CARVALHO, A. M. Caracterização de painéis LVL obtidos da madeira do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* do Estado de São Paulo. In: LAHR, F. A. R. **Produtos derivados da madeira**. São Carlos: EESC-USP, 2008. Capt. 1. p.1-28.

CASEMA. **Manual de montagem**. Bom Jesus dos Perdões: Casema, 1998. 47 p.

CAVALCANTE, M. S. Histórico da preservação de madeiras. In: LEPAGE, E. S. **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. p. 9-39.

CHIRASATITSIN, S.; PRASERTSAN, S.; WISUTMETHANGOON, W.; KYOKONG, B. Mechanical properties of rubberwood oriented strand lumber (OSL): the effect of strand length. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, Hat Yai, v. 27, n. 5, 2005. p. 1047-1055.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos**. 2005. 231f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2005.

CREPELL, P.; GASTON, C. **The value proposition for cross-laminated timber**. Québec: FPIInnovations, 2011. 21 p.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; GAVA, M.; VASCONCELOS, J. S.; MORALES, E. A. M.; CACHANESKI-LOPES, J. P.; BARBOSA, J. C.; LOPES, A. G.; GARCIA, J. N. Utilização de derivados da madeira em habitações pré-fabricadas produzidas no Brasil. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 15., Curitiba, 2016. **Anais...** São Carlos: Ibramem, 2016b. p. 1-12.

DESTEFANO, J.; MACDONALD, J. **Design guides for flitch plate beams and lally columns**. Connecticut: Structural Engineers Coalition, 1997. 9 p.

E-CIVIL. **Dicionário da construção civil**: significado de madeira aparelhada. 2000. Disponível em: <www.ecivilnet.com/dicionário/o-que-e-madeira-aparelhada.html>. Acesso em 8 mar 2017.

FALK, R. H. Wood as a sustainable building material. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook** – wood as an engineering material. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt. 1. p. 1-6.

FITTON, M.; WALFORD, B. Hardboard webbed wood I-beams. **NZ Timber Design Journal**, Wellington, v. 7, n. 3, 1998. p. 3-14.

GAGNON, S.; PIRVU, C. **CLT handbook**: cross-laminated timber. Québec: FPIInnovations, 2011. 594 p.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da madeira**. Bauru: Document Center Xerox/USC, 2000. 245 p.

HOADLEY, R. B. **Understanding wood**: a craftsman's guide to wood technology. Newtown: Taunton Press, 2000. 280 p.

HOFSTRAND, A. D.; MOSLEMI, A. A.; GARCIA, J. F. Curing characteristics of wood particles from nine Northern Rocky Mountain species mixed with Portland cement. **Forest Products Journal**, Madison, v. 34, n. 2, 1984. p. 57-61.

IWAKIRI, S.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; MENDES, L. M.; LATORRACA, J. V. F. Painéis de madeira aglomerada. In: IWAKIRI, S. (Ed.). **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005(a). Capt. 4. p. 123-166.

_____; KEINERT JUNIOR, S.; MENDES, L. M. Painéis de madeira compensada. In: IWAKIRI, S. (Ed.). **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005(b). Capt. 3. p. 87-122.

JANKOWSKY, I. P. Fundamentos de preservação de madeiras. **Documentos Florestais**, Piracicaba, n. 11, p. 1-12, 1990.

KURT, R.; MERİÇ, H.; ASLAN, K.; ÇİL, M. Laminated veneer lumber (LVL) manufacturing using three hybrid poplar clones. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v. 36, p. 237-245, 2012.

LEICHTI, R. J.; FALK, R. H.; LAUFENBERG, T. L. Prefabricated wood composite I-beams: a literature review. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 62-79, 1990.

LEWICKE, E. T.; CHENG, J. J. R.; BACH, L. Web behaviour in wood composite box beams. **Structural Engineering Report**, Edmonton, n. 193, p. 1-96, 1993.

LONGUE JUNIOR, D.; COLODETTE, J. L. Importância e versatilidade da madeira de eucalipto para a indústria de base florestal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, 2013. p. 429-438.

LOUISIANA PACIFIC (LP). **Framing solutions: laminated strand lumber** – when strength, stiffness, and straightness matter. Nashville: LP, 2013. 66 slides.

LYONS, A. **Materials for architects & builders**. 4 ed. Burlington: Butterworth-Heinemann; Oxford: Elsevier, 2010. 420 p.

MACKES, K. H.; LYNCH, D. L. The effect of aspen wood characteristics and properties on utilization. In: RMRS-P-18: SUSTAINING ASPEN IN WESTERN LANDSCAPES: SYMPOSIUM, 2000. **Proceedings...** Fort Collins: Forest Service; RMRS, 2001. p. 429-440.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing**. Madison: FPL, 1993. 681p.

_____. The family of wood composite materials. **Forest Products Journal**, Madison, v. 46, n. 2, 1996. p. 19-26.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding: principle in practice**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453 p.

MARTINS, V. A. **Secagem de madeira serrada**. Brasília, IBDF/DPq — LPF, 1988. 52 p.

MCNATT, J. D.; SUPERFESKY, M. J. **Long-term load performance of hardboard I-beams**. Research Paper FPL-441. Madison: USDA/FPL, 1983. 10 p.

NENNEWITZ, I.; NUTSCH, W.; PESCHEL, P.; SEIFERT, G. **Manual de tecnologia da madeira**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2008. 354 p.

PEREIRA, M. C. M. **Metodologia para estudo da caracterização estrutural de painéis de madeira laminada colada cruzada**. 2014. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

RIBEIRO, J. M. S.; MOREIRA, K. M. V. Análise preliminar da produção de placas pré-moldadas com fibra de coco. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 2., 2015. **Anais...** Fortaleza: CREA, 2015. p.1-4.

SCHARFETTER, H. Thickness stability of particleboard. **International Journal of Adhesion and Adhesives**, Amsterdam, v. 1, n. 2, 1980. p. 93-95.

SHMULSKY, R.; JONES, P. **Forest products & wood science: an introduction**. 6 ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2011. 477p.

SIEMPELKAMP. **Wood-fiber insulation board: Siempelkamp dry process**. Krefeld: Siempelkamp, 2012. 4p.

SIMULA, M. Trade and environmental issues in forest production. In: KEIPI, K. (Ed.), **Forest resource policy in Latin America**. Washington: Inter-American Development Bank, 1999, p. 195-230.

STARK, N. M.; CAI, Z.; CARLL, C. Wood-based composite materials: panel products, glued-laminated timber, structural composite lumber, and wood-nonwood composite materials. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook – wood as an engineering material**. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt 11. p. 1-28.

SUTTON, A.; BLACK, D.; WALKER, P. **Cross-laminated timber: an introduction to low-impact building materials**. Information Paper IP17/11. Watford: BRE Publications, 2011. 6 p.

SZÜCS, C. P. **Sistema Stella-UFSC: avaliação e desenvolvimento de sistema construtivo em madeira de reflorestamento voltado para programas de habitação social**. Relatório Final de Pesquisa – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis: UFSC, 2004. 87 p.

TEIXEIRA, D. E.; MELO, J. E.; ANACLETO, J. E. Testing quality of compression bonding to shearing on six brazilian hardwood species. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 103, 2014. p. 393-401.

THALLON, R. **Graphic guide to frame construction**. 3 ed. Newtown: Taunton Press, 2008. 258 p.

VIDAL, A. C. F.; HORA, A. B. Panorama de mercado: painéis de madeira. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 40, p. 323-384, 2014.

VIDAL, J. M.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; JANKOWSKY, I. P. Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.

WIEDENHOEFT, A. Structure and function of wood. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook – wood as an engineering material**. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt 3. p. 1-18.

ZENID, G. J. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: IPT, 2009. 103 p.

ZHANG, H.; LU, X. Modeling of the elastic properties of laminated strand lumber. **Wood Research**, Bratislava, v. 59, n. 1, p. 1-10, 2014.

7 ESPÉCIES DE MADEIRA UTILIZADAS NO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

O capítulo procurou avaliar as madeiras sólidas destinadas à produção de casas de madeira, indicando o percentual de cada espécie disponível nas suas respectivas empresas instaladas no Brasil. As metodologias de entrevistas pessoais e de buscas em websites foram utilizadas na coleta de dados para duas questões sobre a origem e as espécies de madeira, nativas e/ou exóticas. As margens de erro obtidas de 6,65% e 2,20% se situaram, respectivamente, para um grau aceitável nas entrevistas pessoais e um nível ideal nas buscas em websites. As madeiras exóticas revelaram uma maior oferta nas empresas estudadas, porém, as espécies nativas ainda apresentaram uma participação notória no país. As nativas grápia e angelim pedra, bem como oito variedades de exóticas, sendo quatro de eucalipto e quatro de pinus, se situaram entre as espécies de madeira com maior oferecimento nas duas amostras. Também se constatou que o pinus possui maior oferta que o eucalipto.

Palavras-chave: Madeira nativa; madeira exótica; construção; diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to evaluate the solid wood used for the production of wooden houses, showing the percentage of each species available in their respective companies in Brazil. The methodologies of personal interviews and website search were used in the data collection for two questions about the origin and the species, native and/or exotic ones. Obtained margins of error of 6.65% and 2.20% reached acceptable level in personal interviews and ideal for website search, respectively. Exotic wood showed a greater availability in the studied companies, however, native ones still had a notorious participation in the country. The grápia and angelim-pedra native species, as well as eight exotic varieties, four eucalypts and four pines, were among the most popular wood species in the two sampling methods. Furthermore, pine wood presented a greater availability than eucalypt.

Keywords: Native timber; Exotic timber; Construction; Sectoral research

7.1 Introdução

O Brasil é referência mundial no cultivo de árvores para finalidades industriais, destinadas à produção de painéis, pisos laminados, celulose, papel, biomassa e carvão, isto é, itens presentes em nossas casas e atividades cotidianas (IBÁ, 2017). A madeira é um dos muitos produtos florestais utilizados ao redor do mundo, tanto para pequenas quanto grandes construções (RAMAGE et al., 2017) que, segundo García-Navarro & Martínez-Elcoro (1996), é o material mais natural para estruturas.

Segundo Ponce (1995), em países de menor produção madeireira, as obras feitas em madeira são símbolos de prestígio e de riqueza.

A oferta global de madeira é suficiente para o futuro previsto, embora exista uma tendência mundial para o desmatamento, cuja principal razão da devastação florestal remonta à agricultura, apesar da exploração madeireira ilegal ainda ser uma importante preocupação (RAMAGE et al., 2017).

7.1.1 Florestas nativas e plantadas no Brasil

As florestas nativas são utilizadas predominantemente nas serrarias, para a laminação, em compensados e como lenha, ao passo que as florestas plantadas são utilizadas na produção de celulose, serrados, lâminas, painéis reconstituídos, carvão vegetal e lenha (JUVENAL & MATTOS, 2002).

Com a escassez da matéria-prima florestal na Amazônia, os empresários buscam alternativas para manter suas atividades, por meio de adoção de técnicas de manejo florestal ou por reflorestamentos com espécies potenciais (ANGELO et al., 2004). Em paralelo, o manejo sustentável das florestas nativas, cuja atuação se remete à administração da floresta e possibilita benefícios econômicos e sociais, respeitando-se à sustentação do ecossistema (JUVENAL & MATTOS, 2002).

Até meados de 1960, as florestas nativas, principal fonte de suprimento de madeira para o setor de base florestal no Brasil, foram cortadas sem qualquer preocupação ou critério oficial com a racionalização da sua extração (ALVES et al., 2003). O desmatamento no Brasil ocorre em função da quantidade de vontade política em um dado momento, da economia atual e do aumento dos preços das commodities como a madeira, soja e carne bovina (LOVEJOY, 2011).

Junto à expansão da fronteira agrícola (SALES & FONTES, 1993), a madeira também se apresenta como financiadora do desflorestamento no Brasil, visto que constitui no produto mais rentável da floresta (VERÍSSIMO et al., 1995).

Em contrapartida, na década de 1960 o governo brasileiro buscou saídas para mitigar esse problema crônico. Alves et al. (2003) avaliaram que, em detrimento dos manejos ineficientes não sustentáveis em larga escala, três estratégias contribuíram para ampliar a eficiência do setor florestal do país: promulgação do Código Florestal em 1965, a instituição do incentivo fiscal para reflorestamento (FISSET) em 1966 e a criação do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) em 1967.

A execução de bons planos de manejo de florestas nativas, com consistência econômica, ambiental e social, pode garantir o aumento da produção de madeira em sincronia com a proteção das florestas contra os desmatamentos e as ocupações desordenadas (JUVENAL & MATTOS, 2002). O impulso para o desenvolvimento do cultivo de florestas para fins industriais foi estimulado por meio dos incentivos fiscais (FISCHER, 2007), fato que ampliou a competitividade do setor devido às políticas governamentais desenvolvidas a partir de 1964 e extintas em 1988 (ABIMCI, 2003).

Esse descontínuo dos incentivos estatais se contrapõe à primeira função típica do Estado na área florestal que, segundo Silva (2001), se referiu à realização do macro planejamento da proteção e utilização dos recursos florestais. Em prejuízo, Ribeiro et al. (2000) lembrou que as mudanças institucionais, como a extinção dos incentivos fiscais, elevaram bastante os custos de produção das florestas plantadas, influenciando alterações da estrutura de governança desse segmento.

A carência de políticas públicas mais assertivas e atualizadas, para estimular o plantio de florestas de espécies madeiráveis voltadas para a produção de madeira serrada e/ou beneficiada, produtos acabados em madeira e painéis derivados de madeira, assegurando a ampliação da fonte de recursos naturais para essa indústria e minimizando o uso de madeiras nativas, ainda se faz presente no Brasil. Apesar da grande quantidade de florestas plantadas no país, a sua maioria é destinada para a produção de celulose e papel.

O corte raso de eucalipto para celulose ocorre com 7 anos e o desbaste de pinus com o mesmo fim começa a ocorrer entre 9 e 10 anos, enquanto que para a obtenção da madeira serrada com bom aproveitamento da tora, esses prazos são maiores, isto é, 12 anos para o eucalipto e até 18 anos para o pinus (JUVENAL & MATTOS, 2002). Essa grande diferença entre os tempos de cultivo desestimula os produtores florestais no direcionamento de suas áreas para a produção de florestas voltadas para a obtenção de madeira serrada.

Nas últimas décadas, a grande vantagem das plantações florestais produtivas se consolidou no mundo, ao passo que o seu estabelecimento se relaciona com o fornecimento de grandes quantidades de madeira a partir de áreas relativamente pequenas, reduzindo a necessidade da utilização de madeiras de florestas naturais (GLADSTONE & LEDIG, 1990; MATHER, 1990; SEDJO & BOTKIN, 1997; SEDJO, 1998; WHITMORE, 1999; BOWYER, 2001; TURNER et al., 2006; SOUZA et al., 2008; DONGRE, 2011; PAWSON et al., 2013; AINEMBABAZI & ANGELSEN, 2014).

No Brasil, as principais espécies exóticas utilizadas nas florestas plantadas com fins industriais são o pinus e o eucalipto (GONÇALVES, 1995; ABIMCI, 2009), as quais possuem um alto grau de disseminação (ZANCHETTA & DINIZ, 2006).

As florestas plantadas basicamente não apresentam tantas práticas ilegais quando comparadas às florestas nativas (EVANS, 2009). Apesar de uma floresta plantada apresentar um risco menor de ser produzida de forma ilegal, esse risco ainda existe, como por exemplo, em plantios de eucalipto e pinus dentro de áreas de preservação permanente e reserva legal (BRAGA & SARROUF, 2011). Uma floresta plantada ou uma área de manejo florestal deve ser criada com atenção ao local de instalação, buscando salvaguardar a natureza ao seu entorno ao menor impacto. Assim, a extração da madeira para fins comerciais torna-se viável e saudável.

Atualmente, os recursos para as atividades florestais podem ser obtidos por linhas de financiamento com juros subsidiados pelo governo federal, programas de pagamentos por serviços ambientais associados à produção de água, ou ainda, pela comercialização dos créditos de carbono (CAMPOS FILHO & SARTORELLI, 2015). Apesar disso, a cadeia da madeira ainda carece de oportunidades assertivas para popularizar-se como uma fonte de recursos renováveis para a construção civil.

Além de seu caráter econômico para o país, o uso de madeira exótica ajuda a preservar as matas nativas, quanto ao extrativismo de madeiras (ZANCHETTA & DINIZ, 2006). Simultaneamente, as seguintes espécies estão sendo estudadas para a exploração futura como florestas plantadas: a teca (*Tectona grandis*), o paricá (*Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke), o mogno (*Swietenia macrophylla* King) (ANGELO et al., 2004), o mogno africano (*Khaya* spp.) (TREMACOLDI et al., 2013), a acácia (*Acacia mangium*) (SOUZA et al., 2004), etc. Devido às características favoráveis dessas espécies para o uso como madeira serrada, possivelmente esses plantios serão direcionados para o beneficiamento da madeira em produtos de alto valor agregado. Atualmente, a indústria tem concentrado seus esforços para o uso de espécies exóticas na fabricação de elementos construtivos, especialmente de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp.

7.1.2 Espécies nativas para a construção de casas de madeira

As habitações em madeira de espécies nativas constituem em uma opção de mercado muito popular. A Tabela 14 ilustra as principais espécies utilizadas no país.

Tabela 14: Nomenclaturas das espécies nativas de madeira sólida.

Nome Científico	Principais Nomes Comerciais
<i>Amburana spp.</i> ^a	Cerejeira ^{a,b} , Amburana ^b , Imburana ^b
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> ^{b,c}	Angico Preto ^{b,c} , Angico-bravo ^b , Guarapiraca ^b
<i>Apuleia leiocarpa</i> (J.Vogel) J.F.Macbr. ^{a,b,c}	Grápia ^{a,b,c} , Garapa ^{a,b,c} , Garapeira ^{a,b,c} , Muirajuba ^{a,b}
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg. ^{a,b,c,d,e}	Peroba Rosa ^{a,b,c,d,e} , Peroba-do-Sul ^{a,b}
<i>Aspidosperma populifolium</i> ^f	Peroba Mica ^f
<i>Astronium lecointei</i> Ducke ^{a,b,c,d}	Maracatiara ^{b,c,d} , Muiracatiara ^{a,c,d}
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl. ^{a,b,c,d}	Tatajuba ^{a,b,d} , Bagaceira ^{b,d} , Garrote ^{b,c,d}
<i>Buchenavia spp.</i> ^{b,d}	Tanibuca ^{b,d} , Cinzeiro ^b , Carará ^d
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers. ^{b,c,d}	Piquiá ^{b,d} , Piqui ^{b,d} , Pequiarana ^{b,c,d}
<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke ^{a,b,c}	Cedromara ^{a,b,c} , Cedrorana ^{a,b,c} , Cedroarana ^{a,b,c}
<i>Couratari oblongifolia</i> ^{a,b,c}	Tauari ^{a,b,c} , Imbirema ^{a,b,c} , Estopeiro ^{a,b,c}
<i>Dialium guianense</i> ^d	Tamarindo ^d
<i>Dinizia excelsa</i> Ducke ^{a,b,c}	Faveira-ferro ^{a,b,c} , Angelim-vermelho ^{a,b,c}
<i>Dipteris purpurea</i> (Rich) ^{a,b}	Sicupira ^{a,b} , Sapupira ^{a,b}
<i>Dipteryx odorata</i> (Aublet.) Willd. ^{b,c,d,g}	Cumaru ^{b,c,d} , Champanha ^{b,c} , Ipê Champagne ^g
<i>Erismia uncinatum</i> Warm ^{a,b,c}	Cedrinho ^{a,b,c} , Jaboti ^{a,b,c} , Bruteiro ^{a,b,c}
<i>Goupia glabra</i> Aubl. ^{a,b,c}	Cupiúba ^{a,b,c} , Peroba-do-Norte ^{a,b,c} , Peroba-bosta ^b
<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke ^{a,b,c}	Angelim Pedra ^{a,c} , Angelim-amarelo ^{a,b,c}
<i>Lecythis pisonis</i> ^{b,e}	Sapucaia ^{b,e} , Castanha-sapucaia ^b
<i>Manilkara spp.</i> ^{a,b,c}	Maçaranduba ^{a,b,c} , Aparaiú ^b , Parajuba ^b
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez. ^{a,b,c}	Itaúba ^{a,b,c} , Abiurana ^a , Itaúba-grande ^b
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre ^{a,b,c}	Guajará ^{a,b,c} , Grumixava ^{a,b,c} , Curupixá ^{a,b,c}
<i>Myroxylon balsamum</i> (L) Harms ^{b,d}	Cabreúva ^{b,d} , Bálsamo ^{b,d} , Óleo-pardo ^{b,d}
<i>Nectandra lanceolata</i> ^d	Canelão ^d , Canela-branca ^d
<i>Nectandra rubra</i> (Mez) C. K. Allen ^{a,b,c}	Louro ^{a,b} , Louro-vermelho ^{a,b,c} , Gamela ^{a,b}
<i>Ocotea catharinensis</i> Mez. ^d	Canela ^d , Canela-preta ^d
<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart) Barroso ^{b,d,e}	Imbuia ^{b,d,e} , Canela-imbuia ^b , Embuia ^b
<i>Paratecoma peroba</i> ^b	Peroba Branca ^b , Peroba-tremida ^b , Ipê Rajado ^b
<i>Peltogyne spp.</i> ^{a,b,c}	Roxinho ^{a,b,c} , Pau-roxo ^{a,b,c} , Amarante ^{a,b,c} , Violeta ^{b,c}
<i>Piptadenia suaveolens</i> (Mqc) ^{a,b,c,d}	Timborana ^{a,b,c,d} , Timbaúba ^{b,d}
<i>Qualea spp.</i> ^{a,c}	Cambará ^a , Mandioqueira ^{a,c}
<i>Simarouba spp.</i> ^{a,b,c,d,e}	Marupá ^{a,b,c,d} , Mata-cachorro ^e , Caixeta ^{b,d,e}
<i>Tabebuia spp.</i> ^{b,c,d}	Ipê ^{b,c,d} , Ipê-roxo ^d , Ipeúva ^b , Pau-d'arco ^{b,d}
<i>Tachigali myrmecophilla</i> (Ducke) Ducke ^{a,b,c}	Taxi ^{a,b} , Tachi ^c , Taxizeiro ^b
<i>Vatairea spp.</i> ^{b,c}	Angelim Amargoso ^{b,c} , Fava-amargosa ^{b,c}
<i>Vochysia máxima</i> Oucke. ^{a,b,c,d}	Guaruba ^{a,b,c,d} , Quaruba ^{a,b,c,d}

Fontes: (a) Zenid (2009); (b) Pereira (2013); (c) Nahuz (2013); (d) REMADE (2009); (e) Campos Filho & Sartorelli (2015); (f) Logsdon et al. (2008); (g) Silva (2011).

As únicas espécies nativas que já apresentam florestas plantadas com maior expressividade no Brasil são: a seringueira (*Hevea brasiliensis*), o pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*) e o paricá (*Schizolobium amazonicum*) (MMA, 2006). Além disso, o jatobá (*Hymenaea* spp.) e o cedro (*Cedrela* spp.) já têm sido explorados em pequenas áreas florestais plantadas. Hoje em dia, por conta de suas características muito interessantes para a construção civil, essas espécies nativas, excluindo-se a seringueira, já são utilizadas na produção de habitações em madeira, as quais podem ser obtidas tanto pela exploração de florestas plantadas quanto na extração via manejos sustentáveis de matas nativas (Tabela 15).

Tabela 15: Nomenclaturas das espécies nativas de madeira sólida encontradas em matas nativas e em reflorestamentos no Brasil.

Nome Científico	Principais Nomes Comerciais
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze ^{a,b,c}	Araucária ^{a,b} , Pinho-do-Paraná ^{a,c} , Pinho-brasileiro ^a
<i>Cedrela</i> spp. ^{a,b,c}	Cedro ^{a,b,c} , Cedro-amargoso ^b , Cedro-cheiroso ^b
<i>Hymenaea</i> spp. ^{a,b,c}	Jatobá ^{a,b,c} , Jutai ^{a,b,c}
<i>Schizolobium amazonicum</i> ^d	Paricá ^d , Pinho-cuiabano ^d

Fontes: (a) Zenid (2009); (b) Pereira (2013); (c) Nahuz (2013); (d) MMA (2006).

As primeiras espécies nativas empregadas na produção de casas de madeira, especialmente no Paraná em virtude da colonização europeia, foram a peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron*) e o pinho (*Araucaria angustifolia*) (ZANI, 2013). Porém, a araucária foi amplamente utilizada nas habitações de tábua e mata-junta, também popularmente conhecidas pelos termos de “casas de araucária” ou “casas de polaco” (IMAGUIRE JUNIOR & IMAGUIRE, 2011). Especialmente na construção civil, com a exaustão dessas florestas nativas das regiões Sul e Sudeste do Brasil, a fonte de suprimento de madeiras tropicais transferiu-se para a região amazônica, as quais eram desconhecidas e, geralmente, inadequadas ao uso pretendido (NAHUZ, 2013).

7.1.3 Espécies exóticas para a construção de casas de madeira

Uma das funções elementares dos plantios consiste em diminuir a pressão e a demanda por espécies nativas, com frequência em risco de extinção (LIMA 1997).

Entre as espécies que foram introduzidas como alternativas às madeiras nobres com alta exploração, bem como para suprir o grande volume de madeira consumido no setor madeireiro, destacam-se as do gênero *Pinus* (TRIANOSKI et al., 2014).

Por sua vez, o eucalipto pode ser o gênero de maior sucesso e amplamente difundido como plantação nos trópicos e subtropicais, possivelmente devido à sua vasta adaptabilidade aos diferentes tipos de climas e solos (SIVANANTHAWERL & MITLÖHNER, 2000). As espécies de eucalipto foram introduzidas no Brasil para o reflorestamento, pois permitem ciclos de colheita relativamente curtos e elevada produtividade quando comparadas às espécies nativas, demonstrando uma grande importância para pontos de vista econômicos e florestais (SILVA et al., 1983).

Devido à exploração econômica do pinus e do eucalipto para fins industriais e comerciais, as suas madeiras tem apresentado potenciais muito interessantes como elementos estruturais para a construção civil, especialmente para casas de madeira. Essa estratégia tem contribuído para reduzir o uso das madeiras nativas (Tabela 14), frequentemente consumidas na construção de casas pré-fabricadas em madeira.

A Tabela 16 indica os nomes comerciais e científicos das espécies exóticas de madeira encontradas nos plantios florestais no Brasil, voltadas para o emprego como material construtivo na produção de casas de madeira.

Tabela 16: Nomenclaturas das espécies exóticas de madeira sólida encontradas em reflorestamentos no Brasil.

Nome Científico	Principais Nomes Comerciais
<i>Corymbia citriodora</i> ^{a,b,c}	Eucalipto-citriodora ^{a,b,c}
<i>Eucalyptus grandis</i> , Hill ex. Maiden ^{a,b,c,d}	Eucalipto-grandis ^{a,b,c,d}
<i>Eucalyptus saligna</i> ^{b,c,d}	Eucalipto-saligna ^{b,c,d}
<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake ^{c,e}	Eucalipto-urophylla ^{c,e}
<i>Eucalyptus urophylla</i> var. <i>grandis</i> ^{f,g}	Eucalipto-urograndis ^{f,g}
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i> ^h	Pinus-caribaea ^h
<i>Pinus elliottii</i> ^{a,b}	Pinus-eliote ^{a,b} , Pinheiro-americano ^{a,b}
<i>Pinus oocarpa</i> ^h	Pinus-oocarpa ^h
<i>Pinus taeda</i> ^h	Pinus-taeda ^h

Fontes: (a) Zenid (2009); (b) Pereira (2013); (c) Boland et al. (2006); (d) Gutiérrez (1976); (e) Corbasson (1986); (f) Morais et al. (2016); (g) Ferreira et al. (2014); (h) Trianoski et al. (2014).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização das madeiras sólidas destinadas à produção de casas de madeira, apontando o percentual de cada espécie disponível para a comercialização nas linhas de produtos dos respectivos produtores instalados no Brasil, medido por dois métodos de coletas de dados para *surveys*: entrevistas pessoais e buscas em *websites*.

Então, as seguintes hipóteses foram aventadas:

- O setor produtivo brasileiro de casas de madeira apresenta uma maior oferta de madeiras exóticas do que nativas para as suas linhas de produtos;
- As ofertas das variedades de pinus pelos produtores brasileiros de habitações em madeira ultrapassam as do eucalipto.

7.2 Material e Métodos

Para a realização do diagnóstico da oferta das espécies de madeira sólida por parte das empresas produtoras de casas de madeira no Brasil, o estudo contemplou duas metodologias de coleta de dados, buscas em *websites* e entrevistas pessoais, cujos enfoques incidiram a respeito das espécies ofertadas em cada produtor. Com isso, os procedimentos e o material seguiram exatamente os descritos no Capítulo 5, no seu subcapítulo respectivo de Material e Métodos (item 5.2).

O método de buscas em *websites* proporcionou uma estimativa da população total de empresas produtoras de casas de madeira instaladas no país, dado que o Brasil ainda carece de quaisquer estudos setoriais para essa respectiva indústria, bem como de associações setoriais para o agrupamento de dados de tais empresas. Após a prospecção da população total estimada, uma coleta de dados foi realizada para obter as espécies de madeira oferecidas por esses produtores supracitados, bem como qualquer declaração textual qualitativa sobre a possível origem dessas madeiras. Em relação à origem, quatro categorias foram verificadas: espécie exótica; espécie nativa com documento; espécie nativa manejada; espécie nativa sem dados de origem, isto é, sem qualquer menção de sua proveniência. Os dados obtidos foram convertidos em porcentagens conforme a presença ou ausência de cada item.

As entrevistas pessoais junto aos empresários envolveram questões similares ao método anterior. Essa questão se referiu a uma pergunta qualitativa, cujos dados qualitativos foram convertidos para porcentagens: “Qual(is) é(são) a(s) espécie(s) de madeira utilizada(s) na produção das habitações em madeira por sua empresa?”.

Então, quatro respostas fechadas sobre o tipo da espécie de madeira e a sua origem foram indicadas aos entrevistados: espécie exótica; espécie nativa com documento; espécie nativa manejada; espécie nativa sem dados de origem. Ainda nesse questionamento, mas sob uma ótica híbrida para coletar respostas abertas, cada entrevistado foi indagado a responder, nominalmente, todas as espécies de madeira oferecidas por sua empresa na produção das habitações. Similarmente ao método anterior, os dados foram convertidos para porcentagens.

Após o término dessas etapas, as margens de erro para os dois métodos foram determinadas com o auxílio do *software online* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004), seguindo os direcionamentos apontados no item 3.8 e de acordo com as prescrições desse software (Tabela 10).

7.3 Resultados e Discussão

Inicialmente, 210 produtores de casas de madeira foram identificados a partir do método de buscas em *websites*, revelando a população total estimada do setor que engloba esse público avaliado. Entretanto, somente 190 empresas informaram os dados requeridos na avaliação proposta nesse método, enquanto 107 empresas foram avaliadas no método de entrevistas pessoais. A Tabela 17 indica as amostras obtidas nas duas metodologias utilizadas neste estudo com as suas respectivas margens de erro.

Tabela 17: População, amostras e margens de erro da pesquisa.

Resultado	Empresa (unidade)	Margem de Erro (%)
Tamanho Total da População Estudada	210	–
Amostragem Obtida nas Entrevistas Pessoais	107	6,65
Amostragem Obtida nas Buscas em <i>Websites</i>	190	2,20

As margens de erro obtidas (Tabela 17), a partir das amostragens, para cada metodologia revelaram-se muito inferiores que o nível aceitável de 10% prescrito por Pinheiro et al. (2011), ao passo que se situaram de modo próximo, nas entrevistas pessoais ($\pm 3,325\%$), e muito abaixo do nível ideal de 5%, nas buscas em *websites* ($\pm 1,10\%$).

Com isso, esta pesquisa buscou identificar os tipos de espécies de madeira oferecidas para a produção de casas de madeira no Brasil, bem como a origem real dessas madeiras. Nesse contexto, Braga & Sarrouf (2011) salientaram que já surgiu a necessidade das empresas realmente terem um controle da origem das madeiras utilizadas, devido a uma maior preocupação com o meio ambiente.

Atualmente, o setor de habitações em madeira no Brasil apresenta uma maior oferta de madeiras sólidas exóticas (Figura 31), oriundas de florestas plantadas, com abrangência entre 75 a 80% nas duas metodologias avaliadas e margens de erro de $\pm 3,325\%$ para as entrevistas pessoais e de $\pm 1,10\%$ para as buscas em *websites*. Em comparação com a literatura, esses percentuais obtidos são próximos ao de Braga & Sarrouf (2011), os quais indicaram um consumo de 80,77% das madeiras exóticas de reflorestamento por parte das construtoras instaladas no Brasil; no entanto, essa soma mais elevada também incluiu as produtoras de casas de alvenaria, em virtude do uso da madeira em telhados, estruturas (pilares e vigas), esquadrias, pisos, etc.

Nos dois métodos, pouco mais de 65% das empresas avaliadas declararam que ainda oferecem madeiras nativas em sua linha de produtos (Figura 31). Como as empresas podem oferecer tanto madeiras nativas quanto exóticas, esse valor percentual se revelou elevado quando comparado àquele consumido pelo setor habitacional de um modo geral, ou seja, incluindo também as casas de alvenaria. Nesse caso, Braga & Sarrouf (2011) verificaram que 19,23% das madeiras utilizadas pelas construtoras de casas em geral ainda são nativas.

A exploração madeireira ilegal é uma prática popular nos países tropicais e pouco desenvolvidos, cuja causa mais frequente se relaciona com a corrupção (SMITH et al., 2003; SIEBERT & ELWERT, 2008; SIKOR & TO, 2011; TACCONI, 2012; CERUTTI et al., 2013; TEYE, 2013; FINER et al., 2014; SUNDSTRÖM, 2016). No Brasil, o uso de madeiras nativas sem documentação de origem ou não oriundas de manejos florestais legalizados é considerado um crime de esfera federal, tal como assegurou a Lei nº 9.605 (BRASIL, 1998), a qual “dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente”.

O método de entrevistas pessoais apurou que nenhuma empresa utiliza as madeiras nativas sem quaisquer dados de origem. Por outro lado, a metodologia de buscas em *websites* identificou que aproximadamente 30% das empresas avaliadas não declararam informações, em seus *websites* corporativos, sobre as origens das madeiras nativas oferecidas pelas mesmas (Figura 31).

A situação pode não corresponder em si a uma ilegalidade por parte dessas empresas, visto que as mesmas poderiam estar inseridas nas outras modalidades legais observadas; isso pode ser atribuído a uma menor preocupação e/ou cuidado desse público em relação a uma divulgação mais efetiva de suas matérias-primas lignocelulósicas. Nesse caso, um esclarecimento para o estímulo à declaração de origem das madeiras nativas utilizadas contribuiria para reduzir tais incertezas e auxiliar no controle legal da utilização de madeiras nativas. A estratégia poderia ser desenvolvida pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Mediante os dados coletados nas duas amostragens realizadas, de 190 e 107 empresas, ainda foi possível identificar que de 20 a 25% dessas empresas oferecem somente madeiras nativas, enquanto que 30% ofertam somente exóticas (Figura 31). Porém, possivelmente em virtude de um olhar voltado exclusivamente para as casas pré-fabricadas em madeira, o panorama obtido se difere bastante do exposto por Punhagui (2014), cuja pesquisa indicou que 56% das empresas utilizam madeiras nativas, 2% madeiras exóticas plantadas e 24% madeiras nativas e exóticas; esse reflexo destoante é resultado de uma abordagem mais restrita daquele estudo. Por outro lado, similar às condições retratadas na Figura 31, Punhagui (2014) também identificou que 28% das empresas compram madeiras de áreas de manejo.

A outra parte da questão se referiu às declarações nominais de cada espécie de madeira nativa (Figura 32) e exótica (Figura 33) em oferta nessas empresas.

Primeiramente, o reino Plantae possui uma estimativa de 33883 espécies, das quais 31160 são Angiospermas, 26 Gimnospermas, 1176 Pteridófitas e 1521 são Briófitas (FORZZA et al., 2010). Em paralelo, Hubbell et al. (2008) determinaram que a bacia amazônica brasileira possui (ou já possuiu) 11210 espécies de árvores lenhosas de diâmetro a altura do peito (DAP) maior que 10 centímetros.

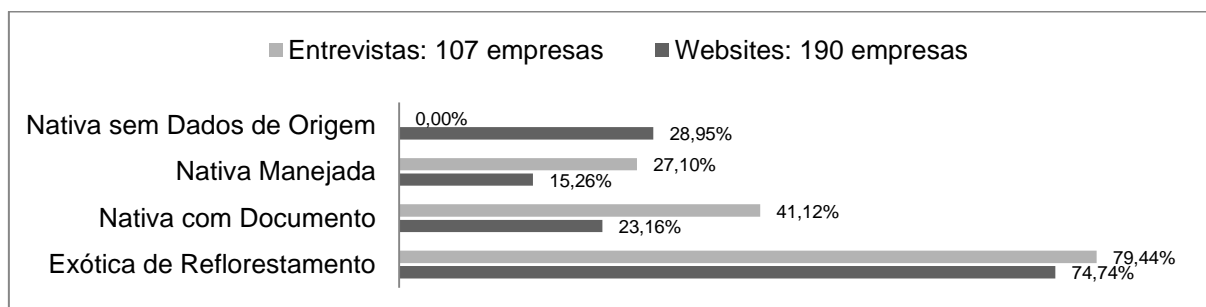


Figura 31: Espécies de madeira e suas origens nas amostras estudadas.

Ao redor de 80% da produção de madeira oriunda das florestas naturais da região amazônica se destina ao mercado interno brasileiro (ZENID, 2009), a maior parte desse montante pode ser destinada à construção civil, visto que Braga & Sarrouf (2011) assinalaram que 70% do total consumido no Estado de São Paulo, o maior mercado consumidor do país, são direcionados para esse fim.

Diante desses números, nota-se que o potencial madeireiro do Brasil ainda é pouco explorado, à medida que somente 40 espécies nativas de madeira oriundas de florestas naturais brasileiras são declaradamente oferecidas pelos produtores de casas em madeira presentes no país (Figura 32). A partir das mais de 11 mil nativas madeiráveis, indicadas por Hubbell et al. (2008), e mediante os resultados presentes na Figura 32, verifica-se que somente cerca de 0,4% das mesmas são efetivamente consumidas atualmente pelo setor de casas de madeira. Surge um vasto horizonte na inserção de novas espécies, desde que manejos sustentáveis sejam realizados para assegurar o uso mais eficiente e correto de nativas para fins habitacionais.

Ao todo, 40 espécies nativas foram contabilizadas como madeiras sólidas em oferta para a construção de casas nesse material no Brasil (Figura 32). A grápia (*Apuleia leiocarpa*) e o angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*) reportaram maiores popularidades dentre todas as madeiras nativas, com praticamente o dobro do valor obtido pelas espécies seguintes de maior oferta. Essas duas espécies alcançaram presenças ao redor de 30%, tanto para o método de buscas em *websites* (margem de erro de $\pm 1,10\%$), quanto para as entrevistas pessoais ($\pm 3,325\%$).

Com ofertas entre 11 e 17% para as duas amostragens avaliadas, o segundo grupo das madeiras nativas incluiu três espécies: o cedrinho (*Erismia uncinatum*), a itaúba (*Mezilaurus itauba*) e a maçaranduba (*Manilkara* spp.). Já o cambará (*Qualea* spp.) e o cumaru (*Dipteryx odorata*) apresentaram um oferecimento acima de 10% em ao menos um dos métodos avaliados, respectivamente nas buscas em *websites* (cambará) e nas entrevistas pessoais (cumaru). As espécies de ipê (*Tabebuia* spp.) e cedro (*Cedrela* spp.) apresentaram ofertas entre 5 e 10% para ambos os métodos, ao passo que a tatajuba (*Bagassa guianensis*) e o tauari (*Couratari oblongifolia*) são oferecidos entre 2,5 e 5% dos produtores de casas de madeira avaliados (Figura 32). Ainda um tanto populares, a peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*), araucária de origem legalizada (*Araucaria angustifolia*) e o jatobá (*Hymenaea* spp.) conservam certa representatividade em todas as empresas avaliadas, alcançando uma oferta de mais de 2% em ao menos um dos métodos estudados.

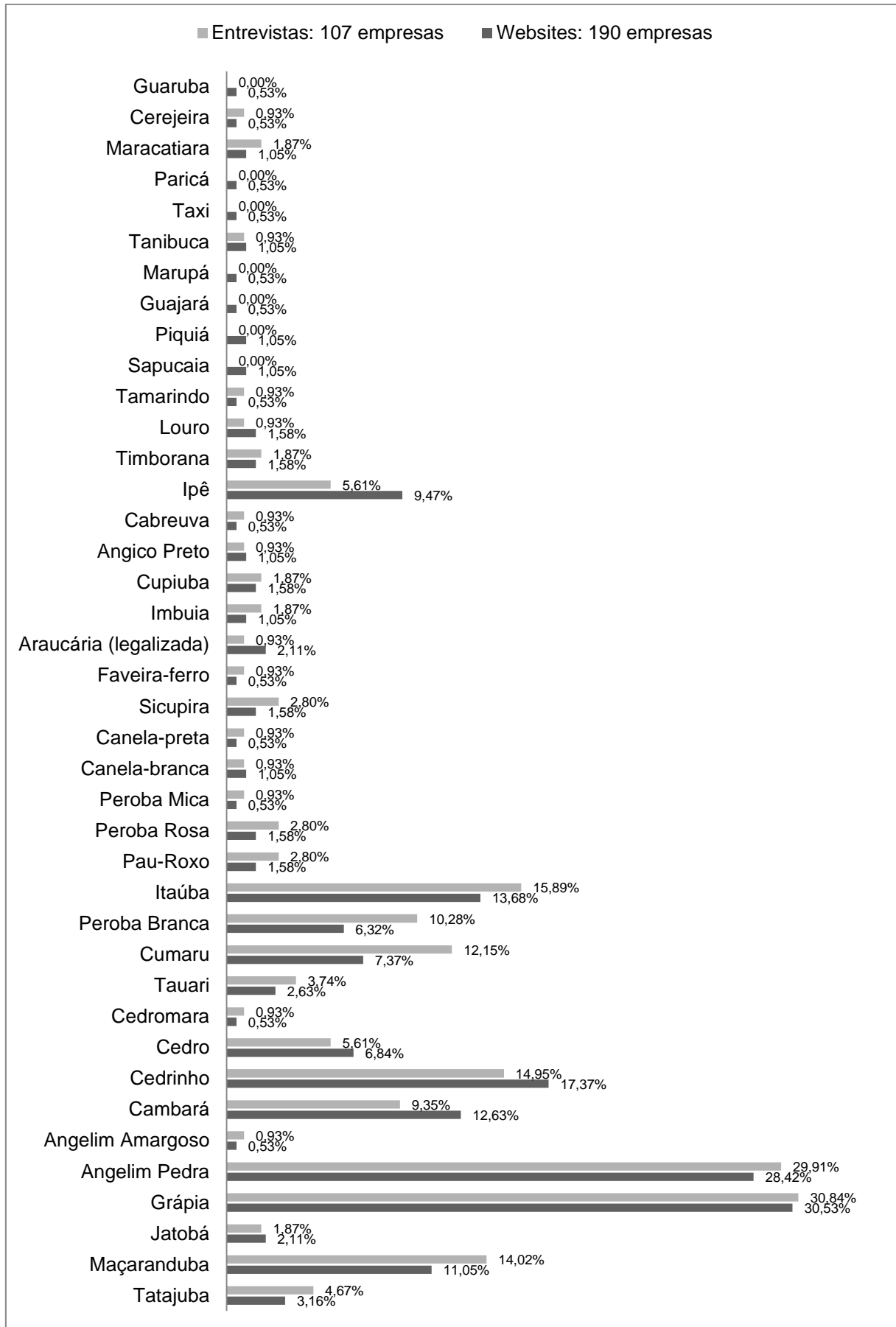


Figura 32: Madeiras nativas em oferta nas amostras estudadas.

Essas espécies de madeira nativa mais populares, de acordo com De Araujo et al. (2016e) são usualmente utilizadas na produção de kits de casas pré-fabricadas de maior valor agregado, as quais são exportadas para o Hemisfério Norte.

Além disso, as essências nativas podem ser direcionadas para o suprimento do mercado interno habitacional de alto padrão, por meio das técnicas construtivas de: casas de tábuas horizontais (em macho-e-fêmea e do tipo pregadas), casas de tábuas horizontais pregadas, casas de toras e enxaimel.

As espécies de pau-roxo (*Peltogyne* spp.), sucupira (*Diploptropis purpurea*), imbuia (*Ocotea porosa*), canela-branca (*Nectandra lanceolata*), cupiúba (*Goupia glabra*), Timbaúba (*Piptadenia suaveolens*), sapucaia (*Lecythis pisonis*), angico preto (*Anadenanthera macrocarpa*), louro (*Nectandra rubra*), tanibuca (*Buchenavia* spp.) maracatiara (*Astronium lecointei*) e piquiá (*Caryocar villosum*) apresentaram ofertas de ao menos 1% em um ou em ambos os métodos avaliados. Por fim, as outras 16 espécies nativas constatadas compreenderam, individualmente, ofertas abaixo de 1% nas empresas produtoras de casas de madeira instaladas no Brasil, tanto para as buscas em *websites* corporativos, quanto nas entrevistas pessoais (Figura 32).

Por outro lado, alguns produtores de casas de madeira avaliados apresentam a espécie de cumaru ou champanha (*Dipteryx odorata*) sob a denominação de ipê-champanhe, muito provavelmente visando agregar um maior valor no preço final das casas produzidas com essa espécie oriunda da região Norte do Brasil. Assim, essa problemática pode facilmente confundir os potenciais clientes que procuram por uma madeira de tom amarronzada, tanto pela ilusão da aquisição de uma habitação feita com uma madeira mais nobre como o ipê convencional (*Tabebuia* spp.), quanto por, segundo Pereira (2013), suas diferentes características físicas e mecânicas.

Associadamente, Zenid (2009) constatou que sob o nome de cedrinho estão sendo comercializadas ao redor de 15 diferentes espécies de madeira (amazônicas e de reflorestamento) utilizadas indistintamente para o uso temporário em obras.

A semelhança anatômica entre duas ou mais espécies de madeira contribui para que esses equívocos sejam possíveis, o que pode ampliar a desconfiança com o setor e seus produtos. A caracterização dessas espécies, em uso nas empresas, por institutos de pesquisa surge como uma saída viável para solucionar o problema.

O lado positivo desse viés é a aceitação de outras espécies não tradicionais, segundo Zenid (2009), esse processo tem se desenvolvido baseado na escolha das madeiras por tentativa-e-erro e sem o conhecimento evidente do consumidor.

Ademais, a substituição das madeiras nativas do Sul e Sudeste do Brasil por espécies nativas amazônicas, em sua maior parte desconhecidas por todos os seus usuários, acarretou no uso inadequado para fins desejados (NAHUZ, 2013).

A mitigação dessas práticas é fundamental para que, segundo Zenid (2009), o preconceito em relação à madeira como material construtivo não seja aumentado.

Por isso, a utilização de guias educacionais explanatórios sobre as espécies madeiráveis se torna muito fundamental para a mitigação de erros relacionados ao uso descontrolado e indiscriminado das madeiras nativas, não somente aos atores envolvidos com o setor produtivo de casas de madeira, como quaisquer outros direta ou indiretamente ligados a cadeia florestal-madeireira. Uma conscientização desses atores de todos os segmentos da cadeia produtiva irá acarretar em um maior e mais eficiente reconhecimento da matéria-prima e entendimento do melhor emprego para cada espécie, conforme as suas propriedades físico-químico-mecânicas.

Essas boas práticas podem ser alcançadas com a simples adoção de guias sobre: a identificação, substituição e uso sustentável das espécies de madeira (ZENID, 2009; PEREIRA, 2013; NAHUZ, 2013), aquisição responsável da madeira na construção civil (BRAGA & SARROUF, 2011), melhor aproveitamento econômico das espécies de madeira (CAMPOS FILHO & SARTORELLI, 2015), etc.

Em relação às espécies exóticas, individualmente, quatro variedades do pinus alcançaram ofertas maiores que 65% nos produtores de casas em madeira, para os dois métodos avaliados (Figura 33). As madeiras sólidas de pinus-eliote e o pinus-taeda, muito populares nas áreas de plantio comercial, se situam como as espécies exóticas mais frequentes dentre esses produtores. Similarmente, o pinus-caribaea e o pinus-oocarpa também demonstraram forte presença nas amostras estudadas.

As elevadas percentagens obtidas por essas quatro variedades do pinus se relacionam com o uso exclusivo das mesmas para técnicas construtivas modernas, as quais, segundo De Araujo et al. (2016a), De Araujo et al. (2016b) e De Araujo et al. (2016c), são integradas por tipologias modulares de alto grau de industrialização, como as casas modulares (em madeira laminada colada cruzada e para canteiros) e os *woodframes* (balão, plataforma, misto e modular).

Contudo, o eucalipto também apresentou uma popularidade visível em quatro de suas cinco espécies (Figura 33), especialmente pelo uso estrutural em elementos mais robustos que, segundo De Araujo et al. (2016b), são usualmente aplicados nas construções em pilar-viga, *log-home*, paliteiro com alvenaria e casas modulares.

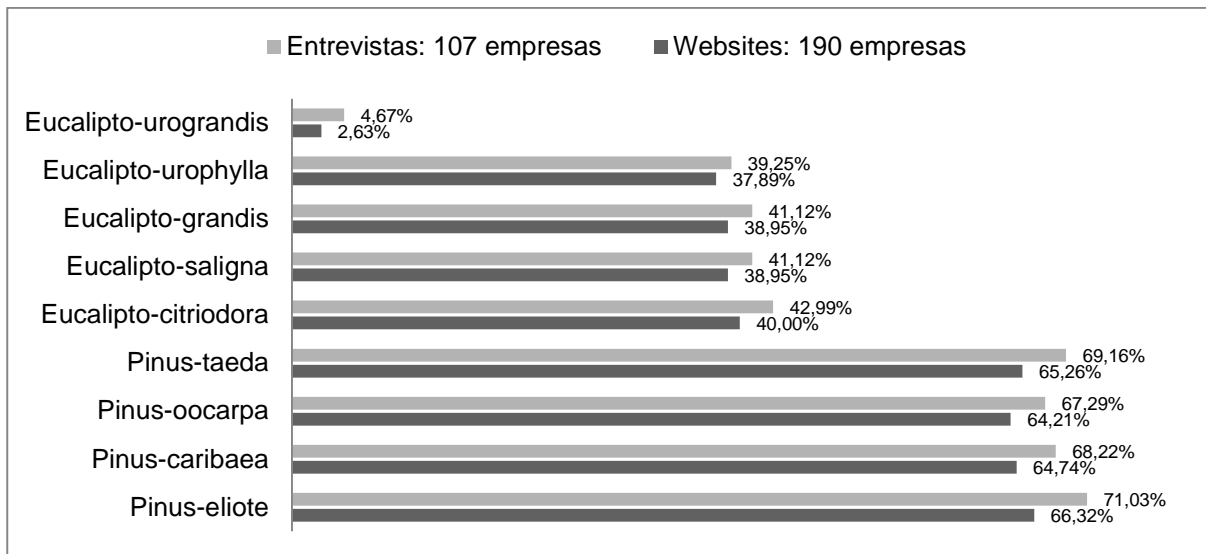


Figura 33: Madeiras exóticas em oferta nas amostras estudadas.

As espécies exóticas de eucalypto-citriodora, eucalypto-grandis, eucalypto-saligna e eucalypto-urophylla estão presentes, individualmente, em quase 40% das empresas avaliadas (Figura 33), para os dois métodos utilizados. Porém, o eucalypto urograndis, apesar de seu menor percentual, também se faz presente nesse setor, sendo uma variedade mais popular que ao menos 25 espécies nativas (Figura 32). Esse contexto reforça o potencial das exóticas na produção de casas de madeira.

Uma constatação visível é o maior emprego das variedades de pinus em comparação às de eucalypto (Figura 34). À medida que cada empresa pode oferecer essas duas espécies exóticas para a produção de casas de madeira, os resultados obtidos nos dois métodos utilizados indicam que o pinus é oferecido entre 60 e 70% das empresas, enquanto que o eucalypto está presente em 35 a 50% desse público.

Em uma análise mais específica dos dados coletados nas duas metodologias, ainda verificou-se que entre 16 e 18% das empresas avaliadas oferecem somente madeiras de pinus, entre 1 e 2% ofertam somente madeiras de eucalypto e de 12 a 15% ofertam exclusivamente espécies exóticas, isto é, tanto pinus quanto eucalypto.

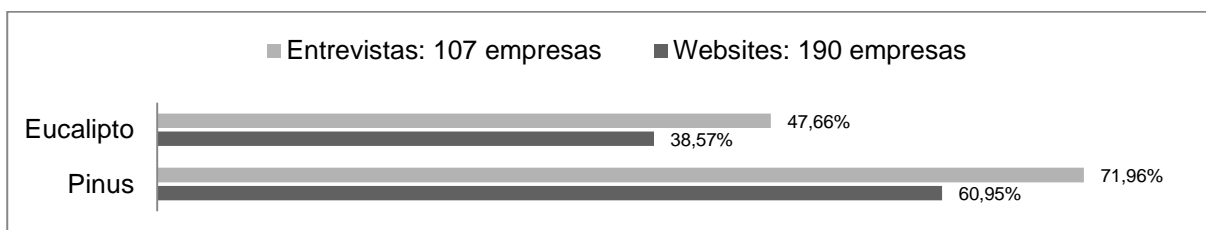


Figura 34: Comparativo das espécies exóticas em oferta nas amostras estudadas.

Apesar de sua maior densidade e robustez, a madeira sólida de eucalipto apresenta uma menor utilização na produção de habitações em madeira devido aos seguintes atributos: maior peso por volume em virtude de sua maior densidade, o que dificulta as operações produtivas de desdobro, beneficiamento, acabamento, transporte e montagem em obra dos elementos construtivos; e maior presença de rachaduras e trincas superficiais, gerando efeitos estéticos negativos.

Shimbo & Ino (1997) já avaliaram que a madeira de reflorestamento permite a fabricação de habitação empregando mais mão-de-obra e menos bens de capital, agregando maior valor nos materiais locais e substituindo as formas de produção centralizadas por outras descentralizadas em cooperativas ou pequenas empresas.

A partir dessa perspectiva, o setor produtivo brasileiro de casas de madeira poderá expandir seu mercado de um modo mais sustentável tanto em comparação aos produtores de casas em madeira nativa, quanto em relação às indústrias mais tradicionais da construção civil, as quais incluem habitações à base de metais (aço, alumínio, etc.) e/ou minerais (cimento, cal, brita, etc).

7.4 Conclusões

As metodologias de coleta de dados de buscas em *websites* e de entrevistas pessoais alcançaram resultados muito similares, o que indica que ambas podem ser eficientemente utilizadas, desde que a margem de erro seja respeitada de acordo com a literatura. Entretanto, o método mais simples e menos oneroso de buscas em *websites* pode não conseguir revelar questões mais profundas, ao passo que nem todas as páginas *online* corporativas são completas e/ou padronizadas. Por isso, os questionamentos mais específicos e detalhados são avaliados satisfatoriamente no método de entrevistas pessoais, pois permite um diálogo maior com o entrevistado.

Dessa maneira, os dois métodos em questão exibiram resultados similares de maneira muito satisfatória para as questões abordadas, respeitando-se as margens de erro prescritas para as pesquisas com esse propósito. A margem de erro da metodologia de entrevistas pessoais se situou próxima do nível ideal, ao passo que o valor obtido para essa medida nas buscas em *websites* se revelou muito abaixo do nível ideal prescrito. Essa situação ocorreu diante da avaliação quase integral dos produtores de casas de madeira no Brasil, proporcionando uma análise mais fiel e confiável da população observada.

Nesses dois métodos, os produtores de casas de madeira no Brasil oferecem, em sua maior parte, madeiras sólidas exóticas oriundas de florestas plantadas.

No entanto, muitas dessas empresas avaliadas também oferecem madeiras sólidas nativas, em especial de origens legalizadas (manejo e documentada), apesar de uma parcela perceptível disponibilizar madeiras sem a declaração dos dados de origem. Essas empresas poderiam ser essencialmente instruídas e estimuladas a divulgar as origens das madeiras nativas em oferta para a produção de suas casas.

Especificamente, as madeiras nativas com maior oferecimento nas empresas foram a grápia (*Apuleia leiocarpa*) e o angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*), superando 30% das amostragens realizadas. Nessa linha, oito espécies exóticas se situaram como as mais populares, sendo quatro variedades de eucalipto e quatro de pinus. Além disso, no comparativo entre pinus e eucalipto constatou-se que o pinus possui uma popularidade bem superior ao eucalipto nesse setor.

Ainda verificou-se que algumas empresas declararam a popular espécie de cumaru (*Dypterix odorata*) sob a nomenclatura de ipê-champanhe, visando agregar um valor maior na casa a ser produzida. Essa tática, a qual confunde e/ou engana o consumidor, já foi mencionada na literatura com o cedrinho (*Erismia uncinatum*). Nos casos extremos de maior dificuldade na identificação das espécies de madeira, organizações especializadas, como o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), centros tecnológicos e grupos de pesquisa florestal-madeireiros das universidades brasileiras poderiam auxiliar esse setor a solucionar tais incertezas.

Futuros estudos poderiam ser direcionados para a coleta *in loco* de amostras das madeiras nativas e exóticas em oferta pelos produtores de casas de madeira, com o intuito de confirmar ou refutar a veracidade das nomenclaturas das madeiras utilizadas pelo setor em questão.

Referências

AINEMBABAZI, J. H.; ANGELSEN, A. Do commercial forest plantations reduce pressure on natural forests? evidence from forest policy reforms in Uganda. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 40, p. 48-56, 2014.

ALVES, A. G. M. P.; SILVA, C. A. V.; SANTOS JUNIOR, E. R.; MOISÉS, L. G.; PEREIRA, M. C. S.; BREMER, O. A. **Florestamento na região Sul do Brasil** – uma análise econômica. Porto Alegre: BRDE, 2003. 51 p.

ANGELO, H.; SILVA, G. F.; SILVA, V. S. M. Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: o caso do polo de Sinop, MT. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 91-101, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). **Estudo Setorial 2003**: Produtos de madeira sólida. Curitiba: ABIMCI, 2003. 67 p.

_____. **Estudo Setorial 2009**: ano base 2008. Brasília: ABIMCI, 2009. 33 p.

BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; JOHNSTON, R. D.; KLEINIG, D. A.; MCDONALD, M. W.; TURNER, J. D. **Forest trees of Australia**. 5. ed. Collingwood: Csiro Publishing, 2006.

BOWYER, J. L. Environmental implications of wood production in intensively managed plantations. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 318-333, 2001.

BRAGA, E.; SARROUF, L. (Coords.). **Aquisição responsável de madeira na construção civil**: guia prático para as construtoras. São Paulo: Sinduscon-SP; WWF-Brasil, 2011.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de Fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 1998.

CAMPOS FILHO, E. M.; SARTORELLI, P. A. R. **Guia de árvores com valor econômico**. São Paulo: Agroicone, 2015. 139 p.

CERUTTI, P. O.; TACCONI, L.; LESCUYER, G.; NASI, R. Cameroon's hidden harvest: commercial chainsaw logging, corruption, and livelihoods. **Society & Natural Resources**, Londres, v. 26, p. 539-553, 2013.

CORBASSON, M. *Eucalyptus urophylla*: programmes tropicaux, amélioration génétique des arbres forestières. **Revue Forestière Française**, Nancy, n. 38, p. 181-183, 1986.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016c.

DONGRE, P. Role of social forestry in sustainable development – A Micro Level Study. **International Journal of Social Sciences and Humanity Studies**, Izmir, v. 3, n. 1, p. 351-364, 2011.

EVANS, J. Summary and conclusions. EVANS, J. (Ed.) **Planted forests: uses, impacts & sustainability**. Roma: FAO-UN; CABI, 2009. Capt. 9. p.141-154.

FERREIRA, D. H. A. A.; LELES, P. S. S.; MACHADO, E. C.; ABREU, A. H. M.; ABILIO, F. M. Crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos. **Floresta**, Curitiba, v. 44, n. 3, p. 431-440, 2014.

FINER, M.; JENKINS, C. N.; BLUE SKY, M. A.; PINE, J. Logging concessions enable illegal logging crisis in the Peruvian Amazon. **Nature Scientific Reports**, Londres, v. 4, n. 4719, p. 1-6, 2014.

FISCHER, A. **Incentivos em programas de fomento florestal na indústria de celulose**. 2007. 260 p. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FORZZA, R. C.; BAUMGRATZ, J. F. A.; BICUDO, C. E. M.; CARVALHO Jr., A. A.; COSTA, A. F.; COSTA, D. P.; HOPKINS, M.; LEITMAN, P. M.; LOHMANN, L. G.; MAIA, L. C.; MARTINELLI, G.; MENEZES, M.; MORIM, M. P.; COELHO, M. N.; PEIXOTO, A. L.; PIRANI, J. R.; PRADO, J.; QUEIROZ, L. P.; SOUZA, V. C.; STEHMANN, J. R.; SYLVESTRE, L.; WALTER, B. M. T.; ZAPPI, D. (eds.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro & Andrea Jakobsson Estúdio, 2010. 1699 p.

GARCÍA-NAVARRO, J.; MARTÍNEZ-ELCORO, I. Aplicaciones innovadoras de la madera en la construcción. **Informes de la Construcción**, Madrid, v. 48, n. 446, p. 15-26, 1996.

GLADSTONE, W. T.; LEDIG, F. T. Reducing pressure on natural forests through high-yield forestry. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 35, p. 69-78. 1990.

GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v. 15, p. 1-23, 1995.

GUTIÉRREZ, G. L. **Atlas del eucalipto**. Información y ecología. v. 1, Sevilha: INIA-ICONA, 1976.

HUBBELL, S. P.; HE, F.; CONDIT, R.; BORDA-DE-ÁGUA, L.; KELLNER, J.; TER STEEGE, H. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? **PNAS**, Washington, v. 105, n. 1, p. 11498-11504, 2008.

IMAGUIRE JUNIOR, K.; IMAGUIRE, M. R. G. **A casa de araucária**. v. 1. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011. 101 p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **As árvores plantadas e seus múltiplos usos**. São Paulo: Ibá, 2017. 4 p.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.16, p. 3-30, 2002.

LIMA, D. G. Importância das florestas plantadas como forma de reduzir a pressão sobre as florestas nativas ainda existentes. **Revista Bahia Agrícola**, Salvador, v. 1, n. 3, p. 45-48, 1997.

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z.; BORGES, C. G. A. Caracterização físico-mecânica da madeira de Peroba-mica, *Aspidosperma populifolium* A. Dc. (Apocynaceae). **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 1, p. 11-21, 2008.

LOVEJOY, T. Future forest. **Nature Climate Change**, Londres, v.1, p.387-388, 2011.

MATHER, A. **Global forest resources**. Portland: Timber Press, 1990. 341 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Plano nacional de silvicultura com espécies nativas e sistemas agroflorestais – PENSAP**. Brasília: MMA, 2006. 38 p.

MORAIS, A. P. S.; SANSÍGOLO, C. A.; OLIVEIRA NETO, M. Effects of Autohydrolysis of *Eucalyptus urograndis* and *Eucalyptus grandis* on Influence of Chemical Componentes and Crystallinity Index. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 214, p. 623-628, 2016.

NAHUZ, A. R. (Coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT, 2013. 103 p.

PAWSON, S. M.; BRIN, A.; BROCKERHOFF, E. G.; LAMB, D.; PAYN, T. W.; PAQUETTE, A.; PARROTTA, J. A. Plantation forests, climate change and biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, Londres, v. 22, n. 5, p. 1203-1227, 2013.

PEREIRA, A. F. **Madeiras brasileiras: guia de combinação e substituição**. São Paulo: Blucher, 2013. 132 p.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. São Paulo. 1995. **Anais...** São Paulo, Piracicaba: IPT; IPEF; ESALQ-USP, 1995. p. 50-58.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

RAMAGE, M. H.; BURRIDGE, H.; BUSSE-WICHER, M.; FEREDAY, G.; REYNOLDS, T.; SHAH, D. U.; WU, G.; YU, L.; FLEMING, P.; DENSLEY-TINGLEY, D.; ALLWOOD, J.; DUPREE, P.; LINDEN, P. F.; SCHERMAN, O. The wood from the trees: the use of timber in construction. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 333-359, 2017.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

REMADE. **Madeiras brasileiras e exóticas**. 2009. Disponível em: <www.remade.com.br/madeiras-exoticas/1/madeiras-brasileiras-e-exoticas>. Acesso em 23 fev 2017.

RIBEIRO, A. R. B. M.; RODRIGUEZ, L. C. E.; ZYLBERSZTAJN, D. Abastecimento de madeira para a produção de celulose: uma aplicação de economia dos custos de transação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 9-28, 2000.

SALES, M. F. L.; FONTES, R. M. O. Efeitos da atuação governamental e da extração madeireira no desmatamento da Amazônia. **Árvore**, Viçosa, v. 17, n. 3, p. 369-374, 1993.

SEDJO, R. The potential of high-yield plantation forestry for meeting timber needs. **New Forests**, Dordrecht, v. 17, n. 1, p. 339-359, 1999.

_____; BOTKIN, D. Using forest plantations to spare national forests. **Environment Science and Policy for Sustainable Development**, Londres, v. 39, n. 10, p. 14-20, 1997.

SHIMBO, I.; INO, A., A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 1997, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 157-162.

SIEBERT, U.; ELWERT, G. Combating corruption and illegal logging in Benin, West Africa. **Journal of Sustainable Forestry**, Londres, v. 19, n. 1-3, p. 239-261, 2008.

SIKOR, T.; TO, P. X. Illegal logging in Vietnam: Lam Tac (forest hijackers) in practice and talk. **Society & Natural Resources**, Londres, v. 24, n.7, p. 688-701, 2011.

SILVA, H. D.; POGGIANI, F.; COELHO, L. C. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus* plantadas em solos de baixa fertilidade. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 3, n. 6-7, p. 9-25, 1983.

SILVA, J. A. As funções de estado na área florestal. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 223-226, 2001.

SILVA, P. F. J. **Cidades pequenas e indústria: contribuição para a análise da dinâmica econômica na região de Presidente Prudente-SP.** 2011. 282 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, 2011.

SIVANANTHAWERL, T.; MITHLÖHNER, R. *Eucalyptus grandis* and other important *Eucalyptus* species: a case study from Sri Lanka. In: GÜNTER, S.; WEBER, M.; STIMM, B.; MOSANDL, R. **Silviculture in the tropics.** Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. Capt. 29. p. 463-472.

SMITH, J.; OBIDZINSKI, K.; SUBARUDI; SURAMENGGALA, I. Illegal logging, collusive corruption and fragmented governments in Kalimantan, Indonesia. **International Forestry Review**, Washington, v. 5, n. 3, p. 293-302, 2003.

SOUZA, C. R.; LIMA, R. M. B.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 7-14, 2008.

_____; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 95-101, 2004.

SUNDSTRÖM, A. **Understanding illegality and corruption in forest management: a literature review.** Working Paper. Gotemburgo: University of Gothenburg, 2016. 39 p.

TACCONI, L. **Illegal logging: law enforcement, livelihoods and the timber trade.** Londres: Earthscan, 2012. 320 p.

TEYE, J. K. Corruption and illegal logging in Ghana. **International Development Planning Review**, Liverpool, v. 35, n. 1, p. 1-19, 2013.

TREMACOLDI, C. R.; LUNZ, A. M.; COELHO, I. L.; BOARI, A. J. Cancro em mogno africano no Estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 74, p. 221-225, 2013.

TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Avaliação das propriedades mecânicas da madeira de espécies de pinus tropicais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 21-28, 2014.

TURNER, J. A.; BUONGIORNO, J.; MAPLESDEN, F.; ZHU, S.; BATES, S.; LI, R. **World wood industries outlook 2005-2030.** Forest Research Bulletin, n. 230. Rotorua: New Zealand Forest Research Institute, 2006.

VERÍSSIMO A.; BARRETO P.; TARIFA, R.; UHL, C. Extraction of a high-value natural resource in Amazonia: The Case of Mahogany. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 72, p. 39-60, 1995.

WHITMORE, J. The social and environment importance of forest plantations with emphasis on Latin America. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur, v. 11, n. 1, p. 255-269.

ZANCHETTA, D.; DINIZ, F. V. Estudo da contaminação biológica por *Pinus* spp. em três diferentes áreas na estação ecológica de Itirapina (SP, Brasil). **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, p. 1-14, 2006.

ZANI, A. C. **Arquitetura em madeira**. Londrina: Eduel; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013. 396p.

ZENID, G. J. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: IPT, 2009. 103 p.

8 SUBSTITUIÇÃO DE ESPÉCIES NATIVAS POR EXÓTICAS NO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo buscou verificar a motivação dos produtores de casas de madeira no Brasil na substituição de madeiras nativas por exóticas. Um diagnóstico tipo *survey* foi conduzido para coletar respostas referentes aos questionamentos da disposição sobre a respectiva troca e o tipo de espécie a ser incluído. Essa coleta de dados envolveu a realização de entrevistas pessoais junto aos proprietários das empresas. Diante da estimativa populacional de 210 produtores de casas de madeira instalados no Brasil, ao redor de 51% desse total foi avaliado, assegurando uma margem de erro próxima do ideal. Cerca de um terço do público avaliado já oferece somente madeiras exóticas para a produção das casas de madeira, revelando um cenário mais sustentável. O pinus demonstrou ser mais popular que o eucalipto. Perto de 10% das empresas ainda se situam contrárias à substituição. Apesar disso, tal setor tem direcionado ao uso em massa das madeiras exóticas.

Palavras-chave: Madeira nativa; madeira exótica; troca; diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to evaluate the motivation of wooden housing producers in Brazil in the substitution of native woods for exotic species. A survey-type research was performed to collect responses regarding the questions about the tendency about the respective exchange and the varieties of species to be included. Data collection involved personal interviews with the owners of these companies. Considering the population of 210 wooden housing producers installed in Brazil, around 51% of this total was evaluated, ensuring a margin of error close to the ideal. About a third of the surveyed companies already offers only exotic timber for wooden housing production, revealing a more sustainable scenario. Pine wood has proved to be more popular than eucalypt. Nearly 10% of studied companies are still opposed to replacement. Despite this, this sector has directed to the massive using of the exotic wood species.

Keywords: Native timber; Exotic timber; Exchange; Sectoral research

8.1 Introdução

Arquitetos e donos de edifícios tendem a ser mais inovadores e podem usar mais espécies e produtos de madeira, contudo, não detêm conhecimento suficiente para especificá-los correta e eficientemente, visto que engenheiros e construtores inexperientes podem não oferecer uma prática de uso (RITTER et al., 2013).

O Brasil é rico em recursos naturais e a madeira sempre ocorreu de forma abundante (VIDAL et al., 2015).

Com a exaustão das florestas, o suprimento para a construção em madeiras nativas se voltou tanto para os países limítrofes ao Brasil, quanto para os reflorestamentos de *Pinus* spp e *Eucalyptus* spp implantados nas Regiões Sul e Sudeste (ZENID, 2009). No que se refere à construção civil, com essa exaustão das florestas nativas nas regiões Sul e Sudeste, a fonte de suprimento de madeiras tropicais também se transferiu para a região amazônica (NAHUZ, 2013). A escassez da matéria-prima florestal na Amazônia tem motivado a adoção de técnicas de manejo florestal ou reflorestamento (ANGELO et al., 2004).

Tal mudança provocou a substituição das madeiras de pinho-do-paraná e da peroba-rosa, que eram tradicionalmente utilizadas, por outras desconhecidas pelos usuários e, geralmente, inadequadas ao uso pretendido (NAHUZ, 2013). Oitenta por cento da produção de madeira da Amazônia é destinada ao mercado interno local, centralizando em poucas espécies, o que exerce uma pressão muito grande sobre as florestas nativas brasileiras (ZENID, 2009). Sendo assim, é fato notório que o Brasil tem destruído seus recursos florestais durante todo o seu processo de desenvolvimento econômico e não apenas em períodos recentes (BACHA, 2004).

O Brasil tem intensificado a realização de algumas estratégias para amenizar a pressão severa causada sobre as florestas nativas. Atualmente, guias educativos para o uso correto e a substituição de espécies madeiráveis foram desenvolvidos para um esclarecimento mais efetivo dos atores da cadeia florestal-madeireira no Brasil, como por exemplo, sobre: o uso mais sustentável das madeiras, conforme as suas propriedades, de Zenid (2009); a substituição de madeiras nativas tradicionais por outras espécies nativas menos populares, de Nahuz (2013); e a aquisição responsável de madeiras na construção civil, de Braga & Sarrouf (2011).

Porém, estimativas indicam que entre 43% e 80% da produção madeireira da região amazônica seja ilegal, advinda de áreas desmatadas ou exploradas de forma predatória e insustentável (ZENID, 2009). Tais práticas ilegais continuam a ser uma preocupação visível (RAMAGE et al., 2017). Esse fator contribui para amplificar a marginalização por parte das empresas compradoras, as quais estarão oferecendo um produto à base de uma matéria-prima pouco amigável ao meio ambiente.

A melhor alternativa à ilegalidade é a aquisição de madeira proveniente de empresas certificadas, uma vez que a verificação de legalidade é parte das regras (padrões) e do processo de certificação, que exige que verificadores independentes confirmem que o manejo florestal é legal (BRAGA & SARROUF, 2011).

Em paralelo, a compra de madeiras oriundas de florestas plantadas de modo sustentável pode ser igualmente interessante e muito viável. Cunha & César (2004) apontaram que a adoção e especificação da madeira de reflorestamento em projetos de arquitetura faz aumentar a demanda por produtos ambientalmente amigáveis nas construções, por substituírem as florestas naturais.

Devido aos ciclos de plantio menores, o eucalipto e o pinus agregam maior interesse econômico para a produção em larga escala de habitações em madeira.

O elevado potencial de uso da madeira como material construtivo, somado ao conhecimento técnico e científico e à qualificação dos profissionais envolvidos, pode favorecer o desenvolvimento e a produção sustentável das edificações em madeira (GANDINI, 2016). No caso dessas espécies exóticas, em geral de menor densidade, as mesmas podem ser tratadas quimicamente, processo o qual, segundo Galvão et al. (2004) e De Araujo et al. (2016), tem garantido uma maior durabilidade ao tempo em aplicações construtivas.

No entanto, ainda carecem novas alternativas para a substituição de espécies nativas por espécies exóticas de florestas plantadas, com o intuito de criar novas fontes de suprimento contínuo de matéria-prima com potencial econômico voltado para a indústria. Porém, de acordo com Rodríguez-Loinaz et al. (2013), esses novos maciços plantados devem respeitar as áreas de florestas naturais, mesmo em um cenário atual voltado para as prioridades econômicas, para que outras vantagens das áreas nativas não sejam negligenciadas.

Essas alternativas podem ser exploradas, por exemplo, pela criação de guias para a substituição de espécies nativas por exóticas, ainda inexistentes. Um modo de estimular o desenvolvimento dessas ferramentas de apoio pode ser medida pela real intenção e motivação efetiva dessas trocas de espécies utilizadas, por parte das empresas do ramo de habitações em madeira no país.

Diante desses fatos, o presente estudo tem como objetivo investigar se as empresas produtoras de casas de madeira no Brasil estão dispostas a substituir as suas ofertas de madeiras sólidas nativas por outras espécies exóticas. Assim, as seguintes hipóteses foram levantadas:

- A maior parte desses produtores já oferecem madeiras exóticas, apesar de também oferecerem madeiras nativas;
- Ainda existem produtores que consideram não substituir as madeiras nativas por espécies exóticas.

8.2 Material e Métodos

Este artigo buscou verificar a motivação dos produtores de casas de madeira em substituir espécies nativas por exóticas, mediante um diagnóstico do tipo *survey* baseado na metodologia de entrevistas pessoais aleatórias *in loco*, similarmente aos Material e Métodos do Capítulo 6 (item 6.2).

As entrevistas se basearam na coleta das respostas dos proprietários de cada empresa, cujo montante integra o setor produtivo de casas de madeira no país.

De caráter qualitativo e dados convertidos em percentuais, a primeira questão foi: “Existe a perspectiva na sua empresa de substituição da madeira nativa por madeira de floresta plantada?”. Acerca disso, cinco respostas descritivas fechadas foram indicadas: não pretende; não pretende, mas já tentou usar no passado; não pretende, embora já ofereça espécies exóticas; sim, pretende utilizar somente no futuro; e, sim, já utiliza madeiras de floresta plantada.

Um segundo questionamento, com o intuito de explorar as respostas dadas aos empresários que responderam afirmativamente sobre a pretensão de “utilizar somente no futuro”, incluiu a pergunta: “Em resposta afirmativa na questão anterior, por quais espécies pretende substituir as madeiras nativas?”. Nesse caso, sob uma ótica híbrida para obter respostas abertas, isto é, livres, os entrevistados foram estimulados a responder as espécies de madeira exóticas em que sua empresa pretenderá oferecer futuramente em sua linha de produtos. Da mesma forma que a primeira questão, as respostas qualitativas foram convertidas para porcentagens.

O encerramento desta pesquisa compreendeu o cálculo da margem de erro, a partir do *software online* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004) descrito em detalhe no subcapítulo 3.8 deste trabalho, conforme as recomendações do mesmo (Tabela 10) para os resultados dessas duas questões.

8.3 Resultados e Discussão

A partir da estimativa das empresas que produzem casas de madeira no país, uma amostragem foi conduzida para avaliar a substituição das madeiras sólidas de espécies nativas por exóticas nas empresas que se incluem nesse setor produtivo. A Tabela 11 retrata a amostragem e sua respectiva margem de erro que, de acordo com Pinheiro et al. (2011), se apresentou de modo aceitável e próximo do ideal.

A sustentabilidade de um setor só se torna viável quando todos os elementos da cadeia produtiva estiverem comprometidos (DI ROMAGNANO, 2013). Em vista disso, as empresas que beneficiam madeiras no Brasil devem iniciar e/ou tentar, além da busca por espécies nativas menos populares, a substituição dessas opções por madeiras exóticas, se possível, oriundas de florestas plantadas sustentáveis que não competem ou ocupam diretamente o espaço das áreas naturais.

Diante disso, o primeiro questionamento se baseou na medição da motivação, dos produtores de casas de madeira instalados no Brasil, em substituir as espécies nativas por madeiras exóticas oriundas de reflorestamento.

Mais de 65% ($\pm 3,325\%$) dessas empresas analisadas afirmaram já oferecer madeiras exóticas em sua linha de produtos, indicando que, independente da oferta atual de espécies nativas, possuem o direcionamento do oferecimento exclusivo de madeiras exóticas de reflorestamento. A metade desse montante com pretensões reais de substituição corresponde àquelas empresas que oferecem exclusivamente as madeiras exóticas, enquanto que a outra parte, quase um terço desse público, oferece concomitantemente as madeiras de espécies exóticas e nativas (Figura 35).

Em paralelo, ao redor de 8% dos produtores apontaram estar aptos para essa substituição plena das espécies nativas por exóticas, entretanto, somente no futuro. Possivelmente, a ocorrência dessa permuta dependerá de muitos fatores, tais como: estudo de demanda e aceitação do mercado foco, adequações produtivas, trocas de fornecedores, testes físico-mecânicos das espécies adotadas, etc. (Figura 35).

Mesmo com o oferecimento de espécies exóticas em sua linha de produtos, cerca de 10% das empresas não pretendem exercer a opção de substituição de todas as espécies de madeira nativa atualmente em oferta (Figura 35). Nesse caso, o alto valor agregado de venda das espécies nativas, a maior resistência à compra por parte dos clientes de casas de alto padrão às madeiras exóticas e a robustez dos exemplos oferecidos em madeira nativa consistiram nos principais fatores que ainda implicam nesse processo de transição para o uso de espécies exóticas.

Aproximadamente 8% das empresas avaliadas acenaram que não pretendem substituir as espécies nativas por exóticas, embora já tenham tentado em algum momento no passado (Figura 35). A baixa procura por soluções em madeira exótica pelo mercado consumidor, a maior susceptibilidade das espécies exóticas quando não preservadas ao ataque de micro-organismos e a menor resistência mecânica estrutural de muitas variedades exóticas contribuíram para essa rejeição perceptível.

Então, incentivos públicos ao manejo sustentável e certificado das florestas nativas são necessários para erradicar o consumo ilegal e desordenado de suas madeiras.

Em torno de 10% desse público amostrado declarou, de forma contundente, que não pretende em momento algum realizar a substituição das espécies nativas por exóticas obtidas em florestas plantadas manejadas (Figura 35). Apesar da baixa resistência à substituição por parte de todos os elementos que compuseram essa amostragem aqui conduzida, alguns empresários ainda não estão aptos a realizar qualquer tipo de substituição das espécies nativas, conforme propõe este estudo. Essa situação pode ser um reflexo de um desconhecimento das vantagens das madeiras exóticas oriundas de reflorestamento, bem como uma desmotivação dessa parcela restrita do empresariado em investir em novas tecnologias de preservação e de secagem das madeiras exóticas.

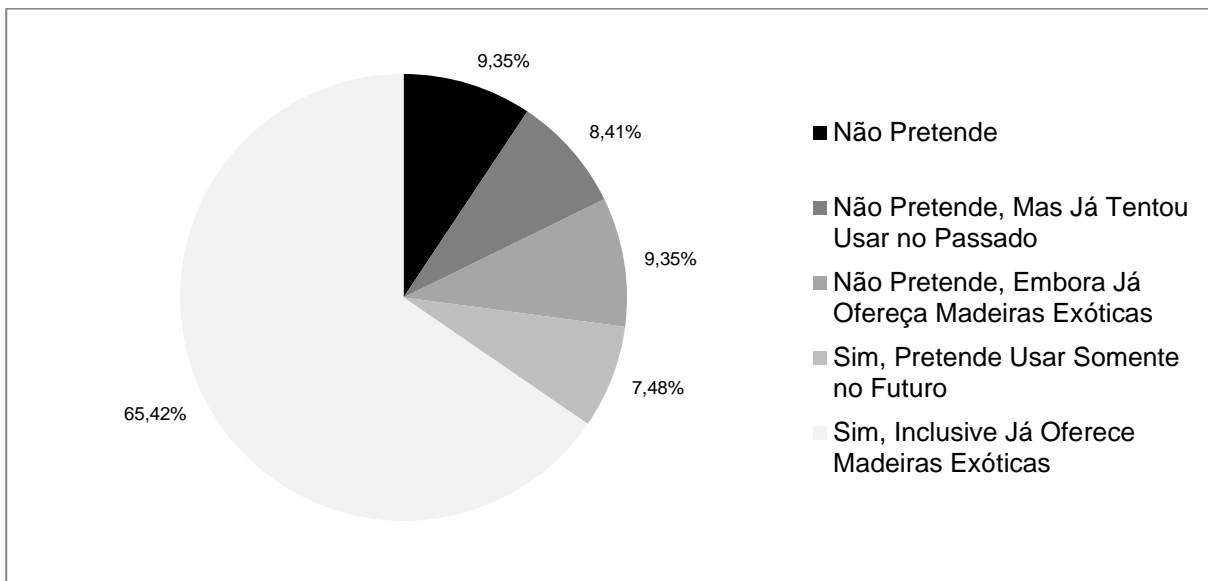


Figura 35: Motivação empresarial para substituir as espécies nativas por exóticas.

O estabelecimento de outros incentivos pode estimular os empresários ainda contrários à substituição a rever os seus posicionamentos, como por exemplo: o uso de madeiras mais rentáveis obtidas por meio de florestas plantadas específicas para a construção civil; a regulação de impostos produtivos mais baixos para produtos à base de madeiras exóticas obtidas de modo sustentável; a oferta de financiamentos habitacionais com juros mais atraentes para casas fabricadas em madeiras exóticas; e a aquisição mais acessível de maquinários de corte, secagem e preservação de espécies exóticas.

Ademais, essas estratégias podem encorajar outras empresas, as quais ainda oferecem nativas e exóticas, a concentrarem seu enfoque somente nas madeiras de florestas plantadas, devido aos incentivos públicos propostos.

Uma alternativa interessante e existente para o maior controle e especificação da utilização das madeiras por parte desses produtores de habitações em madeira constitui no estímulo a implantação de cadeias de custódia, com o fim de garantir a certificação sustentável da madeira utilizada ao longo de todo o processo produtivo.

De acordo com FSC-STD-40-004 (2011), essa tática detalhou a informação sobre o caminho percorrido pelos produtos desde a floresta até o consumidor final, incluindo cada estágio de processamento, transformação, fabricação e distribuição.

As prescrições dessa norma FSC-STD-40-004 (2016) devem ser respeitadas durante todo o processo fabril, formando um fluxo transparente de toda a cadeia de suprimentos, para que uma garantia crível de que os produtos vendidos, sob o selo da *Forest Stewardship Council*, sejam originários de florestas bem manejadas, fontes controladas, materiais recuperados, ou de uma combinação dessas opções.

O não cumprimento da certificação de um produto madeireiro pode impedir aos seus fabricantes em entrar em mercados internacionais (MONTAGUE, 2011) e o cumprimento dessa opção poderia envolver a redução de impostos produtivos.

Independente da utilização de madeiras nativas ou exóticas, os produtores de casas à base dessa matéria-prima deveriam buscar certificações que assegurem a origem das matérias-primas de seu produto, agregando maior valor comercial.

Apesar do menor retorno econômico em aplicações industriais, como matéria-prima de produtos manufaturados, as florestas cultivadas estão conquistando uma grande importância (ALVES et al., 2003), ao passo que podem representar um vetor essencial para impulsionar o desenvolvimento sustentável no Brasil (HOEFLICH, 2006), que se adotado de uma forma correta, poderá oferecer recursos madeireiros indefinidamente (FALK, 2010). A adoção de madeira de pinus e eucalipto constitui alternativa viável e mais concreta para conseguir projetos mais ambientalmente amigáveis, ainda que existam muitas restrições vinculadas ao preconceito e à cultura em se empregar a madeira, no Brasil (CUNHA & CESAR, 2004).

Em razão disso, uma investigação foi determinada para verificar quais seriam as potenciais espécies exóticas que as empresas avaliadas pretenderiam utilizar em uma futura substituição. O seu resultado está apresentado na Figura 36.

Apesar da possibilidade de respostas abertas, isto é, a declaração nominal da utilização futura de quaisquer espécies exóticas, os respondentes direcionaram as suas respostas exclusivamente para as madeiras de eucalipto e pinus (Figura 36). Esse fato pode ter ocorrido em virtude do maior conhecimento disponível, para aplicações estruturais, das propriedades e características dessas duas espécies.

Das 29 empresas que declararam uma resposta à segunda questão, isto é, em torno de 27% do amostral de 107 empresas, 11 delas (ou 10,28%) declararam substituir as espécies nativas tanto por pinus quanto por eucalipto (Figura 36).

Sendo assim, 18 produtores (16,82%) informaram que pretendem substituir as suas espécies nativas somente por uma das exóticas. Somente 3 empresas (2,80%) pretendem incluir o eucalipto na substituição proposta, enquanto que 16 empresas (14,95%) indicaram oferecer, em uma futura substituição de espécies, somente o pinus (Figura 36). O pinus se situou com uma popularidade exatamente duas vezes maior que a do eucalipto. A popularidade do pinus se relaciona à sua maior leveza, menor grau de rachadura e facilidade de trabalhabilidade, preservação e secagem.

Essa tendência identificada neste estudo segue a projeção de Alves et al. (2003), a qual aponta que, progressivamente, as florestas plantadas vão se tornando mais importantes que as nativas no fornecimento de matéria-prima industrial.

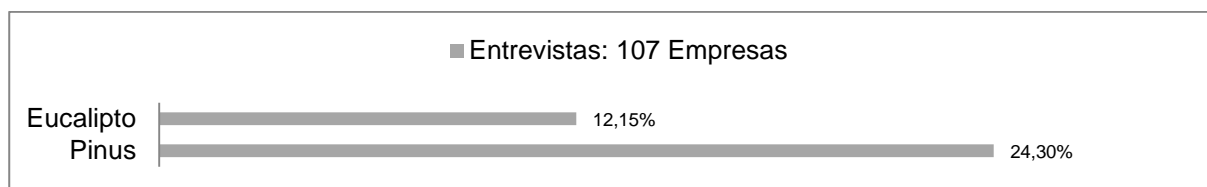


Figura 36: Espécies de exóticas utilizadas para substituir madeiras sólidas nativas.

8.4 Conclusões

Uma pequena parte ainda visível do setor se posiciona totalmente contra a substituição das nativas por exóticas. O esclarecimento das muitas vantagens das exóticas e a implantação de incentivos para o aperfeiçoamento industrial relacionado diretamente ao emprego dessas espécies exóticas podem, sincronicamente, ampliar a substituição de espécies ora observada. A criação de cadeias de custódia para esse setor pode ser uma saída interessante para ampliar o seu mercado, inclusive internacionalmente, e aprofundar o seu grau de sustentabilidade produtiva.

Grande parte desses produtores de casas de madeira pretende substituir as espécies nativas por exóticas, pois inclusive já oferecem as madeiras exóticas para seus produtos. Quase um terço das empresas já disponibiliza somente as madeiras de florestas plantadas para a produção de casas. O outro um terço também já vem oferecendo essas madeiras, apesar da oferta simultânea das nativas. O cenário é positivo, pois, no futuro, o setor poderia oferecer majoritariamente habitações à base de madeira de florestas plantadas, reduzindo a pressão sobre as florestas naturais.

Referências

ALVES, A. G. M. P.; SILVA, C. A. V.; SANTOS JUNIOR, E. R.; MOISÉS, L. G.; PEREIRA, M. C. S.; BREMER, O. A. **Florestamento na região Sul do Brasil** – uma análise econômica. Porto Alegre: BRDE, 2003. 51 p.

ANGELO, H.; SILVA, G. F.; SILVA, V. S. M. Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: o caso do polo de Sinop, MT. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 91-101, 2004.

BACHA, C. J. C. O uso de recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras - uma visão histórica e parcial de um processo de desenvolvimento. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 393-426, 2004.

BRAGA, E.; SARROUF, L. (Coords.). **Aquisição responsável de madeira na construção civil**: guia prático para as construtoras. São Paulo: Sinduscon-SP; WWF-Brasil, 2011.

CUNHA, R. D. A.; CÉSAR, S. F. Arquitetura sustentável em madeira de pinus e de eucalipto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2004. p. 1-15.

DE ARAUJO, V. A.; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016.

DI ROMAGNANO, L. F. T. Prefácio. In: NAHUZ, A. R. (Coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT, 2013. p. 9-10.

FALK, R. H. Wood as a sustainable building material. In: FPL – FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook** – wood as an engineering material. Centennial Edition. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison: USDA/FPL, 2010. Capt. 1. p. 1-6.

FOREST STEWARDSHIP COUNCIL (FSC). **FSC-STD-40-004**: FSC standard for chain of custody certification. (2 ed.). Bonn: FSC, 2011. 27 p.

_____. **FSC-STD-40-004**: chain of custody certification. (3 ed.). Bonn: FSC, 2016. 31 p.

GALVÃO, A. P. M.; MAGALHÃES, W. L. E.; MATTOS, P. P. **Processos práticos para preservar a madeira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 49 p.

GANDINI, J. M. D. **Aplicação de conceitos de sustentabilidade no desenvolvimento de projeto de componentes estruturais pré-fabricados com emprego de madeira de florestas plantadas**. 2016. 222 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

HOEFLICH, V. A. **Desenvolvimento florestal sustentável**: requerimentos de uma sociedade. n. 138. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 38 p.

MONTAGUE, I. B. Understanding chain-of-custody certification in the Appalachian hardwood region: primary manufacturers' practices and perceptions. In: **CENTRAL HARDWOOD FOREST CONFERENCE, 17., 2011, Lexington. Proceedings...** Newtown Square: U.S. Department of Agriculture, 2011. p. 607-616.

NAHUZ, A. R. (Coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT, 2013. 103 p.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

RAMAGE, M. H.; BURRIDGE, H.; BUSSE-WICHER, M.; FEREDAY, G.; REYNOLDS, T.; SHAH, D. U.; WU, G.; YU, L.; FLEMING, P.; DENSLEY-TINGLEY, D.; ALLWOOD, J.; DUPREE, P.; LINDEN, P. F.; SCHERMAN, O. the wood from the trees: the use of timber in construction. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 333-359, 2017.

RITTER, E.; DE ROSA, M.; FALK, A.; CHRISTENSEN, P.; LOKKE, S. Wood as construction material: a "common" choice for carbon management? **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 47, p. 11930-11931, 2013.

RODRÍGUEZ-LOINAZ, G.; AMEZAGA, I.; ONAINDIA, M. Use of native species to improve carbon sequestration and contribute towards solving the environmental problems of the timberlands in Biscay, Northern Spain. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 120, p. 18-26, 2013.

VIDAL, J. M.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; JANKOWSKY, I. P. Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.

ZENID, G. J. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. 2. ed. São Paulo: IPT, 2009. 103 p.

9 CONSUMO DE BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA E FIXAÇÃO LÍQUIDA DE CARBONO E DIÓXIDO DE CARBONO NAS CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

O capítulo objetivou avaliar o volume de biomassa lignocelulósica consumido pelos produtores de casas de madeira no Brasil, nas formas líquida e bruta, por técnica habitacional em madeira, bem como as quantidades líquidas fixadas de carbono e dióxido de carbono por área construída e técnica. Os valores volumétricos líquidos do consumo de madeira para uma habitação padrão de 100m² foram obtidos por meio de entrevistas realizadas junto às empresas amostradas para cada técnica construtiva em oferta pelas mesmas. Os volumes brutos para a produção dessas habitações também foram obtidos conforme os rendimentos do desdobro de madeira listados na literatura para o cenário brasileiro. A verificação da quantidade fixada de carbono e dióxido de carbono foi obtida por meio dos volumes líquidos por área construída, os quais também foram calculados a partir dos dados coletados. Então, os resultados indicaram que o alto consumo de madeira é influenciado pela utilização de tecnologias produtivas obsoletas e técnicas construtivas mais robustas, culminando em valores expressivos para a fixação de carbono e dióxido de carbono.

Palavras-chave: Carbono; Fixação; Madeira; Habitação; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to evaluate the lignocellulosic biomass volume consumed by wooden housing producers in Brazil, in net and gross forms, by technique, as well as the net fixed amounts of carbon and carbon dioxide by building area and by technique. The net volumetric values of the wood consumption for a standard house of 100m² were obtained through interviews with the sampled companies for each available wooden housing technique. Gross volumes for the production of the houses were also obtained according to the wood machining yield listed in the literature for Brazilian scenario. The determination of fixed amounts of carbon and carbon dioxide was obtained by means of net volumes per building area, which were also calculated from the collected data. Then, the results showed that the high wood consumption of wood is influenced by the use of obsolete production technologies and more robust techniques, culminating in expressive values for carbon and carbon dioxide fixation.

Keywords: Carbon; Fixation; Timber; Housing; Sectoral research

9.1 Introdução

O interesse na madeira como material construtivo está experimentando um renascimento, um desenvolvimento estimulado pela preocupação com o clima global e o limite dos recursos naturais (RITTER et al., 2013).

O Reino Unido tem vivenciado o ressurgimento das casas de madeira, devido aos benefícios ambientais e de custo e à velocidade de construção, resultando em um crescimento de mercado maior que as casas de alvenaria (MOORE, 2015).

Esse cenário ainda é restrito a alguns países desenvolvidos, em especial para àqueles que possuem uma cadeia florestal-madeireira mais consolidada. De Araujo et al. (2016c) salientaram que Canadá, Estados Unidos, Nova Zelândia, Alemanha, Suécia e França desenvolveram muitos documentos técnicos acerca dessas construções em madeira, enfatizando a popularidade desse tema. Outro exemplo é visto na atual corrida por altos edifícios residenciais em madeira, que de acordo com Gosselin et al. (2017), tem incluído países desenvolvidos, como Alemanha, Canadá, Áustria, Reino Unido, Suécia, Noruega, Itália, Austrália e Nova Zelândia.

9.1.1 Fixação de carbono

No ciclo de carbono na Amazônia, a contribuição de cada espécie para as reservas de biomassa e a produção de madeira depende tanto de sua abundância, quanto das propriedades funcionais de cada árvore (FAUSET et al., 2015).

À medida que as árvores crescem, elas absorvem dióxido de carbono (CO₂) presente na atmosfera pelo processo de fotossíntese, com o auxílio da energia solar, cujo carbono absorvido pelas novas florestas pode ser utilizado para compensar as emissões de CO₂ vindas da queima dos combustíveis fósseis (BUCHANAN, 2006).

Não existem dúvidas que a utilização da madeira é indispensável para reduzir os impactos ambientais provocados pelo dióxido de carbono (GUSTAVSSON & SATHRE, 2006; VAN DER LUGT et al., 2006). Assim, deve-se levar em conta o fato de a madeira, a cortiça e outros produtos de madeira serem capazes de compensar as emissões de dióxido de carbono que aumentaram a partir da sua utilização por meio do trabalho proporcionado pela fotossíntese (BASTIANONI et al., 2006).

Um produto de madeira com maior vida útil atua como um armazenador de carbono durante toda a sua vida, uma vez que retira dióxido de carbono do seu ciclo natural (WERNER et al., 2005). O ciclo global do carbono pode ser significativamente melhorado em um curto prazo se houver: menor queima de combustíveis fósseis, conservação florestal por manejos sustentáveis e a produção de madeira de áreas plantadas, erradicação do desmatamento das florestas naturais e o aumento do uso da madeira em produtos duráveis para a construção (VAN DER LUGT, 2012).

Diversos trabalhos sobre as construções à base de materiais lignocelulósicos têm direcionado seus enfoques para a emissão de carbono e outros gases do efeito estufa, eficiência e consumo energético, balanço de carbono, ciclo de vida, pegada ecológica e custo ambiental (SIKKEMA & NABUURS, 1995; SKOG & NICHOLSON, 1996; BUCHANAN & LEVINE, 1999; GOVERSE et al., 2001; PINGOUD et al., 2001; CÔTÉ JUNIOR et al., 2002; LIPPKE et al., 2004; MÜLLER et al., 2004; PETERSEN & SOLBERG, 2005; WERNER et al., 2005; WINISTORFER et al., 2005; BASTIANONI et al., 2006; GUSTAVSSON & SATHRE, 2006; GUSTAVSSON et al. 2006; VAN DER LUGT et al., 2006; ASIF et al. 2007; BUCHANAN, 2007; BOWYER et al., 2008; DODOO et al., 2009; ERIKSSON et al., 2009; ELUSTONDO & OLIVEIRA, 2009; HEIKKINEN et al., 2009; SALAZAR & MEIL, 2009; KAPAMBWE et al., 2009; PROFFT et al., 2009; ALCORN & DONN, 2010; FLÆTE et al., 2010; GUSTAVSSON et al. 2010; SASATANI & EASTIN, 2012; SCHWENK et al., 2012; HAFNER, 2013; HAMILTON-MACLAREN et al., 2013; LEHMANN, 2013; LUDVIG & WEISS, 2013; RUUSKA, 2013; WONG et al., 2013; ROBSON et al., 2014; TAKANO et al., 2014; WHERRY & BUEHLMANN, 2014; FAUSET et al., 2015; KNAUF, 2015; PÖYRY et al., 2015; RAŠI et al., 2015; LUN et al., 2016; NEPAL et al., 2016; etc.).

Acerca disso, Khasreen et al. (2009) identificaram mais de 25 ferramentas de cálculo e bases de dados voltados para a mensuração do impacto ambiental para o dimensionamento do ciclo de vida de um produto. Ao menos 12 metodologias de cálculo podem ser utilizadas para dimensionar as construções com baixas emissões de carbono (MARSZAL et al., 2000). No entanto, todos esses métodos são voltados para o mercado europeu e norte-americano, os quais contemplam somente algumas das principais técnicas construtivas em madeira, tais como *woodframe*, pilar-viga ou modular em CLT. Sendo assim, outras técnicas habitacionais à base de madeira, identificadas por De Araujo et al. (2016b) em seu estudo, não foram contempladas nesses métodos estimativos voltados para a realidade dos países desenvolvidos.

Como nenhum desses estudos supracitados se direcionou exclusivamente para a estimativa do carbono fixado na biomassa lignocelulósica dos componentes construtivos para cada tipologia construtiva em madeira, um comparativo entre os diversos exemplos construtivos à base de madeira e seus derivados não está ainda disponível na literatura. Em virtude de uma carência de dados sobre o consumo de madeira dessas técnicas construtivas habitacionais em madeira e as suas massas de carbono fixadas, a continuação dos estudos nesse âmbito se torna necessária.

Este estudo teve como objetivo avaliar o volume de biomassa lignocelulósica consumido, nas formas líquida e bruta, por técnica habitacional em madeira, bem como as quantidades fixadas de carbono e dióxido de carbono por área construída.

Com isso, as seguintes hipóteses foram identificadas:

- Metade das técnicas habitacionais em madeira possui volume líquido similar, bem como, quantidades fixadas similares de carbono e dióxido de carbono;
- *Log-home* e modular em CLT possuem altos índices de fixação de carbono.

9.2 Material e Métodos

O volume de biomassa lignocelulósica consumido por técnica em madeira foi obtido junto aos produtores de casas de madeira no Brasil, para verificar o volume total líquido consumido para uma habitação térrea de 100 m² de área construída. A partir desses dados, os volumes bruto por técnica por habitação de 100 m² e líquido por área construída para cada técnica foram calculados. Mediante o volume líquido por área construída por técnica, as quantidades fixadas de carbono e de dióxido de carbono foram obtidas. Essa coleta de dados ocorreu por meio de um *survey*, que incluiu entrevistas *in loco* com os produtores brasileiros de casas de madeira, o qual está detalhadamente supracitado no item 6.2 do Capítulo 6. A validação da amostra deste *survey* incluiu o cálculo de sua margem de erro, indicado no subcapítulo 3.8.

No que diz respeito à entrevista, um questionamento de caráter quantitativo e de resposta aberta foi realizado: “quanto se utiliza de madeira (serrada e derivados) na produção de uma casa térrea de 100m²?”. Essa questão objetivou a identificação dos valores mínimos (menor), médios (média) e máximos (maior) do volume líquido de madeira consumido para a produção de uma casa nessa condição supracitada. Os dados foram organizados de acordo com a técnica construtiva. A partir desses dados, quatro cálculos foram realizados para determinar: volume bruto de madeira por técnica; volume líquido por área construída; quantidade de carbono fixado por área construída; e quantidade de dióxido de carbono fixado por área construída.

O cálculo do volume bruto de madeira (V_{bruto}) necessário para a produção de cada técnica construtiva foi baseado, segundo a equação de Murara Junior (2013), em que foi informado o rendimento em madeira serrada (R%) e o volume líquido total dos componentes construtivos em madeira empregados na fabricação de uma casa térrea de área construída de 100m² ($V_{\text{líquido}}$).

Com base na literatura supracitada na introdução deste Capítulo, a estimativa do volume bruto utilizado para a construção dessa habitação padrão (Equação 4) incluiu os rendimentos de 30% (pior eficiência) e 55% (melhor eficiência), cujos coeficientes de cálculo para tais rendimentos foram 1,7 e 1,45, respectivamente.

$$V_{\text{bruto}} = (R\% \times V_{\text{liquido}}) / 100 \quad (\text{Equação 4})$$

A partir do desdobro das toras em madeira serrada, uma serraria de ponta pode alcançar um rendimento ao redor de 60%, gerando cerca de 40% de resíduos sólidos (MANTAU, 2015). Esse rendimento corresponde à estimativa do volume de madeira beneficiada em relação ao volume das toras brutas que serão desdobradas. No cenário brasileiro, o rendimento bruto desse desdobro pode se situar entre: 45% a 60% para as variedades de eucalipto (CUNHA et al., 2015); 37% a 64% para as variedades de pinus (MURARA JUNIOR et al., 2013); 48% a 57% para o cambará (MELO et al., 2016); e 30% a 45% para a faveira (ARAÚJO et al., 2014). Durante o desdobro de 20 espécies de madeira tropical amazônica, Iwakiri (1990) verificou que o rendimento médio variou entre 41% e 62%. Rocha (2007) e Vital (2008) verificaram que os rendimentos das serrarias brasileiras variam geralmente entre 45% e 55%.

Com o intuito de permitir uma comparação por unidade de área construída, o volume de madeira por metro quadrado de habitação em madeira ($V_{\text{m3/m2}}$) foi obtido pela relação entre o volume líquido de madeira utilizado na produção de uma habitação térrea de 100 m^2 (V_{liquido}) em metros cúbicos e a sua respectiva área considerada (A) em metros quadrados, isto é, $\text{m}^3_{\text{madeira}}/\text{m}^2_{\text{habitação}}$.

A massa da madeira por metro quadrado de construção em madeira (m_{madeira}) foi calculada, a partir da Equação 5, a partir do volume de madeira por metro quadrado de habitação ($V_{\text{m3/m2}}$) e a densidade da madeira utilizada (Db_{madeira}).

$$m_{\text{madeira}} = V_{\text{m3/m2}} \times Db_{\text{madeira}} \quad (\text{Equação 5})$$

As densidades básicas das espécies de madeira utilizadas na produção de habitações em madeira produzidas no Brasil estão descritas nas Tabelas 18, 19 e 20. Os manuais e as coletâneas do *Forest Products Laboratory* (2010), do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2017) e do Serviço Florestal Brasileiro (2016) e alguns artigos científicos foram consultados para informar essas densidades básicas.

Tabela 18: Nomenclaturas e densidades básicas das espécies nativas.

Nome Comercial	Nome Científico	D _b (kg/m ³)
Marupá, Caixeta	<i>Simarouba</i> spp.	400 ^a
Guaruba, Quaruba	<i>Vochysia máxima</i> Ducke	460 ^a
Canelão, Canela-branca	<i>Nectandra lanceolata</i>	480 ^a
Cedrinho, Bruteiro	<i>Erisma uncinatum</i> Warm	480 ^b
Cedromara, Cedroarana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	530 ^a
Imbuia, Canela-imbuia	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart) Barroso	540 ^b
Tauari, Imbirema	<i>Couratari oblongifolia</i>	540 ^a
Cerejeira, Imburana	<i>Amburana</i> spp.	570 ^c
Taxi, Taxizeiro	<i>Tachigali myrmecophilla</i> (Ducke) Ducke	570 ^b
Cambará, Mandioqueira	<i>Qualea</i> spp.	600 ^d
Peroba-branca, Ipê-rajado	<i>Paratecoma peroba</i>	600 ^d
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	630 ^a
Piquiá, Pequiarana	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	630 ^c
Louro, Gamela	<i>Nectandra rubra</i> (Mez) C. K. Allen	642 ^b
Peroba-mica	<i>Aspidosperma populifolium</i>	650 ^c
Peroba-rosa, Peroba-do-Sul	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	660 ^b
Grápia, Garapeira	<i>Apuleia leiocarpa</i> (J.Vogel) J.F.Macbr.	670 ^e
Guajará, Curupixá	<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	670 ^e
Tatajuba, Garrote	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	683 ^e
Cupiúba, Peroba-do-Norte	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	710 ^e
Tanibuca, Carará	<i>Buchenavia</i> spp.	720 ^f
Timborana, Timbaúba	<i>Piptadenia suaveolens</i> (Mcq)	720 ^f
Angelim-amargoso	<i>Vatairea</i> spp.	730 ^c
Canela, Canela-preta	<i>Ocotea catharinensis</i> Mez.	736 ^g
Roxinho, Pau-roxo	<i>Peltogyne</i> spp.	740 ^e
Sicupira, Manacaíba	<i>Diplotropis purpurea</i> (Rich)	740 ^c
Cabreúva, Bálsamo	<i>Myroxylon balsamum</i> (L) Harms	780 ^a
Itaúba, Abiurana	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez.	800 ^b
Maracatiara, Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> Ducke	810 ^e
Faveira-ferro	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	830 ^e
Maçaranduba, Parajuba	<i>Manilkara</i> spp	833 ^b
Angico Preto, Angico-bravo	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	840 ^a
Ipê, Ipê-roxo	<i>Tabebuia</i> spp.	840 ^b
Tamarindo	<i>Dialium guianense</i>	880 ^a
Cumaru, Ipê-champagne	<i>Dipteryx odorata</i> (Aublet.) Willd.	908 ^e
Sapucaia	<i>Lecythis pisonis</i>	930 ^d

Fonte: (a) REMADE (2009); (b) IPT (2017); (c) SFB (2016); (d) FPL (2010); (e) Nahuz (2013); (f) Quirino et al. (2005); (g) Furquim et al. (2016)

Tabela 19: Nomenclaturas e densidades básicas das espécies nativas encontradas em reflorestamentos.

Nome Comercial	Nome Científico	D _b (kg/m ³)
Paricá, Pinho-cuiabano	<i>Schizolobium amazonicum</i>	300 ^a
Cedro, Cedro-cheiroso	<i>Cedrela spp.</i>	440 ^b
Araucária, Pinho-do-Paraná	<i>Araucaria augustifolia</i> (Bert.) O. Ktze	450 ^c
Jatobá, Jutaí	<i>Hymenaea spp.</i>	820 ^d

Fonte: (a) Almeida et al. (2013); (b) IPT (2017); (c) REMADE (2009); (d) FPL (2010)

Tabela 20: Nomenclaturas e densidades básicas das espécies exóticas encontradas em reflorestamentos.

Nome Comercial	Nome Científico	D _b (kg/m ³)
Pinus-taeda	<i>Pinus taeda</i>	371 ^a
Pinus-eliotte	<i>Pinus elliotii</i>	400 ^a
Eucalipto-grandis	<i>Eucalyptus grandis</i> , Hill ex. Maiden	420 ^a
Pinus-caribaea	<i>Pinus caribaea var. caribaea</i>	436 ^a
Pinus-ocarpa	<i>Pinus oocarpa</i>	443 ^a
Eucalipto-saligna	<i>Eucalyptus saligna</i>	465 ^a
Eucalipto-urophylla	<i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake	475 ^a
Eucalipto-urograndis	<i>Eucalyptus urophylla var. grandis</i>	510 ^a
Eucalipto-citriodora	<i>Corymbia citriodora</i>	631 ^b

Fonte: (a) IPT (2017); (b) Brito (1992)

Após a obtenção dos volumes líquidos de madeira utilizados para a produção de uma unidade habitacional térrea de 100 m², também foi possível quantificar o carbono (C) e o dióxido de carbono (CO₂) fixados. Optou-se pela demonstração desses valores em metro cúbico por metro quadrado de construção com o intuito de verificar, para cada técnica avaliada, a quantidade fixada e carbono e dióxido de carbono por área construída. Em virtude disso, somente o volume médio líquido de madeira por técnica construtiva em madeira foi considerado, pois esse montante será conservado ao longo do tempo como uma habitação. Os resíduos não possuem caráter de fixação, pois geralmente são direcionados à queima ou à decomposição. Buchanan (2006) apontou que o carbono permanece em um material lenhoso até ele que seja finalmente deteriorado por insetos, decomposto e/ou queimado. As etapas anteriores à obtenção das toras de madeira e as posteriores às casas acabadas não foram consideradas para que valores líquidos de base para estudos fossem obtidos.

Alguns métodos de cálculo para a obtenção da massa de carbono presente na madeira, os quais envolvem, além do produto final, dados básicos sobre a matéria-prima de origem (árvore), transportes, resíduos, ocupação, manutenção e demolição não foram possíveis, por conta da limitação dos dados disponibilizados. Essas descon siderações foram estabelecidas em razão da carência de dados do setor.

As origens, as idades no momento do corte e as dimensões (comprimento e diâmetro à altura do peito) das toras de madeira que serviram como matérias-primas básicas destinadas para a produção de casas de madeira não foram declaradas por seus produtores, visto que as práticas comuns desse setor produtivo brasileiro ainda não incluem quaisquer rastreamentos de origem. As quantificações de carbono e de dióxido de carbono presentes nas colas e aditivos dos derivados de madeira, nas tintas, tingidores e preservantes químicos madeireiros e em outros componentes construtivos não madeireiros (metais, plásticos, vidro, rocha, argila, etc.) não foram contabilizadas, resultando no cálculo líquido do volume da biomassa lignocelulósica, isto é, da matéria-prima lignocelulósica consumida, do dióxido de carbono fixado e do carbono fixado por área habitacional construída, conforme a técnica construtiva avaliada. A falta de estudos sobre os valores líquidos dessas variáveis observadas se torna um motivo para apoiar estudos futuros.

Assim, a massa de carbono fixado na madeira (m_C) foi calculada conforme o estudo de Profft et al. (2009), a qual pôde ser obtida mediante a massa da madeira (m_{madeira}) e a constante do carbono concentrado ($C_{\text{concentrado}}$). A massa de carbono fixado (m_C) é expressa em quilogramas de carbono por metro quadrado de área construída por técnica construtiva em madeira, isto é, $\text{kg}_C/\text{m}^2_{\text{habitação}}$ (Equação 6).

$$m_C = m_{\text{madeira}} \times C_{\text{concentrado}} \quad (\text{Equação 6})$$

Diversos autores têm utilizado um fator padrão de 0,5 para essa constante (FUKUDA et al., 2003; GORGENS et al. 2005; HOUGHTON, 2005; SATHRE, 2007; RIBEIRO et al., 2009; DALLAGNOL et al., 2011; LIPPKE et al., 2012; THOMAS & MARTIN, 2012; VAN DER LUGT, 2012; CUBAS et al., 2016), pois grande parte do carbono absorvido é convertida em madeira, a qual possui uma estrutura química complexa que possui cerca de 50% de carbono (BUCHANAN, 2006). Essa massa de carbono da madeira é considerada fixada exclusivamente durante seu ciclo de vida.

Sathre (2007) enfatizou que, na demolição de uma construção, 100% de seu estoque de carbono é oxidado e entra na atmosfera como CO₂.

Em seus estudos sobre a fixação de carbono, Hoffert (1974), Van der Lugt (2012) e Kim & Chae (2016) consideraram as massas molares de 44 g/mol para o dióxido de carbono (M_{CO2}) e 12 g/mol para o carbono (M_C).

Portanto, o cálculo da massa de dióxido de carbono fixado na madeira como um produto construtivo em condição de uso para habitações foi obtido, segundo Van der Lugt (2012), por meio da massa de carbono fixado (m_C) e as massas molares do carbono (M_C) e do dióxido de carbono (M_{CO2}).

A massa de dióxido de carbono fixado (m_{CO2}) é expressa em quilogramas de dióxido de carbono por metro quadrado de área construída por técnica construtiva em madeira, isto é, kg_{CO2}/m²_{habitação}, conforme determina a Equação 7.

$$m_{CO2} = m_{madeira} \times C_{concentrado} \times (M_{CO2} / M_C) \quad (\text{Equação 7})$$

Diante dos valores numéricos coletados por este *survey*, isto é, os volumes líquidos de biomassa lignocelulósica utilizada na fabricação de uma casa térrea de 100m² de área construída ($\sum V_{líquido}$), uma investigação estatística desses dados foi realizada com a aplicação do teste t, segundo o descrito no item 3.8, Capítulo 3.

O teste t permitiu verificar se existiu diferença nas médias da produção do volume de madeira (em m³) para cada técnica construtiva em madeira, mediante a comparação entre duas variedades (técnicas habitacionais) por condição de análise. A estratégia permitiu confrontar, dois a dois, todos os dados obtidos para a variável de volume líquido consumido de madeira para cada variedade observada, indicando quais atendem ou não atendem as prescrições do teste t.

A independência das amostras e as aleatorizações de sua normalidade e do processo de amostragem da coleta dos dados foram admitidas para a aplicação do teste t, visto que as variâncias são desconhecidas e distintas.

Assim, duas hipóteses foram formuladas: similaridade entre as médias (H₀: μ₁ = μ₂) e distinção entre as médias (H₁: μ₁ ≠ μ₂). No nível de significância de 5% (P-valor < 0,005), o P-valor ao teste t identificou a rejeição da hipótese de igualdade das médias obtidas.

9.3 Resultados e Discussão

Ao final da prospecção de dados, a margem de erro de $\pm 3,325\%$ foi obtida, cujo valor se situou (Tabela 11), de acordo com Pinheiro et al. (2011), abaixo do nível aceitável de 10% e próxima do nível ideal de 5%.

Os dados oriundos dos produtores avaliados (por habitação padrão térrea de 100 m² de área construída) foram reunidos e ordenados (Tabela 21), demonstrando o menor e o maior consumo líquido de madeira, bem como uma média geral por técnica construtiva. Esse volume líquido incluiu somente a quantidade de madeira beneficiada utilizada na habitação padrão, excluindo todos os resíduos produtivos.

Tabela 21: Volume líquido de madeira consumida para uma habitação térrea de 100 m² de área construída conforme o tipo de habitação de madeira

Técnica habitacional de madeira	f _{emp}	Volume (m ³ para habitação térrea de 100 m ²)		
		Menor	Maior	Média
<i>Woodframe</i> balão	3	9,40	24,00	16,13
<i>Woodframe</i> plataforma	19	6,00	30,00	14,04
<i>Woodframe</i> misto	3	9,40	14,00	11,27
<i>Log-home</i>	6	10,00	30,00	19,83
Tábuas horizontais macho-e-fêmea	34	5,00	22,00	12,56
Tábuas horizontais pregadas	46	2,00	28,00	11,98
Tábuas verticais pregadas	40	2,00	28,00	11,21
Enxaimel	1	9,00	9,00	9,00
<i>Woodframe</i> modular	3	8,00	13,00	11,33
Modular em CLT	1	34,00	34,00	34,00
Modular para canteiros de obra	5	4,00	22,00	8,00
Casa de tábuas e mata-junta	11	4,00	14,50	8,09
Pilar-viga	11	7,00	30,00	12,64
Paliteiro com alvenaria	8	5,00	10,00	8,13

f_{emp}: frequência das empresas avaliadas

As técnicas construtivas em madeira com menores gastos médios de madeira por habitação térrea de 100 m², entre 8 e 9 m³, foram o modular para canteiros de obra, casa de tábuas e mata-junta, paliteiro com alvenaria e enxaimel; esse índice reduzido do consumo de madeira se reflete às técnicas basicamente mais simples do ponto de vista tecnológico e estrutural, tal como avaliou De Araujo et al. (2016b).

Em contraste, as residências modulares em madeira laminada colada cruzada (CLT) e as casas em *log-home* apresentaram, nesses mesmos parâmetros avaliados, os maiores volumes de madeira, muito em razão, segundo De Araujo et al. (2016b), da grande robustez de suas paredes estruturais. As outras oito técnicas construtivas em madeira avaliadas difundiram volumes consumidos de madeira bastante similares, isto é, entre 11 e 16 m³ (Tabela 21).

As técnicas enxaimel e modular em CLT não tiveram valores suficientes para apresentar uma média a ser observada estatisticamente (Tabela 21 e Apêndice F). Comparando-se as médias dos volumes de madeira obtidos mediante o teste t, foi possível indicar a rejeição da hipótese H₀ da igualdade entre médias, nos casos de: *woodframe* balão em relação à tábua e mata-junta e ao paliteiro com alvenaria; *woodframe* plataforma com a tábua e mata-junta e o paliteiro com alvenaria; *log-home* com tábuas horizontais macho-e-fêmea, tábuas horizontais pregadas, tábuas verticais pregadas, modular para canteiro, tábua e mata-junta e pilar-viga; tábuas horizontais macho-e-fêmea com modular para canteiro e tábua e mata-junta; tábuas horizontais pregadas com a casa de tábua e mata-junta; *woodframe* modular com o paliteiro em alvenaria. Em contraste, nas outras comparações dois a dois entre as médias, essas mesmas não apresentaram diferenças (P-valor > 0,005).

O consumo médio de madeira serrada por habitação aumentou de 2,87m³ em 2009 para 3,39m³ em 2014 no Reino Unido, revelando uma maior tendência de utilização da madeira serrada, e progressivamente as das variedades engenheiradas (MOORE, 2015). Como as residências britânicas têm, em média, 76 m² (WILSON, 2013), o consumo médio de madeira serrada no período de 2014 por habitação de 100m² ronda 4,46 m³. O consumo médio de madeira em níveis bastante baixos para habitações britânicas posiciona-as próximas aos exemplos residenciais de menor consumo de madeira no Brasil (Tabela 21). Como a maior parte dessas técnicas demanda uma média entre 11 e 16 m³, isso pode ser atrelado, de acordo com Zani (1997) e De Araujo et al. (2016a), ao atraso industrial do setor madeireiro no país.

A partir desses volumes líquidos de madeira consumida para uma habitação térrea de 100 m² (Tabela 21), isto é, sem a consideração de seus resíduos gerados na produção, também foi possível identificar o consumo líquido de madeira por metro quadrado de área construída (Figura 37), por meio da divisão desses valores obtidos pela área construída padrão, considerada neste trabalho, de 100 m².

O paliteiro com alvenaria, enxaimel e o *woodframe* modular apresentaram os melhores graus de racionalização de matéria-prima dentre as técnicas observadas (Figura 37), pois inclusive os seus maiores níveis de consumo de madeira por metro quadrado se situaram abaixo da média linear geral dentre as técnicas avaliadas de $0,134 \text{ m}^3_{\text{madeira}}/\text{m}^2_{\text{habitação}}$. Os maiores valores registrados pela tábua e mata-junta e pelo *woodframe* misto ($0,145$ e $0,140 \text{ m}^3_{\text{madeira}}/\text{m}^2_{\text{habitação}}$) estão próximos dessa média, o que os inclui entre os exemplos com bom nível de racionalização de madeira.

No cenário dos maiores consumos de madeira, alguns exemplos revelaram valores muito elevados, como por exemplo, pilar-viga, *log-home*, tábuas horizontais pregadas, tábuas verticais pregadas, tábuas horizontais macho-e-fêmea, modular para canteiro, *woodframes* plataforma e balão (Figura 37). Tal fato pode ser atribuído às soluções mais robustas e/ou de maior personalização de projeto, caracterizadas por produtores com menor grau de pré-fabricação em larga escala.

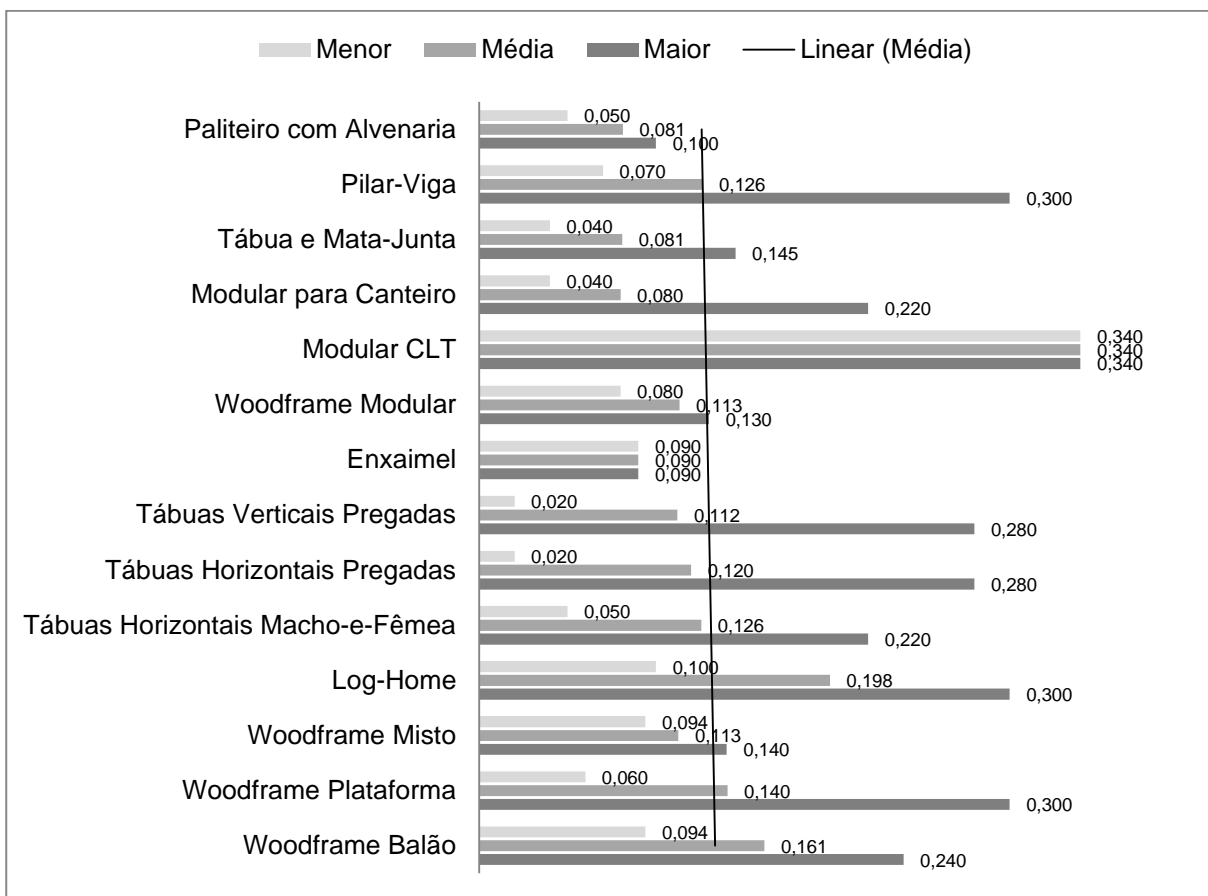


Figura 37: Volume líquido de madeira consumida por metro quadrado de habitação construída em madeira ($V_{m3/m2}$).

Em relação aos menores consumos de madeira por metro quadrado (Figura 37), as técnicas paliteiro com alvenaria, tábua e mata-junta, modular para canteiro, tábuas verticais pregadas, tábuas horizontais pregadas, tábuas horizontais macho-e-fêmea e *woodframe* plataforma apresentaram índices abaixo de 50% da média linear geral dentre todas as técnicas avaliadas de $0,134 \text{ m}^3_{\text{madeira}}/\text{m}^2_{\text{habitação}}$.

No caso dos consumos médios de madeira por metro quadrado construído, o que exhibe um panorama mais generalista para cada técnica, somente quatro delas indicaram índices maiores que essa média linear geral. Porém, os *woodframes* balão e plataforma informaram valores maiores bastante próximos à referida média geral, sem ultrapassar uma faixa de 25% de maior consumo do índice global (Figura 37). Porém, o *log-home* e o modular em CLT demonstraram, respectivamente, consumos médios 47% e 254% maiores que essa média geral (Figura 37). Esse cenário crítico é resultado de um uso intensivo de madeira maciça, igualmente salientado por De Araujo et al. (2016b), já que o *log-home* consome toras e blocos manufaturados e o modular em CLT depende do uso dos painéis de tábuas de madeira colada cruzada. Particularmente, o enxaimel e o modular em CLT exibiram valores similares nessas três condições observadas (maior, média e menor consumo de madeira), em virtude da existência de uma única empresa para cada uma dessas duas soluções.

A partir dos volumes líquidos declarados por técnica construtiva em madeira (Tabela 21) para essa habitação padrão considerada (100 m^2), também foi possível estimar os volumes brutos de madeira consumidos para a obtenção de cada técnica, mediante o suporte da literatura, para avaliar o consumo de madeira global incidente por técnica construtiva. Nesse caso, os resíduos do processamento da madeira, isto é, as perdas de matéria-prima lignocelulósica durante os processos de desdobro e beneficiamento nas serrarias e fábricas, também foram contabilizadas, gerando um incremento no volume total de madeira utilizada para a obtenção de cada exemplar.

No entanto, a variância das eficiências no desdobro de madeira pode ocorrer em virtude da variedade da madeira utilizada, das classes diamétricas das toras e dos sistemas de desdobro utilizados (CUNHA et al., 2015).

Diante dessa variabilidade de questões que podem influenciar no rendimento, o estudo distinguiu dois possíveis cenários de rendimento do desdobro (Tabela 22), de acordo com os parâmetros da literatura supracitada: 30% (pior eficiência) e 55% (melhor eficiência).

Tabela 22: Volume bruto de madeira consumida por habitação térrea de 100 m² de área, para dois rendimentos de desdobro, conforme o tipo de técnica habitacional

Técnica habitacional em madeira	RCD	Volume (m ³ para habitação térrea de 100 m ²)		
		Menor	Média	Maior
<i>Woodframe</i> balão	30%	15,98	27,43	40,80
	55%	13,63	23,39	34,80
<i>Woodframe</i> plataforma	30%	10,20	23,88	51,00
	55%	8,70	20,36	43,50
<i>Woodframe</i> misto	30%	15,98	19,15	23,80
	55%	13,63	16,34	20,30
<i>Log-home</i>	30%	17,00	33,72	51,00
	55%	14,50	28,76	43,50
Tábuas horizontais macho-e-fêmea	30%	8,50	21,35	37,40
	55%	7,25	18,21	31,90
Tábuas horizontais pregadas	30%	3,40	20,37	47,60
	55%	2,90	17,37	40,60
Tábuas verticais pregadas	30%	3,40	19,05	47,60
	55%	2,90	16,25	40,60
Enxaimel	30%	15,30	15,30	15,30
	55%	13,05	13,05	13,05
<i>Woodframe</i> modular	30%	13,60	19,27	22,10
	55%	11,60	16,43	18,85
Modular CLT	30%	57,80	57,80	57,80
	55%	49,30	49,30	49,30
Modular para canteiro	30%	6,80	13,60	37,40
	55%	5,80	11,60	31,90
Tábua e mata-junta	30%	6,80	13,75	24,65
	55%	5,80	11,73	21,03
Pilar-viga	30%	11,90	21,48	51,00
	55%	10,15	18,32	43,50
Paliteiro com alvenaria	30%	8,50	13,81	17,00
	55%	7,25	11,78	14,50

RCD: Rendimento considerado no desdobro de toras anterior ao beneficiamento

Como, quanto maior o rendimento no processamento da madeira, menor será o consumo de material lignocelulósico, os valores brutos calculados mantiveram o mesmo ordenamento entre os gastos volumétricos observados, isto é, maior, médio e menor (Tabela 22). Maiores rendimentos também implicam em menor produção de resíduos produtivos, o que possibilita economizar e racionalizar o material utilizado.

Assim, similarmente aos valores líquidos para as três quantidades de volume (menor, médio e maior) (Tabela 21), as técnicas habitacionais com menores gastos de madeira por habitação padrão (100 m²) foram o modular para canteiro, tábua e mata-junta, paliteiro com alvenaria e enxaimel, enquanto que os maiores consumos foram atribuídos às casas modulares em CLT e aos *log-homes* (Tabela 22).

Estima-se que o volume de madeira serrada utilizada em uma habitação em madeira pode ser o dobro do que o empregado em uma casa de alvenaria (MOORE, 2015), em virtude do consumo de madeira para o telhado e para formas de concreto. Em contrapartida, uma casa de madeira apresenta um uso eficiente e relativamente baixo de matéria-prima, em comparação à alvenaria, cujos principais materiais são de origem mineral e não concentram os principais aspectos positivos da madeira, como a renovabilidade e a sustentabilidade. Além disso, as madeiras são utilizadas de modo definitivo, em vez de descartadas a cada período de tempo, como ocorre frequentemente na alvenaria com os andaimes, formas de concreto, escoras, etc.

No tocante à sustentabilidade, a verificação do carbono e dióxido de carbono fixados por espécie de madeira foi possível por meio dos volumes líquidos médios de madeira consumida por técnica construtiva habitacional, os quais foram coletados pelas entrevistas (Figura 37). O consumo bruto de madeira, que inclui os resíduos gerados na produção de uma casa de madeira, não foi contemplado, pois esses materiais residuais são geralmente queimados, decompostos ou convertidos como combustível para energia de biomassa. O volume médio de madeira líquido, na forma de componentes e de elementos construtivos, constituiu no fator considerado para avaliar a fixação de carbono e dióxido de carbono nas técnicas habitacionais, juntamente às densidades básicas das espécies de madeira (Tabelas 18, 19 e 20).

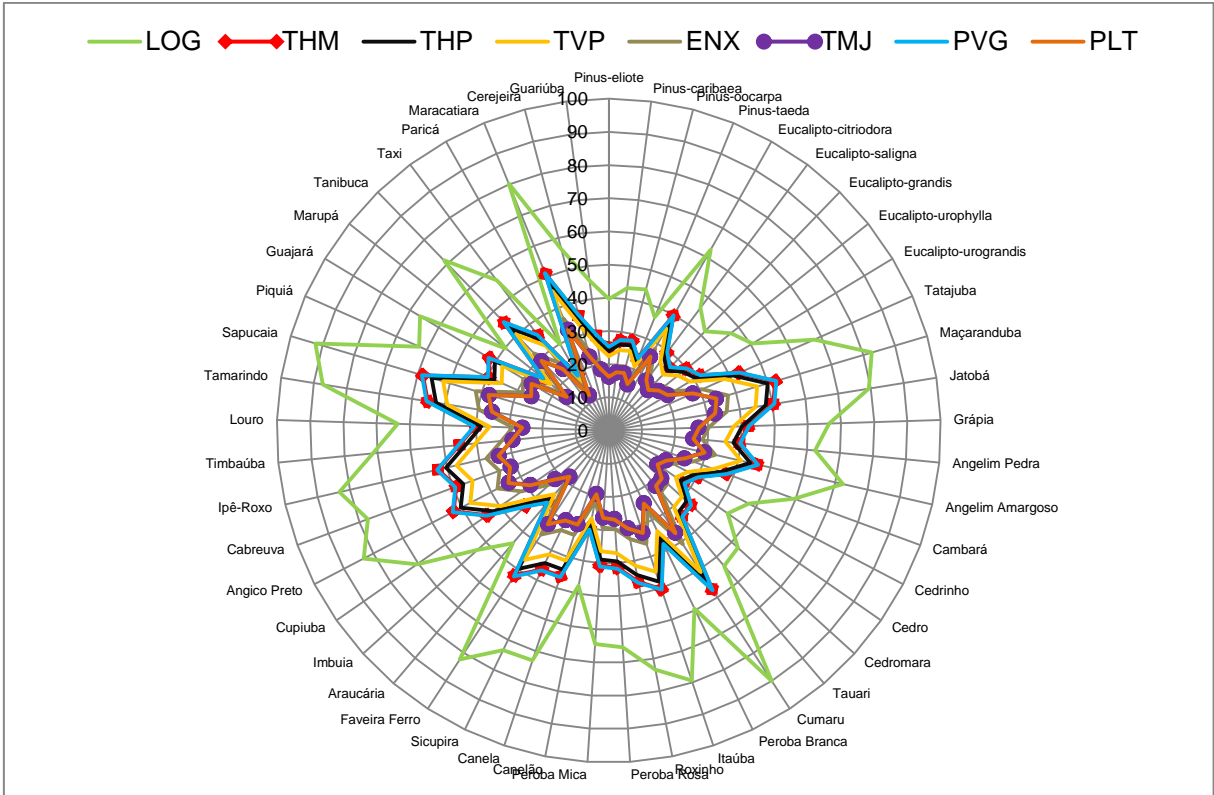
Para facilitar a visualização das quantidades fixadas de carbono e dióxido de carbono, os dados foram categorizados em técnicas tradicionais e contemporâneas. As técnicas tradicionais incluem aquelas que utilizam a madeira na sua forma mais pura, isto é, sólida e/ou maciça beneficiada, tais como: *log-home* (LOG); tábuas horizontais macho-e-fêmea (THM); tábuas horizontais pregadas (THP); tábuas verticais pregadas (TVP); paliteiro com alvenaria (PLT); enxaimel (ENX); pilar-viga (PVG); e tábua e mata-junta (TMJ). As técnicas modernas envolvem àquelas que consomem, além da madeira maciça, os derivados à base de madeira, tais como: *woodframe* balão (WFB); *woodframe* plataforma (WFP); *woodframe* modular (MOD); *woodframe* misto (WFM); modular para canteiros (MCT); e modular em CLT (CLT).

Todas as espécies de madeira nativa e exótica declaradas pelos produtores foram avaliadas nas técnicas tradicionais, enquanto que somente as exóticas foram utilizadas na comparação das técnicas modernas, por conta dos critérios de sustentabilidade, fortemente explorados por essas opções inovadoras. Ainda no tocante às técnicas modernas, as quatro variedades do *woodframe* (balão, plataforma, modular e misto) e o modular para canteiros exibiram dois cálculos, um para cada tipo de painel estrutural de madeira utilizado, isto é, compensado e OSB. Esse tipo de comparativo por painel não foi possível para a variedade modular em CLT, devido ao uso exclusivo do painel de madeira laminada colada cruzada (CLT).

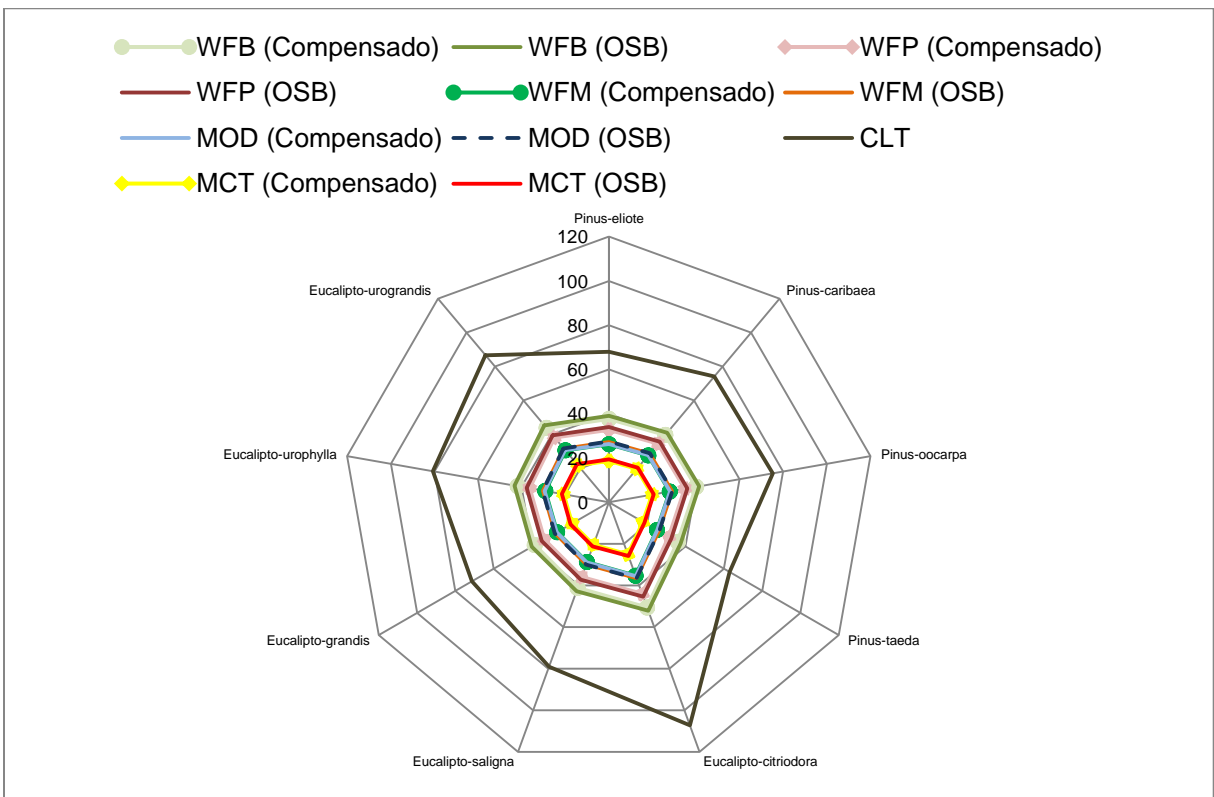
Na análise das quantidades de carbono fixado e de dióxido de carbono fixado, verificou-se que as técnicas construtivas com os maiores volumes líquidos por metro quadrado (Figura 37) e as espécies de madeira com as maiores densidades básicas (Tabelas 18 a 20) resultaram nos exemplos com maior fixação de carbono (Figuras 38 e 39). No caso das técnicas habitacionais, os maiores consumos foram obtidos pelos exemplos estruturalmente mais robustos, isto é, com maior uso da madeira.

No tocante às fixações de carbono (Figura 38) e dióxido de carbono (Figura 39), as ordens das maiores fixações para as menores foram similares nesses dois casos.

Os resultados da análise para uma mesma espécie de madeira seguiram a ordem (maior para o menor) do consumo de madeira líquido por metro quadrado por técnica tradicional (Figuras 38a e 39a): *log-home*, pilar-viga, tábuas horizontais macho-e-fêmea, tábuas horizontais pregadas, tábuas verticais pregadas, enxaimel, paliteiro com alvenaria e tábua e mata-junta. Em relação ao ranqueamento por espécies de madeira, para uma mesma técnica, o mesmo seguiu a ordem das densidades básicas (Figuras 38a e 39a): sapucaia, cumaru, tamarindo, angico preto, ipê-roxo, maçaranduba, faveira ferro, jatobá, maracatiara, itaúba, cabreúva, roxinho, sicupira, canela, angelim amargoso, timbaúba, tanibuca, cupiúba, tatajuba, grápia, guajará, peroba rosa, peroba mica, louro, eucalipto-citriodora, angelim pedra, piquiá, cambará, peroba branca, taxi, cerejeira, tauari, imbuia, cedromara, eucalipto-urograndis, cedrinho, canelão, eucalipto-urophylla, eucalipto-saligna, guariúba, araucária, pinus-oocarpa, cedro, pinus-caribaea, eucalipto-grandis, pinus-elioti, marupá, pinus-taeda e paricá.

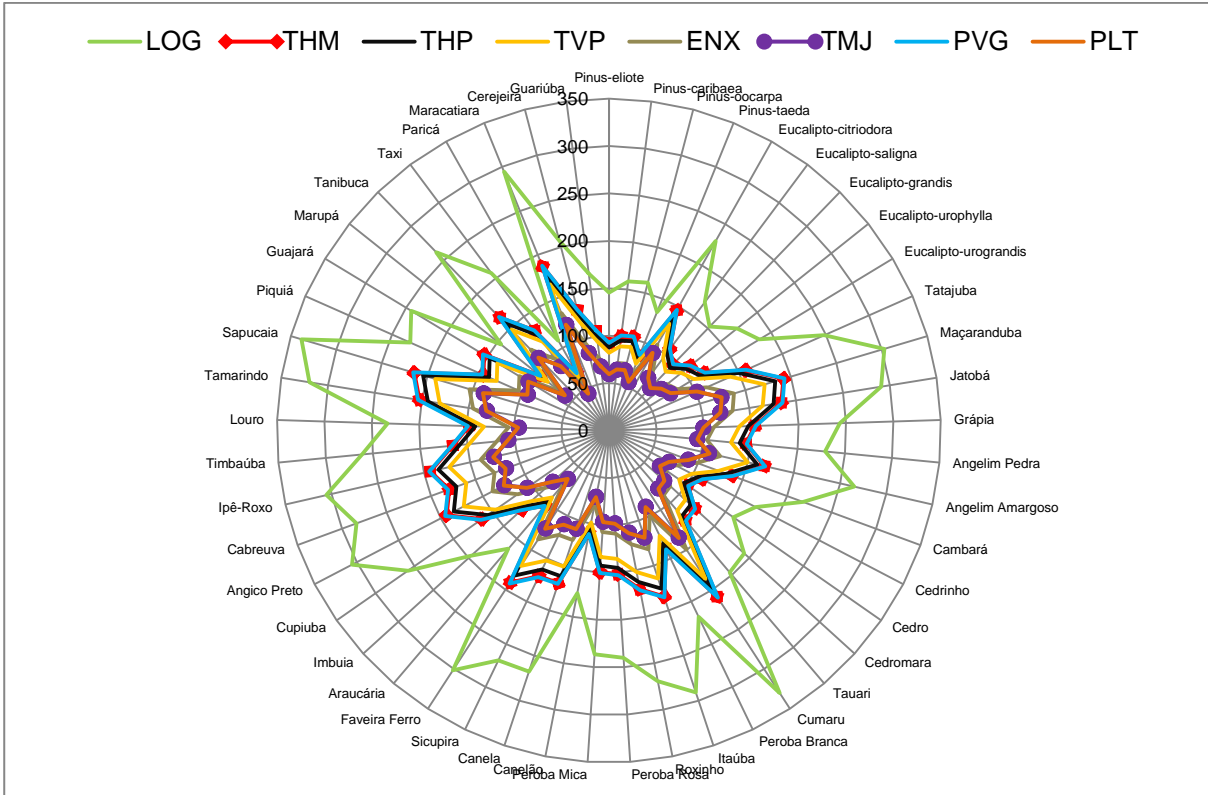


(a)

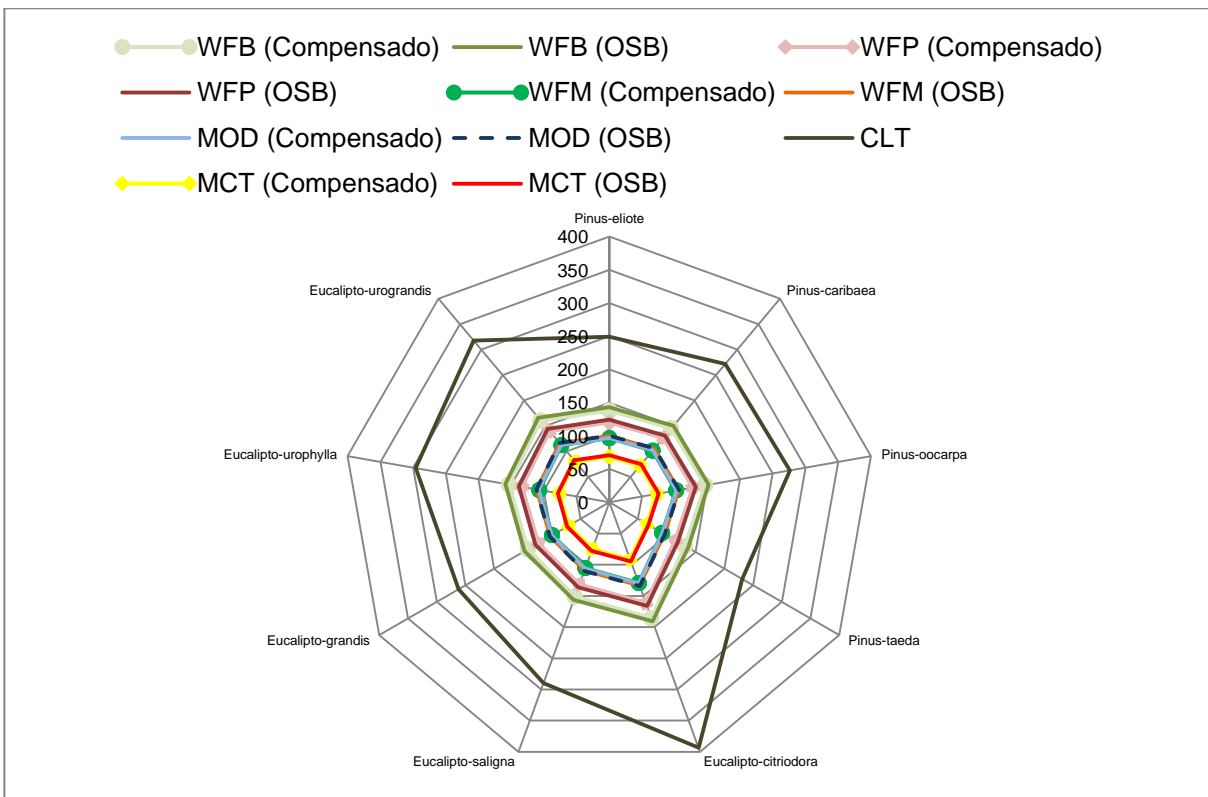


(b)

Figura 38: Quantidade líquida de massa de carbono (C) fixado por área construída ($kg_C/m^2_{habitação}$) e técnica construtiva: (a) tradicional e (b) moderna.



(a)



(b)

Figura 39: Quantidade líquida de massa de dióxido de carbono (CO₂) fixado por área construída (kg_{CO2}/m²_{habitação}) e técnica construtiva: (a) tradicional e (b) moderna.

Nessa mesma análise, porém para as técnicas construtivas modernas, ainda na ordem das maiores quantidades fixadas de carbono e dióxido de carbono, o ranqueamento ocorreu da seguinte maneira (Figuras 38b e 39b): modular em CLT, *woodframe* balão (em OSB), *woodframe* balão (compensado), *woodframe* plataforma (OSB), *woodframe* plataforma (compensado), *woodframe* modular (OSB), *woodframe* modular (compensado), *woodframe* misto (OSB), *woodframe* misto (compensado), modular para canteiro (OSB) e modular para canteiro (compensado). Os exemplos produzidos com painéis OSB apresentaram maior fixação de carbono em relação às mesmas técnicas produzidas com o painel compensado, em virtude da maior densidade dos painéis de tiras orientadas (OSB). E a ordem por espécie de madeira, para cada técnica construtiva, seguiu-se por (Figuras 38b e 39b): eucalipto-citriodora, eucalipto-urograndis, eucalipto-urophylla, eucalipto-saligna, pinus-ocarpa, pinus-caribaea, eucalipto-grandis, pinus-eliote e pinus-taeda.

O resultado obtido é concordante à afirmação de Lehmann (2013) que “os sistemas construtivos pré-fabricados de painéis engenheirados de madeira maciça podem sequestrar e armazenar dióxido de carbono, sendo que os painéis de CLT (madeira laminada colada e cruzada) formam a base das técnicas construtivas de baixas emissões de dióxido de carbono”.

Uma grande vantagem dessas elevadas quantidades fixadas de carbono nas casas de madeira pode ser estimulada pelo seu caráter ambientalmente amigável e sustentável, que diferente das outras matérias-primas construtivas, apresenta fácil renovabilidade. Nesse ínterim, Monahan & Powell (2011) sugeriram que a casa de estrutura em painéis de madeira produziu uma construção com 34% menos carbono incorporado, quando comparada a uma construção similar tradicional em alvenaria, em virtude do emprego de materiais menos sustentáveis, como tijolos e blocos.

9.4 Conclusões

Apesar do grande consumo de madeira proporcionado em algumas técnicas como o modular em CLT e o *log-home*, a maior parte das técnicas construtivas em madeira possuem consumos similares, entre 10 e 15m³, para uma habitação térrea convencional. Em relação ao cálculo dos volumes brutos de madeira, que incluem os resíduos gerados nas etapas produtivas dessas casas, os resultados foram elevados por conta do baixo rendimento das serrarias e madeireiras brasileiras.

Pelos cálculos realizados foi possível identificar que quanto maior o consumo de madeira por técnica construtiva, isto é, maior robustez na ótica do emprego de elementos estruturais de grande porte, e/ou quanto maior a densidade da madeira utilizada, maiores serão as quantidades de carbono e dióxido de carbono fixados na biomassa lignocelulósica, ou seja, na madeira e seus derivados.

Para a realização de cálculos precisos sobre toda a cadeia produtiva, o que incluiria desde a produção florestal até a demolição da habitação, mais informações deveriam ser difundidas pelos produtores que compõem esse setor. Inicialmente, as origens, idades da colheita e as dimensões das toras coletadas poderiam ser obtidas facilmente após a implantação de uma cadeia de custódia em cada empresa. Dados do transporte das toras de madeira seriam possíveis somente após a determinação dessa origem da matéria-prima, bem como do destino do produto casa de madeira, que diferente de outros países, pode envolver distâncias muito longas. Com isso, o cálculo do volume líquido de madeira utilizada na produção das casas de madeira constituiu em um método mais preciso para determinar as quantidades fixadas de carbono e dióxido de carbono em cada técnica construtiva disponível no Brasil.

As quantidades líquidas fixadas de carbono e dióxido de carbono deverão ser maiores caso seja considerada a presença de carbono em móveis, pisos, *decks* externos complementares, artigos decorativos, encaunamentos metálicos, elementos metálicos de fixação, químicos para colagem e preservação da madeira, etc.

Esses consumos de biomassa lignocelulósica por técnica construtiva à base desse material, tanto líquido (por habitação térrea de 100m² e por área construída) quanto bruto (por habitação), deve ser um parâmetro a ser usualmente consultado e servido como base em futuras pesquisas, uma vez que as literaturas nacional e internacional, até então, careciam desse tipo de informação.

As determinações das quantidades líquidas fixadas de carbono e dióxido de carbono para cada técnica construtiva em madeira avaliada também devem se tornar valores-base de consultas para o entendimento das muitas cadeias produtivas industriais, bem como para a avaliação e o estudo de caso das habitações em madeira, sob as perspectivas da análise do ciclo de vida, classificações ambientais, parâmetros de sustentabilidade, cálculos das fixações de carbono e dióxido de carbono, entre outros.

Referências

ALCORN, A.; DONN, M. Life cycle potential of strawbale and timber for carbon sequestration in house construction. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION MATERIALS AND TECHNOLOGIES, 2., 2010, Ancona. **Proceedings...** Ancona: UNIVPM, 2010. p. 1-11.

ALMEIDA, D. H.; SCALIANTE, R. M.; MACEDO, L. B.; MACÊDO, A. N.; DIAS, A. A.; CHRISTOFORO, A. L.; CALIL JUNIOR, C. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb) em peças de dimensões estruturais. **Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1175-1181, 2013.

ARAÚJO, J. A.; COSTA, N. S.; LIMA, R. S.; CALDERON, C. M. A.; CALDERON, R. A. Rendimento e eficiência operacional do desdobro da madeira de faveira (*Parkia multijuga* Benth. – Fabaceae). **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 10, n. 19, p. 1656-1667, 2014.

ASIF, M.; MUNEER, T.; KELLEY, R. Life cycle assessment: a case study of a dwelling home in Scotland. **Building and Environment**, Oxford, v. 42, n. 3, p. 1391-1394, 2007.

BASTIANONI, S.; GALLI, A.; NICCOLUCCI, V.; PULSELLI, R. M. The ecological footprint of building construction. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, Southampton, v. 93, p. 345-356, 2006.

BOWYER, J.; BRATKOVICH, S.; LINDBURG, A.; FERNHOLZ, K. **Wood products and carbon protocols**: carbon storage and low energy intensity should be considered. Minneapolis: Dovetail Partners Inc., 2008. 12 p.

BRITO, J. O. **Estudo das influências da temperatura, taxa de aquecimento e densidade da madeira de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus citriodora* sobre os resíduos sólidos da pirólise**. 1992. 83 p. Tese (Livre Docência em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1992.

BUCHANAN, A. H. Can timber buildings help reduce global CO₂ emissions? In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 9., 2006, Portland. **Proceedings...** Portland: WCTE, 2006. p. 1-8.

BUCHANAN, A. H. Energy and CO₂ advantages of wood for sustainable buildings. **NZ Timber Design Journal**, Wellington, v. 15, n. 1, p. 11-21, 2007.

_____; LEVINE, S. B. Wood-based building materials and atmospheric carbon emissions. **Environmental Science & Policy**, Amsterdam, v. 2, n. 6, p. 427-437, 1999.

CÔTÉ, W. A.; YOUNG, R. J.; RISSE, K. B.; COSTANZA, A. F.; TONELLI, J. P.; LENOCKER, C. A carbon balance method for paper and wood products. **Environmental Pollution**, Amsterdam, v. 116, n. 1, p. 1-6, 2002.

CUBAS, R.; COSTA, E. A.; ZANIZ, V. Carbon contents and modelling of total organic carbon for *Pinus taeda* L. from natural regeneration. **Árvore**, Viçosa, v. 40, n. 4, p. 661-668, 2016.

CUNHA, A. B.; FRANÇA, M. C.; ALMEIDA, C. C. F.; GORSKI, L.; CRUZ, R. C.; SANTOS, D. Avaliação do rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* e de *Eucalyptus grandis*, por meio do desdobro tangencial e radial. **Floresta**, Curitiba, v. 45, n. 2, p. 241-250, 2015.

DALLAGNOL, F. S.; MOGNON, F.; SANQUETTA, C. R.; DALLA CORTE, A. P. Teores de carbono de cinco espécies florestais e seus compartimentos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 18, n. 4, p. 410-416, 2011.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016c.

DODOO, A.; GUSTAVSSON, L.; SATHRE, R. Carbon implications of end-of-life management of building materials. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 53, n. 5, p. 276-286, 2009.

ELUSTONDO, D. M. OLIVEIRA, L. Model to assess energy consumption in industrial lumber kilns. **Maderas. Ciencia y Tecnología**, Concepción, v. 11, n. 1, p. 33-46, 2009.

ERIKSSON, L. O.; GUSTAVSSON, L.; HÄNNINEN, R.; KALLIO, M.; LYHYKÄINEN, H.; PINGOUD, K.; POHJOLA, J.; SATHRE, R.; SOLBERG, B.; SVANAES, J.; VALSTA, L. **Climate implications of increased wood use in the construction sector - towards an integrated modeling framework**. Arbetsrapport 257. Umeå: SLU, 2009. 67 p.

FAUSET, S.; JOHNSON, M. O.; GLOOR, M.; BAKER, T. R.; MONTEAGUDO, A.; BRIENEN, R. J. W.; FELDSPAUSCH, T. R.; LOPEZ-GONZALEZ, G.; MALHI, Y.; TER STEEGE, H.; PITMAN, N. C. A.; BARALOTO, C.; ENGEL, J.; PÉTRONELLI, P.; ANDRADE, A.; CAMARGO, J. L. C.; LAURANCE, S. G. W.; LAURANCE, W. F.; CHAVE, J.; ALLIE, E.; NÚÑEZ-VARGAS, P.; TERBORGH, J. W.; RUOKOLAINEN, K.; SILVEIRA, M.; AYMARD, G. A.; ARROYO, L.; BONAL, D.; RAMIREZ-ANGULO, H.; ARAUJO-MURAKAMI, A.; NEILL, D.; HÉRAULT, B.; DOURDAIN, A.; TORRES-LEZAMA, A.; MARIMON, B. S.; SALOMÃO, R. P.; COMISKEY, J. A.; RÉJOU-MÉCHAIN, M.; TOLEDO, M.; LICONA, J. C.; ALARCÓN, A.; PRIETO, A.; RUDAS,

A.; VAN DER MEER, P. J.; KILLEEN, T. J.; MARIMON JUNIOR, B.; POORTER, L.; BOOT, R. G. A.; STERGIOS, B.; VILANOVA-TORRE, W.; COSTA, F. R. C.; LEVIS, C.; SCHIETTI, J.; SOUZA, P.; GROOT, N.; ARETS, E.; CHAMA-MOSCOSO, V.; CASTRO, W.; HONORIO-CORONADO, E. N.; PEÑA-CLAROS, M.; STAHL, C.; BARROSO, J.; TALBOT, J.; VIEIRA, I. C. G.; VAN DER HEIJDEN, G.; THOMAS, R.; VOS, V. A.; ALMEIDA, E. C.; ÁLVAREZ-DAVILA, E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; ERWIN, T. L.; MORANDI, P. S.; OLIVEIRA, E. A.; VALADÃO, M. B. X.; ZAGT, R. J.; VAN DER HOUT, P.; LOAYZA, P. A.; PIPOLY, J. J.; WANG, O.; ALEXIADES, M.; CERÓN, C. E.; HUAMANTUPA-CHUQUIMACO, I.; DI FIORE, A.; PEACOCK, J.; PALLQUI-CAMACHO, N. C.; UMETSU, R. K.; CAMARGO, P. B.; BURNHAM, R. J.; HERRERA, R.; QUESADA, C. A.; STROPP, J.; VIEIRA, S. A.; STEININGER, M.; REYNEL-RODRÍGUEZ, C.; RESTREPO, Z.; ESQUIVEL-MUELBERT, A.; LEWIS, S. L.; PICKAVANCE, G. C.; PHILLIPS, O. L. Hyperdominance in Amazonian Forest carbon cycling. **Nature Communications**, Londres, v. 6, n. 6857, p. 1-9, 2015.

FLÆTE, P. O.; ALFREDSEN, G.; BYSHEIM, K.; ERIKSEN, Ø.; NYRUD, A. Q.; VENNESLAND, B. Embodied energy and carbon footprint of Norwegian roundwood. In: INTERNATIONAL CONVENTION OF SOCIETY OF WOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, 53., 2010, Genebra. **Proceedings...** Genebra: WCTE, 2010. p. 1-9.

FOREST PRODUCTS LABORATORY (FPL). **Wood technology transfer fact sheet**. 2010. Disponível em: <<https://www.fpl.fs.fed.us/search/>>. Acesso 01 mai 2017.

FUKUDA, M.; IEHARA, T.; MATSUMOTO, M. Carbon stock estimates for sugi and hinoki forests in Japan. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 184, n. 1-3, p. 1-16, 2003.

FURQUIM, M. C.; ESTEVÃO, C. I. M.; SAUSEN, G. K.; ROCHA, S. A.; OLIVEIRA, J. E. F. Caracterização da densidade básica e retratibilidade das madeiras de *Dipteryx odorata* e *Ocotea catharinensis*. In: COLÓQUIO ESTADUAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 1., 2016, Mineiros. **Anais...** Mineiros: UNIFIMES, 2016, p. 1-1.

GORGENS, E. B.; OLIVEIRA, M. L. R.; LEITE, H. G.; BRUM NETO, M. S. Metodologia para monitoramento do estoque de carbono: revisão e estudo de caso. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 2, n. 2, p. 169-175, 2005.

GOSSELIN, A.; BLANCHET, P.; LEHOUX, N.; CIMON, Y. Main motivations and barriers for using wood in multi-story and non-residential construction projects. **BioResources**, Raileigh, v. 12, n. 1, p. 546-570, 2017.

GOVERSE, T.; HEKKERT, M. P.; GROENEWEGEN, P.; WORRELL, E.; SMITS, R. E. H. M. Wood innovation in the residential construction sector; opportunities and constraints. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 53-74, 2001.

GUSTAVSSON, L.; JOELSSON, A.; SATHRE, R. Life cycle primary energy use and carbon emission of an eight-storey wood-framed apartment building. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 42, n. 2, p. 230-242, 2010.

_____; PINGOUD, K.; SATHRE, R. Carbon dioxide balance of wood substitution: comparing concrete- and wood-framed buildings. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, Dordrecht, v. 11, p. 667-691, 2006.

_____; SATHRE, R. Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials. **Building and Environment**, Oxford, v. 41, n. 7, p. 940-951, 2006.

HAFNER, A. Carbon-footprint von holzbauten und konstruktionen. In: INTERNATIONALES HOLZBAU-FORUM 2013, 19., 2013, Garmisch-Partenkirchen. **Proceedings...** Garmisch-Partenkirchen: IHF, 2013. p. 1-9.

HAMILTON-MACLAREN, F.; LOVEDAY, D. L.; MOURSHED, M. Public opinions on alternative lower carbon wall construction techniques for UK housing. **Habitat International**, Amsterdam, v. 37, p. 163-169, 2013.

HEIKKINEN, P.; KAUFMANN, H.; WINTER, S.; LARSEN, K. E. **TES EnergyFaçade** – prefabricated timber based building system for improving the energy efficiency of the building envelope. Oslo: The Research Council of Norway, 2009. 188 p.

HOFFERT, M. I. Global distributions of atmospheric carbon dioxide in the fossil-fuel era: a projection. **Atmospheric Environment**, Amsterdam, v. 8, n. 12, p. 1225-1249, 1974.

HOUGHTON, R. A. Aboveground forest biomass and the global carbon balance. **Global Climate Biology**, Oxford, v. 11, n. 6, p. 945-958, 2005.

IWAKIRI, S. Rendimento e condições de desdobro de 20 espécies de madeiras da Amazônia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 20, p. 271-281, 1990.

KAPAMBWE, M.; XIMENES, F.; VINDEN, P.; KEENAN, R. **Dynamics of carbon stocks in timber in Australian residential housing**. Project Number PN07.1058. Melbourne: FWPA, 2009. 108 p.

KHASREEN, M. M.; BANFILL, P. F. G.; MENZIES, G. F. Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: a review. **Sustainability**, Basel, v. 1, n. 3, p. 674-701, 2009.

KIM, T.; CHAE, C. U. Evaluation analysis of the CO₂ emission and absorption life cycle for precast concrete in Korea. **Sustainability**, Basel, v. 8, n. 7, p. 1-13, 2016.

KNAUF, M. A multi-tiered approach for assessing the forestry and wood products industries' impact on the carbon balance. **Carbon Balance Management**, Londres, v. 10, n. 4, p. 1-11, 2015.

LEHMANN, S. Low carbon construction systems using prefabricated engineered solid wood panels for urban infill to significantly reduce greenhouse gas emissions. **Sustainable Cities and Society**, Amsterdam, v. 6, p. 57-67, 2013.

LIPPKE, B.; GUSTAFSON, R.; VENDITTI, R.; STEELE, P.; VOLK, T. A.; ONEIL, E.; JOHNSON, L.; PUETTMANN, M. E.; SKOG, K. Comparing life-cycle carbon and energy impacts for biofuel, wood product, and forest management alternatives. **Forest Products Journal**, Madison, v. 62, n. 5, p. 247-257, 2012.

_____; WILSON, J.; PEREZ-GARCIA, J.; BOWYER, J.; MEIL, J. CORRIM: Life-Cycle Environmental Performance of Renewable Building Materials. **Forest Products Journal**, Madison, v. 54, n. 6, p. 8-19, 2004.

LUDVIG, A.; WEISS, G. Governing carbon efficiency. The international regime of standards in wooden construction. **Austrian Journal of Political Science**, Viena, v. 42, n. 3, p. 329-342, 2013.

LUN, F.; LIU, M.; ZHANG, D.; LI, W.; LIU, J. Life cycle analysis of carbon flow and carbon footprint of harvested wood products of *Larix principis-rupprechtii* in China. **Sustainability**, Basel, v. 8, n. 3, p. 1-16, 2016.

MANTAU, U. Wood flow analysis: Quantification of resource potentials, cascades and carbon effects. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdam, v. 79, p. 28-38, 2015.

MARSZAL, A. J.; HEISELBERG, P.; BOURRELLE, J. S.; MUSALL, E.; VOSS, K.; SARTORI, I.; NAPOLITANO, A. Zero energy building – a review of definitions and calculation methodologies. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 43, n. 4, p. 971-979, 2011.

MELO, R. R.; ROCHA, M. J.; RODOLFO JUNIOR, F.; STANGERLIN, D. M. Análise da influência do diâmetro no rendimento em madeira serrada de cambará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 36, n. 88, p. 393-398, 2016.

MONAHAN, J.; POWELL, J. C. An embodied carbon and energy analysis of modern methods of construction in housing: a case study using a lifecycle assessment framework. **Energy and Buildings**, Amsterdam, v. 43, n. 1, p. 179-188, 2011.

MOORE, N. **Timber utilisation statistics 2015**. Alicante: Timbertrends, 2015. 40 p.

MÜLLER, D. B.; BADER, H. P.; BACCINI, P. Long-term coordination of timber production and consumption using a dynamic material and energy flow analysis. **Journal of Industrial Ecology**, Cambridge, v. 8, n. 3, p. 65-, 2004.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, p. 556-563, 2013.

NAHUZ, A. R. (Coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT, 2013. 103 p.

NEPAL, P.; SKOG, K. E.; MCKEEVER, D. B.; BERGMAN, R. D.; ABT, K. L.; ABT, R. C. Carbon mitigation impacts of increased softwood lumber and structural panel use for non-residential construction in the U.S. **Forest Products Journal**, Madison, v. 66, n. 1/2, p. 77-87, 2016.

PETERSEN, A. K.; SOLBERG, B. Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: a review of micro-level analyses from Norway and Sweden. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 7, n. 3, p. 249-259, 2005.

PINGOUD, K.; PERÄLÄ, A. L.; PUSSINEN, A. Carbon dynamics in wood products. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, Dordrecht, v. 6, p. 91-111, 2001.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PÖYRY, A.; SÄYNÄJOKI, A.; HEINONEN, J.; JUNNONEN, J. M.; JUNNILA, S. Embodied and construction phase greenhouse gas emissions of a low-energy residential building. **Procedia Economics and Finance**, Oxford, v. 21, p. 355-365, 2015.

PROFFT, I.; MUND, M.; WEBER, G. E.; WELLER, E.; SCHULZE, E. D. Forest management and carbon sequestration in wood products. **European Journal of Forest Research**, Heidelberg, v. 128, n. 4, p. 399-413, 2009.

QUIRINO, W. F.; VALE, A. T.; ANDRADE, A. P. A.; ABREU, V. L. S.; AZEVEDO, A. C. S. Poder calorífico da madeira e de materiais ligno-celulósicos. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 89, p. 100-106, 2005.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

RAŠI, R.; CIENCIALA, E.; PRIWITZER, T.; PALÁN, Š.; PAVLENDÁ, P. Carbon balance in harvested wood products in Slovakia. **Lesnícky Časopis - Forestry Journal**, Praga, v. 61, n. 2, p. 101-106, 2015.

REMADE. **Madeiras Brasileiras e Exóticas**. 2009. Disponível em: <www.remade.com.br/madeiras-exoticas/1/madeiras-brasileiras-e-exoticas>. Acesso em 23 fev 2017.

RIBEIRO, S. C.; JACOVINE, L. A. G.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V.; SOUZA, A. L.; NARDELLI, A. M. B. Quantificação de biomassa e estimativa de estoque de carbono em uma floresta madura no município de Viçosa, Minas Gerais. **Árvore**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 917-926, 2009.

RITTER, E.; DE ROSA, M.; FALK, A.; CHRISTENSEN, P.; LOKKE, S. Wood as construction material: a “common” choice for carbon management? **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 47, p. 11930-11931, 2013.

ROBSON, D.; SADLER, P.; NEWMAN, G. Carbon sequestered in UK forest products and wood based panels in construction: helping to meet UK’s greenhouse gas emission reduction targets. **International Wood Products Journal**, Londres, v. 5, n. 3, p. 139-145, 2014.

ROCHA, M. P. Técnicas de serrarias. In: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. (Orgs.). **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Jerônimo Monteiro: Suprema, 2007. p. 209-270.

RUUSKA, A. (Ed.). **Carbon footprint for building products: ECO2 data for materials and products with the focus on wooden building products**. Espoo: VTT, 2013. 128 p.

SALAZAR, J. MEIL, J. Prospects for carbon-neutral housing: the influence of greater wood use on the carbon footprint of a single-family residence. **Journal of Cleaner Production**, Amsterdam, v. 17, n. 17, p. 1563-1571, 2009.

SASATANI, D.; EASTIN, I. Construction professionals' environmental perceptions of lumber, concrete and steel in Japan and China. **The Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 88, n. 5, p. 593-599, 2012.

SATHRE, R. **Life-cycle energy and carbon implications of wood-based products and construction**. 2007, 102 p. Tese (Doutorado em Ecotecnologia e Ciências Ambientais) – Mittuniversitetet, Östersund, 2007.

SCHWENK, W. S.; DONOVAN, T. M.; KEETON, W. S.; NUNERY, J. S. Carbon storage, timber production, and biodiversity: comparing ecosystem services with multi-criteria decision analysis. **Ecological Applications**, Londres, v. 22, n. 5, p. 1612-1627, 2012.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Edital da licitação para concessão florestal na Flona do Jamari (anexos): fichas tecnológicas das madeiras 2016**. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/florestas-sob-concessao/96-concessoes-florestais/florestas-sob-concessao/jamari/310-edital-da-licitacao-para-concessao-florestal-na-flona-do-jamari-anexos>>. Acesso em 01 mai 2017.

SIKKEMA, R.; NABUURS, G. J. Forests and wood consumption on the carbon balance. **Studies in Environmental Science**, Amsterdam, v. 65b, p. 1137-1142, 1995.

SKOG, K. E.; NICHOLSON, G. A. Carbon cycling through wood products: the role of wood and paper products in carbon sequestration. **Forest Products Journal**, Madison, v. 48, n. 7, p. 75-83, 1996.

TAKANO, A.; PITTAU, F.; HAFNER, A.; OTT, S.; HUGHES, M.; DE ANGELIS, E. Greenhouse gas emission from construction stage of wooden buildings. In: **International Wood Products Journal**, Londres, v. 5, n. 4, p. 217-223, 2014.

THOMAS, S. C.; MARTIN, A. R. Carbon content of tree tissues: a synthesis. **Forests**, Basel, v. 3, n. 2, p. 332-352, 2012.

VAN DER LUGT, P. Carbon storage utilising timber products. **Environment Industry Magazine**, Manchester, n. 6, p. 76-80, 2012.

VAN DER LUGT, P.; VAN DEN DOBBELSTEEN, A. A. J. F.; JANSSEN, J. J. A. An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. **Construction and Building Materials**, Amsterdam, v. 20, n. 9, p. 648-656, 2006.

VITAL, B. R. **Planejamento e operação de serrarias**. Viçosa: UFV, 2008. 211 p.

WERNER, F.; TAVERNA, R.; HOFER, P.; RICHTER, K. Carbon pool and substitution effects of an increased use of wood in buildings in Switzerland: first estimates. **Annals of Forest Science**, Paris, v. 62, n. 8, p. 889-902, 2005.

WHERRY, G.; BUEHLMANN, U. Product life cycle of the manufactured home industry. **BioResources**, Raileigh, v. 9, n. 4, p. 6652-6668, 2014.

WILSON, L. **How big is a house?** Average house size by country. 2013. Disponível em: <<http://shrinkthatfootprint.com/how-big-is-a-house>>. Acesso em 27 abr 2017.

WINISTORFER, P.; CHEN, Z.; LIPPKE, B.; STEVENS, N. Energy consumption and greenhouse gas emissions related to the use, maintenance, and disposal of a residential structure. **Wood and Fiber Science**, Madison, 37 Corrim Special Issue, p. 128-139, 2005.

WONG, J. K. W.; LI, H.; WANG, H.; HUANG, T.; LUO, E.; LI, V. Toward low-carbon construction processes: the visualisation of predicted emission via virtual prototyping technology. **Automation in Construction**, Amsterdam, v. 33, p. 72-78, 2013.

ZANI, A. C. **Arquitetura de madeira**: reconhecimento de uma cultura arquitetônica norte paranaense, 1930/1970. 1997. (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

10 TEMPO DE EXECUÇÃO DAS CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo procurou avaliar o tempo de execução total das residências produzidas pelo setor de habitações em madeira no Brasil, com o intuito de delimitar, conforme o sistema produtivo disponível, as casas de madeira com maiores e menores índices de eficiência temporal produtiva. Um formulário foi aplicado para coletar, por meio de uma amostragem desses produtores, os tempos de execução das casas de madeira. O tempo de execução por técnica construtiva foi assumido para uma casa térrea de médio porte de 100 m², segundo prescreve a normativa ABNT NBR 12721:2006. Os tempos obtidos foram ordenados conforme os métodos produtivos de cada empresa: artesanal, semi-industrial e industrial. Independente de seu modo produtivo, todas as técnicas em madeira produzidas no Brasil obtiveram tempos produtivos menores do que a alvenaria, e em alguns casos, até mais eficientes que o *steelframe* e o contêiner de aço. As técnicas mais eficientes foram: casa de tábuas e mata-junta, pilar-viga e *log-home* na produção artesanal; casa de tábuas e mata-junta, paliteiro com alvenaria e pilar-viga no semi-industrial; e modular canteiro, modular em CLT e *woodframe* modular no modo industrial.

Palavras-chave: Tempo de construção; Madeira; Habitação; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to evaluate the total execution time of residences made by wooden housing sector in Brazil, in order to delimit, according to the available production system, wooden houses with higher and lower time production efficiency. A questionnaire was applied to collect, through a sampling of these producers, the execution times for wooden houses. The execution time by technique was assumed for a medium-sized one-story house of 100m² of area, as prescribed by ABNT NBR 12721:2006. The obtained times were ordered according to the production methods of each company: artisanal, semi-industrial and industrial. Regardless of production mode, all the wooden techniques produced in Brazil obtained lower production times than masonry, and in some cases, they were more efficient than steelframe and steel containers. The most efficient techniques were: clapboard and wainscot house, post-and-beam, and log-home in artisanal production; clapboard and wainscot house, thin logs with masonry, and post-and-beam in semi-industrial; and, modular for building sites, modular in CLT and woodframe modular in industrial mode.

Keywords: Building time; Timber; Housing; Sectoral research

10.1 Introdução

O tempo de conclusão de uma obra, a coordenação das equipes, a qualidade técnica do projeto, o custo das alterações e a durabilidade da obra emergem como os principais fatores que incidem em um projeto (DUARTE & CORDEIRO, 2000).

A maior preocupação atual das empresas e dos gerentes de projeto tem sido o cumprimento das metas de prazo (BERSSANETI et al., 2016).

O tempo é estreitamente relacionado com o tamanho e o custo de qualquer empreendimento (BROMILOW, 1969). Na construção civil, o tempo se relaciona ao montante financeiro necessário à execução de uma obra em um prazo previamente estipulado, desde seu estudo de viabilidade até seu uso final, envolvendo gastos com bens, serviços e transações financeiras (ANDRADE & SOUZA, 2003).

Então, a variação dos custos dos insumos ao longo do tempo, aliada a outras alterações em taxas e encargos e a evolução dos métodos construtivos podem implicar em uma diferença entre o custo final e o seu orçamento e, portanto, uma data-base clara deve ser identificada (JESUS & BARROS, 2009).

O tempo de execução inclui o período desde o início do preparo do canteiro até a finalização da obra, excluindo benfeitorias como ajardinamento, áreas de lazer não integradas, entre outros fatores alheios à edificação principal. Medir e controlar esse período total se torna fundamental, como variável construtiva, em virtude do encarecimento global da obra provocado por erros de projeto e/ou falhas produtivas.

Vasques & Pizzo (2014) identificaram que é de extrema urgência a revisão e a aquisição do conhecimento de novas técnicas construtivas a fim de se modernizar este setor, oferecer qualidade e facilitar a aquisição de moradia de forma universal.

A construção civil tem sofrido um momento de estagnação sobre o forte uso de materiais não renováveis – por exemplo, areia, cimento, pedras e argila – e sobre o emprego de técnicas construtivas tradicionalmente pouco sustentáveis, tais como a alvenaria de tijolos, o concreto pré-moldado, entre outras soluções. Nesse âmbito, muitos países têm procurado oferecer e/ou substituir parcial ou totalmente a esses exemplos práticos, embora pouco amigáveis ao meio ambiente, por alternativas de maior racionalização de insumos, maior uso de matérias-primas renováveis, menor tempo produtivo e menor geração de resíduos.

Diante disso, a madeira concentra bons atributos, como: racionalização de matéria-prima devido à pré-fabricação de componentes, processamento fabril livre de água, limpeza do canteiro de obras e produção construtiva rápida (DE ARAUJO et al., 2016a,c). Na fase da construção no canteiro de obras, a madeira permite a montagem dos componentes pré-fabricados, com fácil montagem pelos usuários, em tempo menor que os sistemas convencionais, reduzindo investimentos e custos e intensificando a utilização de sua mão-de-obra (SHIMBO & INO, 1997).

Para aceder e sobreviver em um mercado internacional competitivo, se torna necessário aumentar o nível de suporte logístico para a produção, a fim de aumentar o emprego da madeira, diminuindo a perda de tempo durante o desenvolvimento e a preparação do produto (MATIČEVIĆ & LOVRIC, 2008).

O tempo de produção e montagem de uma habitação em madeira, como em qualquer outro material, se torna um fator essencial para a eficiência e viabilidade do processo construtivo, incidindo positiva ou negativamente em seus custos globais.

O tempo de construção pode ser estabelecido pela redução da variação do fluxo de trabalho, ou ainda, por uma sequencia de etapas mais previsíveis (HOWELL & KOSKELA, 2000). Então, o grau de industrialização pode influenciar diretamente no tempo global de execução de uma habitação.

As construções em madeira podem ser realizadas com diferentes sistemas de fabricação, os quais diferem na quantidade de trabalho desempenhado em fábrica e/ou no canteiro de obras (PIQUÉ DEL POZO, 1984).

Diante dos diversos agrupamentos possíveis, para a quantidade de trabalho realizado em fábrica ou diretamente na obra, a ordem dos sistemas produtivos deve considerar essas duas possibilidades antagônicas, bem como uma terceira opção identificada pela mescla desses dois sistemas de produção habitacional.

Com isso, três sistemas produtivos para construções em madeira podem ser assumidos, de acordo com De Araujo et al. (2016b): artesanal, com a produção dos elementos realizada unicamente no canteiro de obras; semi-industrial, que envolve uma mescla da produção dos elementos em planta fabril e no canteiro de obras; e a industrial, a qual direciona todas as tarefas de beneficiamento em fábricas.

Desse modo, a verificação do tempo de execução das técnicas habitacionais em madeira, considerando esses três principais sistemas produtivos, pode tipificar detalhadamente as casas de madeira mais eficientes em uma perspectiva temporal.

Então, este estudo buscou avaliar o tempo de execução total das residências feitas pelo setor de casas de madeira no Brasil, com o intuito de delimitar, conforme o sistema produtivo presente, aquelas técnicas com maiores e menores índices de eficiência temporal produtiva. Com isso, as seguintes hipóteses foram indicadas:

- As casas de madeira apresentam uma grande eficiência produtiva perante as tecnologias construtivas existentes no Brasil;
- As casas de madeira artesanais possuem tempo de execução menor que as residências de alvenaria artesanais.

10.2 Material e Métodos

O tempo de execução de uma obra na construção civil se resume em uma importante variável a ser observada para a manutenção do cronograma proposto e dos custos diretamente incidentes. Por isso, este trabalho procurou determinar os tempos de execução das habitações em madeira produzidas no Brasil, por meio de entrevistas aplicadas aos produtores desses exemplos construtivos. Essa estratégia foi utilizada em virtude da ausência desse tipo de informação em seus *websites* corporativos. O detalhamento e a forma de condução deste *survey* estão dispostos no item 6.2 do Capítulo 6. Assim, essa coleta de dados permitiu obter os tempos de execução praticados no setor produtivo brasileiro que engloba essas empresas.

Com o intuito de refinar essa coleta de dados, este formulário padronizou uma habitação unifamiliar térrea de porte médio com área construída de 100m². Tal valor foi assumido conforme o regulamento da normativa ABNT NBR 12721:2006 para habitações de padrão médio, o qual deve possuir uma área equivalente de 99,47 m² e uma área real de 106,44 m². Com isso, para estabelecer um valor central e inteiro, a área de 100m² foi assumida neste estudo, mediante as áreas prescritas na norma.

Diante disso, as empresas avaliadas informaram um valor médio de tempo de execução estabelecido ao longo do tempo para a produção de seus produtos, isto é, as casas de madeira. O sistema construtivo, indicado pela maneira de produção do produto casa de madeira, também foi igualmente obtido pelo entrevistador, com o intuito de organizar os tempos médios declarados pelos entrevistados neste *survey*.

Então, o formulário contemplou o seguinte questionamento: “qual é o tempo de execução de sua empresa para uma casa térrea de 100m² para cada técnica construtiva em madeira?”. As respostas foram coletadas em dias de execução.

Essa questão quantitativa, com a apresentação de respostas abertas e livres, identificou valores médios para a construção de uma unidade habitacional em cada técnica disponível na empresa, segundo as condições aqui consideradas. Ademais, os valores foram reunidos conforme a técnica construtiva em madeira e para cada tipo de sistema produtivo, isto é, artesanal, semi-industrial e industrial. Com isso, foi verificado um panorama mais detalhado dos tempos de execução dessas casas de madeira no Brasil. Por fim, os dados obtidos foram comparados com os disponíveis na literatura acerca das técnicas construtivas mais tradicionais.

Geralmente os diagnósticos do tipo *survey* não inclui uma análise estatística dos dados, entretanto, diante da coleta de dados numéricos, os resultados foram analisados junto ao teste t, de acordo com as prescrições indicadas no Capítulo 3 (item 3.8). Sendo assim, o teste t verificou a possível existência ou inexistência de uma diferença entre os tempos produtivos para cada técnica construtiva avaliada, a qual envolveu análises individuais entre duas variedades (técnicas em madeira), isto é, dois a dois.

A amostragem e a normalidade realizadas de modo aleatório foram admitidas, bem como a independência das amostras, para que esse teste t fosse possível. A condução ainda envolveu a admissão de duas hipóteses de médias equivalentes ($H_0: \mu_1 = \mu_2$) e não equivalentes ($H_1: \mu_1 \neq \mu_2$). O P-valor de cada análise desse teste t rejeitou cada hipótese verificada para a igualdade dessas médias que não atingiu 5% de significância (P-valor < 0,005).

10.3 Resultados e Discussão

A estimativa da população total dos produtores de casas de madeira, conduzida pela ausência de uma associação setorial, revelou que o país concentra, pelo menos, 210 empresas (Figura 5). Após esse dimensionamento populacional, 107 empresas foram satisfatoriamente avaliadas de modo presencial e (Figura 7), conseqüentemente, a margem de erro pode ser verificada (Tabela 11) para garantir uma amostragem abrangente e eficiente. Segundo as recomendações de Pinheiro et al. (2011), a margem de erro deste trabalho, de $\pm 3,325\%$, se encontra totalmente inserida em um patamar aceitável e muito próxima do ideal de 5% ($\pm 2,50\%$).

A literatura exemplifica diversas técnicas construtivas de habitações, as quais são produzidas em tijolos e cimento (alvenaria) e aço (*steelframe* e contêiner). Cada modalidade possui um tempo de execução distinto, o qual é dependente segundo o seu modo produtivo, como por exemplo, menos tempo consumido em técnicas de maior industrialização e maior tempo em técnicas artesanais (Figura 40). A Tabela 23 aponta as técnicas construtivas mais usuais e os seus tempos de execução.

A mecanização influencia diretamente nos fatores de produção habitacional, de acordo com Silva (2013b), do modo como é ilustrado na Figura 40. Verzola (2013) salienta que as construções pré-fabricadas em indústria, como os *steelframes* e os *woodframes*, reduzem o tempo de execução em 50%.

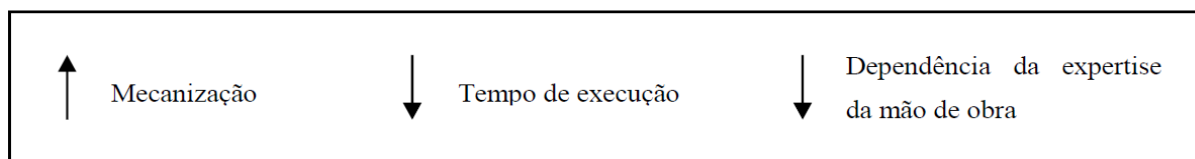


Figura 40: Avaliação da inserção de tecnologias construtivas. **Fonte:** Silva (2013b).

Tabela 23: Tempo de execução dos principais tipos de habitação.

Técnica Construtiva Habitacional	Área (m ²)	Tempo (dias)	País	Fonte
Alvenaria*	100	150	Brasil	Rexperts (2015)
Contêiner de aço**	70	60	Brasil	Gustavsen (2012)
Steelframe***	100	30	Brasil	Sienge (2017)
Pilar-viga de madeira***	100	60	Brasil	Antunes (2003)
Woodframe plataforma***	200	60	Brasil	Molina & Calil Jr (2010)
Modular em madeira laminada colada**	130	135	Portugal	Torres (2010)

*produção artesanal; **módulo industrializado; ***pré-fabricação em indústria

Mediante os valores médios identificados na literatura (Tabela 23), verificou-se que a alvenaria representa a técnica construtiva com maior tempo de execução, com aproximadamente 150 dias para uma habitação térrea de 100m². Apesar de seu alto consumo de tempo de produção, Sabbatini (2003) assinalou que a alvenaria ainda se situa como o método construtivo mais difundido no Brasil. Devido a tal popularidade, a alvenaria será a técnica prioritariamente utilizada como valor de comparação neste estudo. Porém, as outras técnicas citadas (Tabela 23) serão somente comparadas com as técnicas em madeira similares avaliadas.

O paliteiro com alvenaria, cuja concepção demonstra certa semelhança com a alvenaria convencional artesanal, devido ao uso de tijolos e cimento nas paredes, exibiu os seguintes tempos de execução total de uma residência unifamiliar térrea de 100m²: 65 dias no artesanal, 60 dias no industrial e ao redor de 43 dias no semi-industrial (Figura 41). Nos três modos produtivos, o paliteiro com alvenaria indicou tempos produtivos menores que a alvenaria, sendo que, em igualdade de condições para a produção artesanal, retratada pelo seu pior cenário, o paliteiro ainda foi quase 57% mais eficiente, do ponto de vista produtivo, que a alvenaria (Tabela 23).

Similar ao paliteiro e, conseqüentemente, à alvenaria, o enxaimel apresentou, no Brasil, somente a variedade industrial, a qual demandou 90 dias para a produção de uma habitação térrea de 100m² (Figura 41), a qual foi considerada para o estudo.

A eficiência do tempo produtivo do enxaimel em relação à alvenaria pode alcançar 40% (Tabela 23). Apesar do exemplo industrial avaliado, Weimer (2005) determinou que “o enxaimel é uma das técnicas mais antigas, o qual é conhecido por sua alta complexidade de montagem e a presença de encaixes entre elementos em razão da ausência de parafusos”. Esses fatores justificam um maior consumo de tempo em relação ao paliteiro, cuja complexidade é menor, devido ao tamanho compacto de sua ossatura e ao emprego de parafusos.

Ainda nessa mesma concepção de ossatura portante, embora sem o emprego da alvenaria de tijolos, a técnica de pilar-viga consumiu: 50 dias no modo artesanal, 60 dias no semi-industrial e ao redor de 46 dias no industrial. Nesses três modos avaliados, o pilar-viga demonstrou tempos de execução menores que a alvenaria. No caso da produção artesanal, o pilar-viga apresentou uma eficiência ao redor de 67% em comparação com a alvenaria. No caso do modo semi-industrial, o pilar-viga alcançou uma produtividade igual ao já salientado por Antunes (2003), sendo mais eficiente nos modos artesanal (17%) e industrial (23%) (Figura 41 e Tabela 23).

Apesar de ainda pouco populares no país, as técnicas construtivas modulares industrializadas, isto é, as casas modular em CLT, *woodframe* modular e modular para canteiro, apresentaram, respectivamente, os tempos de produção ao redor de 15, 43 e 19 dias (Figura 41). Os três casos foram muito eficientes, na ótica do tempo, em comparação aos sistemas modulares de madeira laminada colada (produzido em Portugal) e de contêiner de aço (produzido no Brasil) (Tabela 23). Então, a eficiência produtiva rondou de: 68% para o *woodframe* modular e 89% no modular em CLT em relação ao sistema português em MLC; 28% e 75% nesses dois casos em relação ao contêiner de aço, de área menor (70m²); e 71% e 90% em relação à alvenaria. Em comparação com uma casa de *steelframe*, o *woodframe* modular foi um tanto ineficiente (-30%), enquanto que as técnicas modular para canteiro e modular em CLT foram, respectivamente, 37 e 50% mais eficientes.

De maior simplicidade produtiva (HOFFMANN & PELEGRINI, 2009), as casas de tábuas e mata-junta apresentaram tempos de execução ao redor de: 50 dias para industrial, 36 dias para o semi-industrial e 48 dias para o modo artesanal (Figura 41). Por sua simplicidade tecnológica, a casa de tábuas e mata-junta exibiu uma eficiência de 17% no modo industrial em relação ao contêiner de aço, visto que alcançou uma eficiência de 68% na produção artesanal em comparação à alvenaria (Tabela 23).

Com características tipológicas bem similares, as casas de tábuas pregadas demonstraram um cenário semelhante conforme os modos produtivos, apesar da variante horizontal consumir sensivelmente mais tempo de execução que a opção vertical nas três produções avaliadas (Figura 41). Em ambos os casos, os modos produtivos industriais consumiram menos tempo que os artesanais, ao passo que os semi-industriais, nos dois casos (tábuas verticais e horizontais), demandaram maior tempo de execução. Em um comparativo entre ambas as variedades habitacionais, as casas de tábuas verticais pregadas foram mais eficientes que as horizontais na ordem de aproximadamente (Figura 41 e Tabela 23): 17% no modo industrial, 11% no modo semi-industrial e 20% no modo artesanal. O método artesanal das casas de tábuas horizontais pregadas foram 42% mais eficientes e a variante vertical atingiu um patamar de 53% de eficiência, ambos em relação à alvenaria presente no país.

Apesar da diferente característica tipológica em relação às casas de tábuas pregadas (verticais e horizontais), as casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea indicaram um cenário similar, apesar do maior consumo de tempo (Figura 41).

No comparativo com a opção mais eficiente das casas de tábuas pregadas, isto é, verticais, as casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea apresentaram a mesma eficiência no modo produtivo artesanal, embora tenham sido ineficientes nos modos industrial (-22%) e semi-industrial (-3%) (Figura 41). Isso se deve à produção complexa de peças pré-fabricadas com detalhes usinados, inexistente nessas duas variações das casas de tábuas pregadas. No modo artesanal (Tabela 23), a casa de tábuas horizontais macho-e-fêmea foi 53% mais eficiente que a alvenaria.

Uma situação excepcional foi identificada na técnica construtiva de *log-home*, cuja produção fabril apresentou um tempo de execução muito maior que as outras modalidades, isto é, semi-industrial e artesanal (Figura 41). A situação inversa se justificou pelo fato que as poucas empresas que produzem o *log-home* no modo industrial oferecem residências únicas e personalizadas em alto padrão construtivo, implicando em uma produção lenta. A necessidade de uma matéria-prima singular e cada vez mais rara, isto é, toras de grandes dimensões de espécies nativas oriundas do norte do Brasil, também contribuem para uma produção lenta. Nesse pior cenário (Figura 41 e Tabela 23), o *log-home* industrializado é 10% mais eficiente que a alvenaria e consome o mesmo tempo que a casa modular em madeira laminada colada feita em Portugal, ao passo que o *log-home* artesanal atingiu as eficiências de 62% e 58% em relação à alvenaria e à técnica portuguesa, respectivamente.

As duas variações incipientes de um *woodframe*, balão e misto, apresentaram tempos de execução geralmente mais altos que a variação plataforma, a mais evoluída (Figura 41). Dada a pequena quantidade de produtores, a variedade balão apresentou os mesmos tempos produtivos, tanto para o modo artesanal quanto semi-industrial. Em relação ao *woodframe* misto, a variante artesanal é quase 13% mais eficiente que a semi-industrial. No modo artesanal, o balão e o misto são, respectivamente, 40% e 30% mais eficientes que uma casa de alvenaria. Já o *woodframe* plataforma consumiu aproximadamente: 91 dias no artesanal, 83 dias no semi-industrial e ao redor de 81 dias no industrial (Figura 41). O seu alto consumo de matérias-primas industrializadas para os três tipos de produção estabelece um padrão próximo entre os mesmos, com uma gradiente de somente 10 dias de diferença entre os modos produtivos mais rápido e mais lento, refletindo em uma eficiência de quase 11% para o *woodframe* plataforma industrializado.

Em comparação com a literatura, a qual detalha que essa técnica consome o tempo de 60 dias para uma casa de 200 m² (Tabela 23), isto é, o dobro da área avaliada, este estudo verificou que as três produções (artesanal, semi-industrial e industrial) do *woodframe* plataforma se situaram acima dessas médias (Figura 41), o que poderia indicar uma citação realizada com base no encontrado nos países mais desenvolvidos tecnologicamente em relação à industrialização da madeira. Mesmo no modo industrial, mais eficiente, a comparação desse dado obtido com a literatura indica uma ineficiência de quase -26%. A comparação com a alvenaria indica que o *woodframe* plataforma é quase 40% mais eficiente no seu pior modo, o artesanal.

No caso das técnicas que apresentaram um cenário com uma produção semi-industrial bem menos eficiente que a artesanal, fatores como a maior quantidade de etapas produtivas, a produção compartilhada entre empresas parceiras e o uso de matérias-primas oriundas de mais de um fornecedor representaram a flexibilidade produtiva que, ao final, contribuíram para um maior gasto de tempo produtivo (Figura 41).

O equacionamento da produção, mediante um aperfeiçoamento de toda cadeia produtiva, no tocante a produção e ao escoamento de insumos, deve se apresentar como um importante fator norteador para que essas empresas possam reduzir esses tempos produtivos.

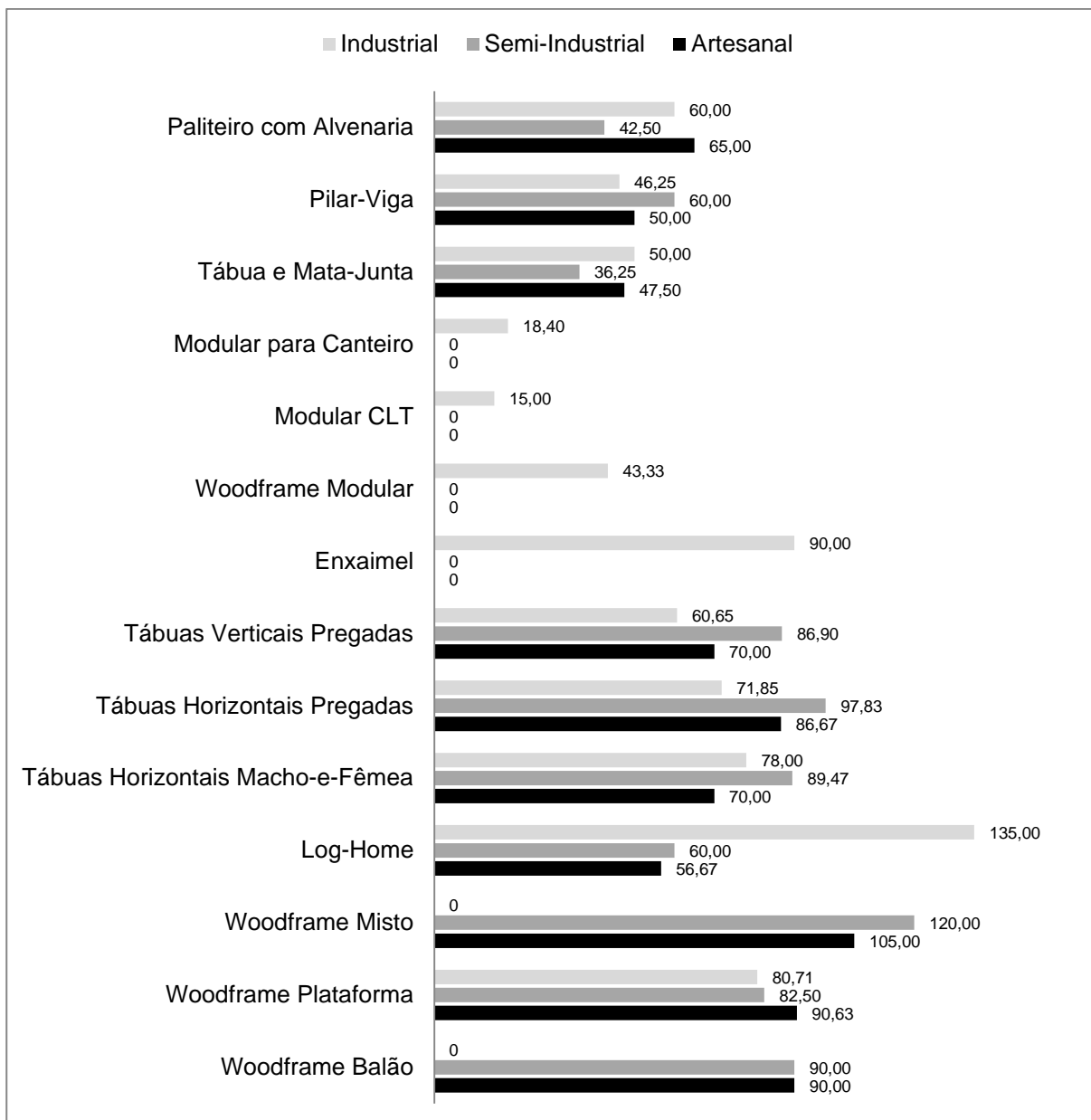


Figura 41: Tempo de execução (dias) para uma casa térrea de 100m².

Essa abordagem por sistema construtivo reduz a quantidade de empresas por técnica, visto que as amostras são direcionadas conforme o seu método produtivo, o que inviabiliza uma análise estatística para uma boa parte das variedades. Assim, para obter uma análise estatística pelo teste t, comparando as técnicas duas a duas, a Tabela 24 foi designada com o montante global para cada técnica amostrada, desconsiderando o seu método produtivo. Mesmo assim, as técnicas de enxaimel e da casa modular em CLT não alcançaram uma média de valores de tempo para a avaliação no teste t (Tabela 24 e Apêndice F), visto que, diante de todo o processo de amostragem, somente uma empresa declarou ser produtora dessas técnicas.

Tabela 24: Tempo médio global para a produção de casas de madeira no Brasil, independente do seu sistema produtivo.

Técnica Construtiva Habitacional em Madeira	Tempo Médio Global (dias)	Desvio Padrão
<i>Woodframe</i> Balão	90,00	0,0000
<i>Woodframe</i> Plataforma	85,26	57,7945
<i>Woodframe</i> Misto	110,00	17,3205
<i>Woodframe</i> Modular	43,33	20,8167
<i>Log-Home</i>	83,33	49,2612
Casa de Tábuas Horizontais Macho-e-fêmea	84,18	38,1460
Casas de Tábuas Horizontais Pregadas	85,80	35,0039
Casas de Tábuas Verticais Pregadas	74,90	29,7492
Enxaimel	90,00	*
Modular CLT	15,00	*
Modular para Canteiros	18,40	4,2190
Tábua e Mata-junta	44,55	14,7402
Pilar-viga	51,36	30,7482
Paliteiro	58,13	53,9800

* não apresentou média, em virtude da realização da amostra de uma empresa

A partir das médias globais obtidas (Tabela 24), o teste t identificou a rejeição da hipótese H_0 de igualdade entre as médias para os comparativos de: *woodframe* balão em relação à *woodframe* modular, modular para canteiro e tábua e mata-junta; *woodframe* plataforma (modular para canteiro; tábua e mata-junta); *woodframe* misto (*woodframe* modular; modular para canteiro; tábua e mata-junta; pilar-viga); *log-home* (modular para canteiro; tábua e mata-junta); tábuas horizontais macho-e-fêmea (modular para canteiro, tábua e mata junta; pilar viga); *woodframe* modular (modular para canteiro); tábuas horizontais pregadas (*woodframe* modular; modular para canteiro; tábua e mata-junta; pilar-viga); tábuas verticais pregadas (modular para canteiro; tábua e mata-junta; pilar-viga); e modular para canteiro (tábua e mata-junta; pilar-viga). Sendo assim, os outros comparativos dois a dois entre técnicas indicaram que não existem diferenças em suas médias comparadas, ou seja, o P-valor de cada comparativo foi maior que 5%.

Apesar dos apontamentos estatísticos possíveis nessa análise global (Tabela 24), a visualização conforme o sistema produtivo (Figura 41) possibilitou diferenciar as técnicas em um patamar mais detalhado. Assim, sugere-se a realização de mais estudos para que a análise estatística seja possível também nessa estratificação.

Devido ao contraste visível indicado na estratificação dessas habitações em madeira segundo o tipo de produção (Figura 41), foi possível verificar os maiores índices de:

- Eficiências produtivas no modo artesanal: casa de tábua e mata-junta, pilar-viga e *log-home*;
- Eficiências produtivas no modo semi-industrial: casa de tábua e mata-junta, paliteiro com alvenaria e pilar-viga;
- Eficiências produtivas no modo industrial: modular canteiro, modular em CLT (madeira laminada colada cruzada) e *woodframe* modular;
- Ineficiências produtivas no modo artesanal: *woodframe* misto, *woodframe* plataforma e *woodframe* balão;
- Ineficiências produtivas no modo semi-industrial: *woodframe* misto, tábuas horizontais pregadas e *woodframe* balão;
- Ineficiências produtivas no modo industrial: *log-home*, enxaimel e *woodframe* plataforma.

10.4 Conclusões

Independente de seu modo produtivo (artesanal, semi-industrial e industrial), todas as técnicas construtivas habitacionais em madeira apresentaram um tempo de execução menor do que a alvenaria. Essa constatação pôde reforçar o fato que, de um modo geral, as casas de madeira são mais eficientes no Brasil, do ponto de vista temporal, que as habitações de alvenaria. A produção de casas de madeira no Brasil ainda ocorre em um país tradicionalmente obsoleto, na ótica da industrialização da madeira, porém, de modo oposto, esse setor concentra uma situação positiva de uma alta eficiência produtiva. Então, mesmo com a baixa mecanização da indústria madeireira, a produção de casas de alvenaria é tecnologicamente mais obsoleta no Brasil. Em paralelo, muitas dessas técnicas habitacionais em madeira também se demonstraram eficientes em comparação ao *steelframe* e contêiner de aço.

Um prosseguimento futuro poderia ser estabelecido pela medição *in loco*, isto é, em fábricas ou no canteiro de obras, do tempo de execução em uma sequencia de construções de padrão e tamanho similares para verificar o aperfeiçoamento das técnicas ao longo do tempo, bem como para checar comparativamente esses dados informados pelas empresas.

Referências

ANDRADE, A. C.; SOUZA, U. E. L. Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para a confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ANTAC, 2003, p. 1-11.

ANTUNES, B. Casas instantâneas. **Téchne**, São Paulo, v. 79, 2003. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/79/artigo286255-1.aspx>>. Acesso em 02 mar 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12721: 2006: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - procedimento**. Rio de Janeiro, ABNT, 2006. 94 p.

BERSSANETI, F. T.; CARVALHO, M. M.; MUSCAT, A. R. N. O impacto de fatores críticos de sucesso e da maturidade em gerenciamento de projetos no desempenho: um levantamento com empresas brasileiras. **Production**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 707-723, 2016.

BROMILOW, F. J. Contract time performance expectations and reality. **Building Forum**, Sydney, v. 1, n. 3, p. 70-80, 1969.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016c.

DUARTE, F. J. C. M.; CORDEIRO, C. V. C. A etapa de execução da obra: um momento de decisões. **Production**, São Paulo, v. 9, p. 5-27, 1999.

GUSTAVSEN, D. **Contêineres viram casa prática e barata de 70 m²**. 2012. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/casas-apartamentos/contenineres-viram-casa-pratica-e-barata-de-70-m%C2%B2/>>. Acesso em 01 abr 2017

HOFFMANN, A. C.; PELEGRINI, S. C. A. A técnica de se construir em madeira: um legado do patrimônio cultural para a cidade de Maringá. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA, 4., 2009, Maringá. **Anais...** 2009. 9 p.

HOWELL, G.; KOSKELA, L. Reforming project management: the role of lean construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighton. **Proceedings...** Berkeley: IGLC, 2000, p. 1-9.

JESUS, C. R. M.; BARROS, M. M. S. B. **Custos e orçamentos na construção civil.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: EP-USP, 2009. 16 p.

MATIČEVIĆ, G.; LOVRIĆ T. Upravljanje proizvodnjom u konceptu digitalnih poduzeća za preradu drva i proizvodnju namještaja. **Drvna Industrija**, Zagreb, v. 58, n. 4, p. 199-206, 2008.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Sistema Construtivo em Wood Frame para Casas de Madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 31. n. 2, p. 143-156, 2010.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PIQUÉ DEL POZO, J. (Org.). **Manual de diseño para maderas del grupo andino.** 1 ed. Lima, Peru: Junta Del Acuerdo de Cartagena; PADT REFORT, 1984. 594 p.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator.** Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

REXPERS. **Quanto tempo demora uma obra?** 2015. Disponível em: <<http://rexperts.com.br/quanto-tempo-demora-uma-obra/>>. Acesso em 02 mar 2017.

SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural:** materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2003. 36 p.

SHIMBO, I.; INO, A., A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 1997, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 157-162.

SIENGE. **Os ganhos que o building information modeling (bim) traz para uma obra.** 2017. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/tendencias/bim/>>. Acesso em 02 mar 2017.

SILVA, L. S. Z. R. S. **A percepção do usuário de habitação unifamiliar em relação ao sistema construtivo industrializado – avaliação do grau de satisfação.** 2013. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

TORRES, J. T. C. **Sistemas construtivos modernos em madeira.** 2010. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2010.

VASQUES, C. C. P. C. F.; PIZZO, L. M. B. F. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e *wood frame* em residências unifamiliares. **Cognitio**, São Paulo, n. 1, p. 1-11, 2014.

VERZOLA, A. L. Steel frame reduz tempo da obra em 50%. **O Diário**, Maringá, 2013. Disponível em: <<http://maringa.odiario.com/imoveis/2013/08/steel-frame-reduz-tempo-da-obra-em-50/762233/>>. Acesso em 02 mar 2017.

WEIMER, G. **Arquitetura popular da imigração alemã**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2005. 296 p.

11 CUSTOS UNITÁRIOS BÁSICOS POR TÉCNICA CONSTRUTIVA E TIPOS DE ACABAMENTO DAS CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo buscou avaliar os custos unitários básicos das habitações em madeira produzidas no Brasil para cada técnica construtiva, no ano base de 2015, mediante três padrões construtivos (baixo, médio e alto) e três tipos de produção (artesanal, semi-industrial e industrial). Mais de 50% dos produtores desse setor foram avaliados, em um diagnóstico mediante entrevistas pessoais, alcançando uma margem de erro próxima do ideal. Esse setor concentrou a oferta de acabamento de médio e alto padrão, apesar da presença visível do baixo padrão. Quase a metade das soluções residenciais em madeira oferece valores por metro quadrado bastante competitivos e até menores que a alvenaria, tradicionalmente popular no Brasil. Esse custo competitivo constitui em um fator que poderia contribuir para um acesso de novos usuários a essas técnicas construtivas e, assim, reduzir o déficit habitacional.

Palavras-chave: Custo habitacional; Casa de madeira; Padrão de acabamento; Setor

Abstract

This chapter aimed to evaluate the basic unit costs of wood-based housing produced in Brazil for each construction technique in the base year of 2015, using three construction standards (low, average and high) and three types of production (artisanal, semi-industrial and industrial). More than 50% of the producers in this sector were evaluated in a survey through personal interviews, reaching a margin of error close to the ideal. Then, this sector concentrated the offer of average and high finishing standards, despite the visible presence of the low standard. Almost half of the wooden residential solutions offer very competitive values per square meter, and even smaller than the masonry, traditionally popular in Brazil. This competitive cost is a factor that could contribute to a new users access to these construction techniques and, thus, reduce the housing deficit.

Keywords: Housing cost; Wooden House; Finishing standard; Sector

11.1 Introdução

É crucial saber identificar as diferenças entre os padrões construtivos, pois, até a década de 1960, o mercado imobiliário brasileiro era visto com desconfiança, em função da ausência de padrões numéricos para a composição de custos (KUHN & NERBAS, 2009). Segundo o decreto-lei n° 4591, de 16 de Dezembro de 1964, o padrão de uma construção é definido como baixo, normal ou alto, levando em conta os aspectos de: condições de acabamento, qualidade dos materiais empregados, equipamentos, número de elevadores e inovações de conforto (BRASIL, 1964).

O padrão construtivo envolve a avaliação média da habitação, conforme suas particularidades gerais, as quais incluem o seu acabamento e a sua área construída.

O documento normativo ABNT NBR 12721:2006 detalhou três principais tipos de padrões de residências unifamiliares, identificados de acordo com a metragem e as principais características básicas (Tabela 25).

Tabela 25: Padrões de residência e características conforme o tamanho e *layout*.

Padrão	A _E (m ²)	A _R (m ²)	Composição da edificação
Baixo	51,94	58,64	2 dormitórios, sala, banheiro, cozinha e área para tanque
Médio	99,47	106,44	3 dormitórios (uma suíte com banheiro), lavabo, sala, circulação, cozinha, área de serviço com banheiro e varanda
Alto	210,44	224,82	4 dormitórios (duas suítes, sendo uma com closet), lavabo, três salas (estar, jantar e íntima), área de serviço, cozinha e varanda

A_E: área equivalente; A_R: área real

Fonte: adaptado de ABNT NBR 12721:2006

No tocante ao acabamento de uma residência unifamiliar, a normativa ABNT NBR 12721:2006 regulamentou as especificações básicas para a delimitação de um orçamento da habitação para cada tipo de pretensão. O padrão popular geralmente é inserido dentro do grau considerado como baixo, em virtude da produção de casas com dois quartos. A Tabela 26 indica alguns dos principais tipos de especificações com os seus exemplos de materiais construtivos conforme o padrão esperado.

Tabela 26: Padrões de residência e características conforme o acabamento.

Padrão	Tipo de especificação	Exemplo prescrito de material de construção
Baixo	Pisos (sala, quarto, corredor)	Cerâmica esmaltada 20x20 cm
	Portas internas e externas	Madeira maciça lisa encerada
	Acessórios hidráulicos	Metais simples para água fria
Médio	Pisos (sala, quarto, corredor)	Placa cerâmica esmaltada 40x40 cm
	Portas internas e externas	Madeira compensada lisa em esmalte acetinado
	Acessórios hidráulicos	Metais simples para água quente e fria
Alto	Pisos (sala, quarto, corredor)	Frisos de madeira (tábua corrida) raspados e resinados
	Portas internas e externas	Madeira semi-oca sem pintura de acabamento
	Acessórios hidráulicos	Metais de luxo para água quente e fria

Fonte: adaptado de ABNT NBR 12721:2006

Do ponto de vista estrutural, uma edificação em alvenaria de padrão simples e popular, instalada em uma comunidade e/ou região carente, utiliza-se dos mesmos insumos – tijolos, cimento, areia, etc. – que uma edificação de alto padrão, presente em um bairro nobre e/ou em um condomínio fechado. Então, independente do seu padrão construtivo, isto é, de popular a alto padrão, todas as casas de alvenaria se baseiam, conceitualmente, nas mesmas práticas construtivas. Somente em opções pontuais, devido aos fatores de maior isolamento térmico e/ou acústico, uma maior robustez das paredes dessas residências, indicadas pela maior espessura dessas vedações, que representam em uma possibilidade diferencial. Porém, essa tática se embasa no mesmo tipo de tecnologia construtiva de uma residência convencional em alvenaria de tijolos. Por isso, somente três fatores básicos são mais perceptíveis na diferenciação entre as casas de alvenaria: o porte, a volumetria e o acabamento. Esses atributos acentuam em uma maior distinção visual e econômica, tornando-se aspectos diferenciadores para identificar casas de diferentes padrões construtivos.

Em contraste, uma casa de madeira pode ser concebida, estruturalmente, em ao menos 15 técnicas construtivas diferentes, tal como já salientaram De Araujo et al. (2016b), isto é, cada uma com as suas características e particularidades.

As técnicas construtivas residenciais em madeira de pilar-viga, enxaimel e paliteiro possuem uma ossatura robusta em madeira, exposta e portante, vedada com materiais não essencialmente estruturais. Enquanto isso, as casas de toras (*log-home*) e as habitações de tábuas empilhadas horizontais com macho-e-fêmea possuem paredes sólidas de toras de madeira com função dupla, isto é, com um papel autoportante e de vedação. Similarmente, uma residência modular em CLT, a qual é baseada em painéis tridimensionais rígidas em madeira engenheirada, também possui paredes que, duplamente, servem de vedação e suporte à estrutura.

Por sua vez, as variações do *woodframe* dispõem de uma ossatura portante leve e compacta, de caráter pré-fabricado, que se apresentam de modo oculto no interior de toda a sua estrutura, a qual é revestida por painéis estruturais à base de madeira para o contraventamento e vedação de todo o conjunto, formando um composto em estilo “sanduíche”. Outras variações como as casas de tábua e mata-junta e as casas de tábuas pregadas (verticais e horizontais) também ostentam ossaturas compactas revestidas por madeira, formando um composto único fixado por pregos, com tábuas e régua “mata-junta” e tábuas perfiladas, respectivamente.

Nesses casos, o acabamento é somente mais um atributo que difere uma residência em madeira de outra nesse mesmo material. A concepção estrutural das técnicas habitacionais em madeira consiste no primeiro e mais importante fator característico para a distinção dentre a grande variabilidade de exemplos possíveis.

Diferentemente das casas de alvenaria, a própria madeira atua, segundo De Araujo et al. (2016b), como um “elemento estrutural e de vedação” e, além do mais, é constatada, segundo Sakuragawa (2006), como um material mais adequado para a composição para um espaço de vivência, isto é, fins residenciais. Fujisaki et al. (2015) apontaram que a madeira integra os elementos afetivos de robustez, prazer, singularidade, raridade e sofisticação. A superfície da madeira ainda possibilita um aspecto estético atrativo (JANIN et al., 2001; RICE et al., 2006; MANUEL et al., 2015; STROBEL et al., 2017), gerando, segundo Szücs (2006), uma associação à imagem de um produto arquitetônico sustentável.

O setor da construção civil no Brasil possui uma mão-de-obra desqualificada voltada para a produção artesanal das técnicas construtivas (FRIGO & SILVEIRA, 2012). Após anos de adaptação e desenvolvimento no Brasil, a alvenaria estrutural foi profundamente consolidada na década de 1980 (SABBATINI, 2003).

Apesar de uma menor frequência no Brasil, as casas de madeira são feitas tanto de maneira artesanal, mais rudimentar, quanto especialmente em modalidades modernas, como semi-industrial e industrial, as quais se baseiam, respectivamente, na produção parcial ou plena de componentes pré-fabricados de madeira, restando, respectivamente, o ajuste ou a montagem final em obra (DE ARAUJO et al., 2016b).

Em contraste ao mercado de residências de alvenaria, suportado unicamente por uma tipologia com diferentes acabamentos, as casas de madeira, do ponto de vista estrutural, devido às muitas variedades distintas, devem ser avaliadas de modo singular para a estimativa de seus custos de mercado, ao passo que o acabamento superficial da madeira constitui em um de seus mais fortes atributos atrativos.

O custo global de uma construção resume-se ao valor mínimo atribuído a uma construção, calculado com base no custo unitário básico, o qual considera o custo por metro quadrado de um projeto-padrão (ABNT NBR 12721:2006)

Em 1964, o decreto-lei nº 4591 estabeleceu a instituição do custo unitário da construção para mensurar o custo de um imóvel (BRASIL, 1964), conquistando, ao longo dos anos, um status de indicador de custo setorial no país (SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DE MINAS GERAIS, 2013).

A normativa ABNT NBR 12721:2006 estabeleceu que a formação dos custos unitários básicos não considera: rebaixamento de lençol freático, projetos (estrutural, e arquitetônico), fogões, elevadores, dispositivos eletrônicos (ventilação, exaustão e calefação), obras de urbanização e recreação, ajardinamento, impostos, terreno, etc.

Sendo assim, a mensuração dos custos unitários básicos das habitações em madeira se torna importante, visto que essa importante atividade poderia, em vez do setor florestal, ser explorada e absorvida pelo setor da construção, o qual, de acordo com Fadul (2015), alcançou 10,1% do Produto Interno Bruto brasileiro em 2015.

A partir desse cenário, este estudo buscou avaliar os custos unitários básicos das casas de madeira produzidas no Brasil para cada técnica construtiva, no ano de 2015, mediante três padrões construtivos de acabamento e três tipos de produção. Então, aventaram-se os seguintes fatos em relação às casas de madeira em que:

- Podem alcançar custos bem menores que as habitações de alvenaria;
- Ainda são mais voltadas para um público refinado que busca o alto padrão.

11.2 Material e Métodos

Para facilitar a coleta de dados, mediante uma prospecção mais abrangente e eficiente, este trabalho obteve um valor médio de venda por técnica habitacional em madeira para uma área construída média para três padrões construtivos indicados na Tabela 25: baixo, médio e alto. Contudo, uma habitação unifamiliar média térrea de área construída de 100m² foi considerada como critério referencial. Então, o valor médio da área construída foi estabelecido por meio da admissão de um valor central e inteiro. Essa área construída admitida de 100 m² obedeceu ao gradiente indicado na normativa ABNT NBR 12721:2006, a qual prescreve que a área média de uma habitação de padrão médio ronda de 99,47 m², em sua área equivalente, até 106,44 m², em sua área real (Tabela 25). Com isso, as empresas avaliadas informaram um preço médio de uma habitação térrea de 100 m² para cada variante construtiva em madeira, nos três padrões construtivos (baixo, médio e alto) e nos três modos produtivos (artesanal, semi-industrial e industrial). Os resultados foram comparados ao custo unitário básico (CUB) das casas de alvenaria, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017a), para esses três padrões construtivos.

Esse referencial comparativo disponibilizado pela literatura detalha somente o valor do custo unitário básico para as casas de alvenaria produzidas artesanalmente.

Isto posto, a coleta de dados, junto aos empresários proprietários produtores de casas de madeira no Brasil, para a verificação dos custos unitários básicos por técnica construtiva conforme o padrão construtivo e seu modo produtivo foi realizada mediante um diagnóstico baseado em entrevistas pessoais. A condução completa deste *survey* está retratada no Capítulo 6 (item 6.2).

Uma checagem das empresas produtoras de casas de madeira situadas no Brasil foi conduzida para diagnosticar, mediante seus *websites* oficiais, a quantidade real desses mesmos, delimitando um total populacional (Figura 5). Com isso, uma amostragem foi realizada a partir desse montante estimado (Figura 7).

Então, dois questionamentos foram aplicados às empresas amostradas:

- a) “Quais são as faixas de custo de venda em Reais por metro quadrado (R\$/m²) para cada técnica construtiva em madeira produzida por sua empresa?”;
- b) “Qual(is) o(s) tipo(s) de acabamento oferecido(s) por sua empresa?”.

De caráter quantitativo e respostas abertas, a primeira questão procurou obter valores mínimos, médios e máximos (padrões baixo, médio e alto) do custo unitário básico em Reais por metro quadrado, para cada tipologia construtiva em madeira, conforme o modo produtivo declarado em cada empresa avaliada, isto é, artesanal, semi-industrial e industrial. Os dados foram organizados segundo o modo produtivo para cada técnica construtiva em madeira nesses três padrões construtivos. Ao final, os valores foram convertidos para Dólares por metro quadrado (US\$/m²), conforme a cotação para o período, devido a maior estabilidade monetária da moeda americana.

A título de comparação com o cenário corrente brasileiro da construção civil, dominado pela alvenaria estrutural de acordo com Sabbatini (2003), o estudo ainda inseriu os dados estimados da alvenaria artesanal, para o mesmo período de 2015, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nos gráficos analisados. Para tornar ainda mais fiel esse comparativo, os custos básicos da alvenaria para os três padrões construtivos (baixo, médio e alto), representados por IBGE (2017a) nos resultados exemplificados, correspondem exclusivamente às medias obtidas durante o ano de 2015 para os mesmos seis Estados brasileiros contemplados neste estudo, para avaliação dos custos das casas de madeira, isto é, São Paulo, Minas Gerais, Distrito Federal, Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

A segunda questão, de caráter qualitativo e tricotômico, incluiu três respostas fechadas para o padrão de acabamento oferecido: popular, intermediário e alto padrão. Nesse caso, os dados obtidos foram convertidos para valores percentuais.

A conclusão do estudo incluiu o cálculo de sua margem de erro (Tabela 11). O instrumento foi calculado pelo *software* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004). Na estratégia habitual da literatura (CHOI et al., 2002; HÄRTL & KNOKE, 2014; PEREIRA et al., 2010; MORGADO & PEDRO, 2011; ZHANG & LI, 2009), os valores econômicos não sofrem tratamentos estatísticos por se basearem em valores exatos e suas respectivas médias. Apesar do seu escasso uso em estudos financeiros, os custos unitários obtidos por técnica construtiva foram conduzidos a uma análise estatística pelo teste t, seguindo os preceitos descritos no item 3.8 (Capítulo 3).

11.3 Resultados e Discussão

Com a conclusão da busca em *websites* para estimar os produtores de casas de madeira situados no Brasil, necessária pela ausência de uma entidade de classe, o estudo envolveu a coleta de dados nas amostras avaliadas (Figura 7), as quais incluíram quase 51% da população total estimada (Tabela 11). A margem de erro foi representada pelo índice de $\pm 3,325\%$, cujo patamar se situa, segundo Pinheiro et al. (2011), bastante abaixo do nível aceitável e muito próximo do ideal.

Diante da grande diferença entre as residências produzidas em alvenaria e as em madeira, este estudo apresentou os resultados dos custos unitários básicos para cada técnica construtiva em madeira, de acordo com dois diferentes parâmetros: tipo de produção da habitação e padrão construtivo de acabamento. Contudo, para um melhor entendimento dos resultados obtidos na amostragem realizada, os mesmos foram categorizados em três gráficos, segundo o padrão construtivo de acabamento: baixo (Figura 42), médio (Figura 43) e alto (Figura 44).

Inicialmente, a análise dos custos unitários básicos das habitações de baixo padrão no Brasil indicou que quinze variedades observadas apresentaram um valor final menor que a alvenaria artesanal difundida pelo país (Figura 42): paliteiro com alvenaria (nos tipos de produção semi-industrial e artesanal), pilar-viga (artesanal e industrial), as três opções de casa de tábuas e mata-junta (artesanal, semi-industrial e industrial), modular para canteiros (industrial), casas de tábuas verticais e horizontais pregadas (ambas nos modos semi-industrial e industrial), *log-home* (semi-industrial) e os *woodframes* misto e plataforma (ambos no modo produtivo semi-industrial).

Salvo as exceções em *woodframe*, notoriamente mais modernos e eficientes (WAGNER, 2009; DE ARAUJO et al., 2016a; DE ARAUJO et al., 2016b) e em pilar-viga, esse resultado coincide exatamente com as principais construções em madeira de menor valor agregado e/ou menor tecnologia produtiva. Tais exceções associam-se a maior oferta dessas técnicas modernas no país, fato que reduziu seus custos.

A conversão monetária dos valores obtidos em Reais para Dólar utilizada nos resultados indicados nas Figuras 42, 43 e 44 se baseou no câmbio, cotado no dia 31 de Dezembro de 2015, de US\$ 1,00 equivalente a R\$ 3,9609 (XIGNITE/MBH, 2015).

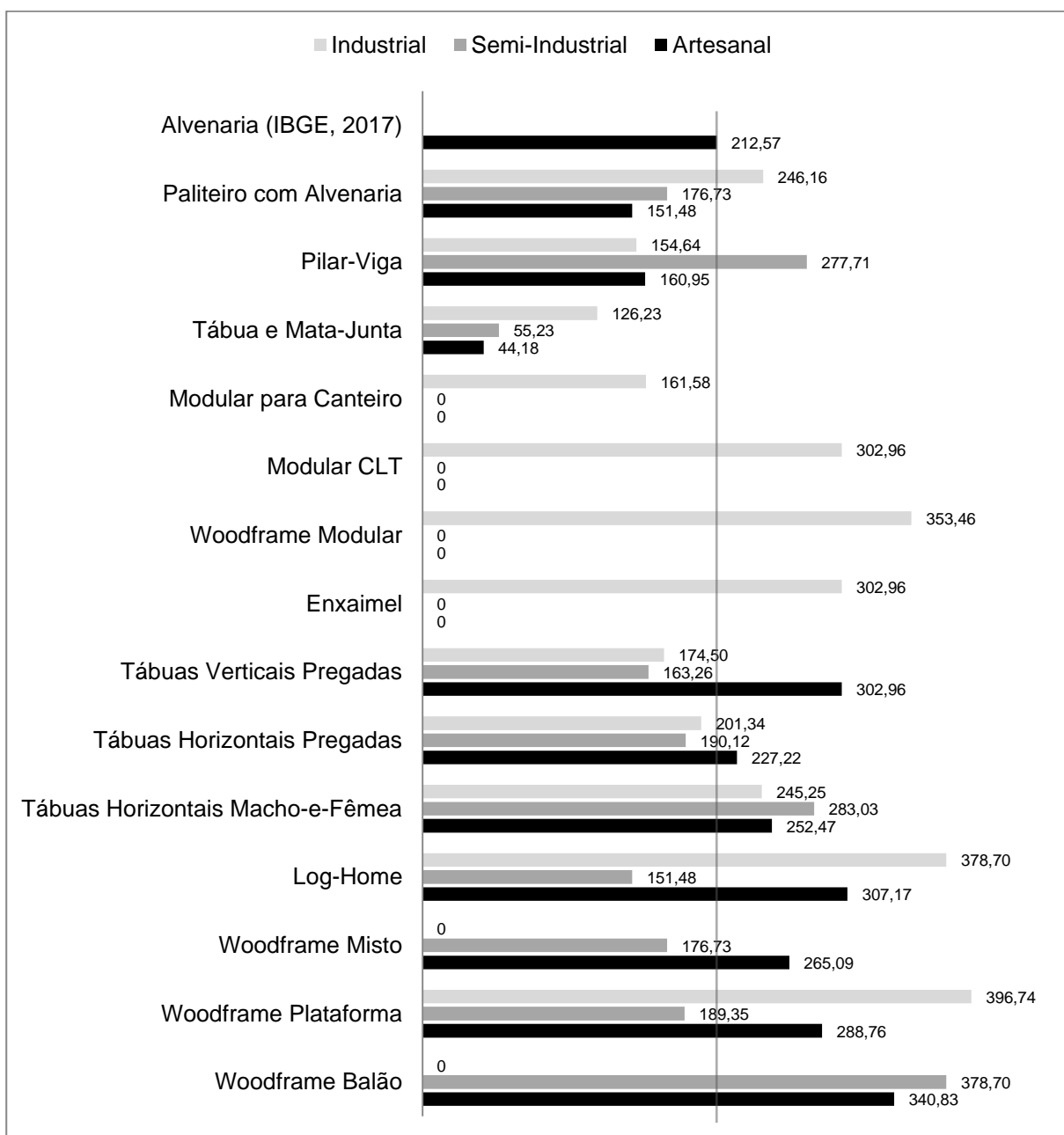


Figura 42: Custo unitário básico (US\$/m²) das casas de madeira de baixo padrão.

Dezessete opções de casas de madeira indicaram valores de mercado por metro quadrado acima do padrão baixo para a alvenaria (Figura 42): três opções de casa de tábuas horizontais macho-e-fêmea (artesanal, semi-industrial e industrial), *woodframe* modular, modular em CLT e enxaimel (ambos na produção industrial), casas de tábuas horizontais e verticais pregadas (ambas no artesanal), *woodframe* misto (artesanal), pilar-viga (semi-industrial), paliteiro (industrial), *woodframes* balão e plataforma (ambos artesanal e semi-industrial) e *log-home* (artesanal e industrial).

Catorze variedades se situaram com valores de mercado por metro quadrado abaixo do padrão médio para a alvenaria artesanal (Figura 43): casa de tábua e mata-junta (artesanal, semi-industrial e industrial), modular para canteiro (industrial), paliteiro (artesanal e semi-industrial), pilar-viga (industrial e artesanal), casas de tábuas verticais e horizontais pregadas (ambas nos modos semi-industrial e industrial), *log-home* e *woodframe* plataforma (ambos no semi-industrial). Ainda se constatou que dezoito variedades indicaram valores dos custos unitários acima do representado para a alvenaria artesanal para o médio padrão: casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea (artesanal, semi-industrial e industrial), pilar-viga (semi-industrial), paliteiro com alvenaria (industrial), enxaimel, modular CLT e *woodframe* modular (ambos na condição industrial), tábuas verticais e horizontais pregadas (ambos no modo artesanal), *woodframes* misto e balão (ambos no artesanal e semi-industrial) e *log-home* e *woodframe* plataforma (ambos no artesanal e industrial).

Na Figura 44, para residências de padrão alto, onze variedades apontaram valores de mercado por metro quadrado abaixo daquele alcançado pela alvenaria artesanal: casas de tábua e mata-junta (artesanal, semi-industrial e industrial), pilar-viga (artesanal e industrial), paliteiro com alvenaria (artesanal e semi-industrial), *log-home* (semi-industrial), modular para canteiro (industrial) e casas de tábuas verticais pregadas (semi-industrial e industrial). Vinte e uma técnicas de casas de madeira de padrão alto exibiram um valor por metro quadrado superior ao obtido para a alvenaria no mesmo cenário (Figura 44): casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea, casas de tábuas horizontais pregadas e *woodframe* plataforma (ambos nos modos artesanal, semi-industrial e industrial), paliteiro com alvenaria (industrial), pilar-viga (semi-industrial), modular CLT, *woodframe* modular e enxaimel (ambos no modo industrial), *log-home* (artesanal e industrial), tábuas verticais pregadas (artesanal) e *woodframes* misto e balão (ambos em artesanal e semi-industrial).

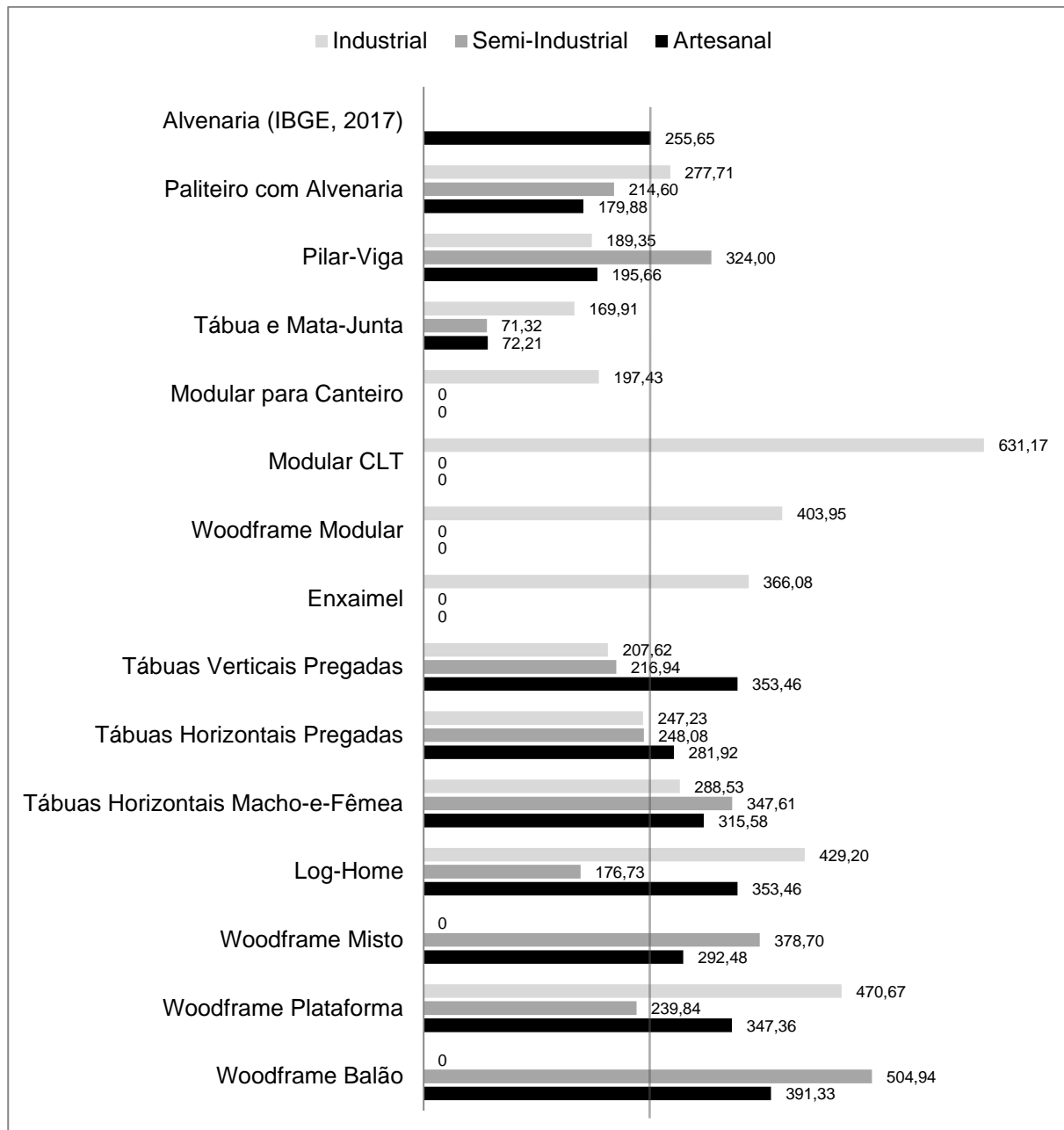


Figura 43: Custo unitário básico (US\$/m²) das casas de madeira de médio padrão.

Com resultados similares nos três padrões observados (baixo, médio e alto) (Figuras 42, 43 e 44), as casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea apresentaram os custos globais acima do valor da alvenaria (Figuras 42 e 43), resultado de: um consumo frequente de madeiras nativas (DE ARAUJO et al., 2016b) de maior custo como matéria-prima básica devido ao seu emprego mais nobre (ZENID, 2009) e propósito mais refinado em virtude da extensa aplicação como casas de veraneio e chalés (CESAR, 2002).

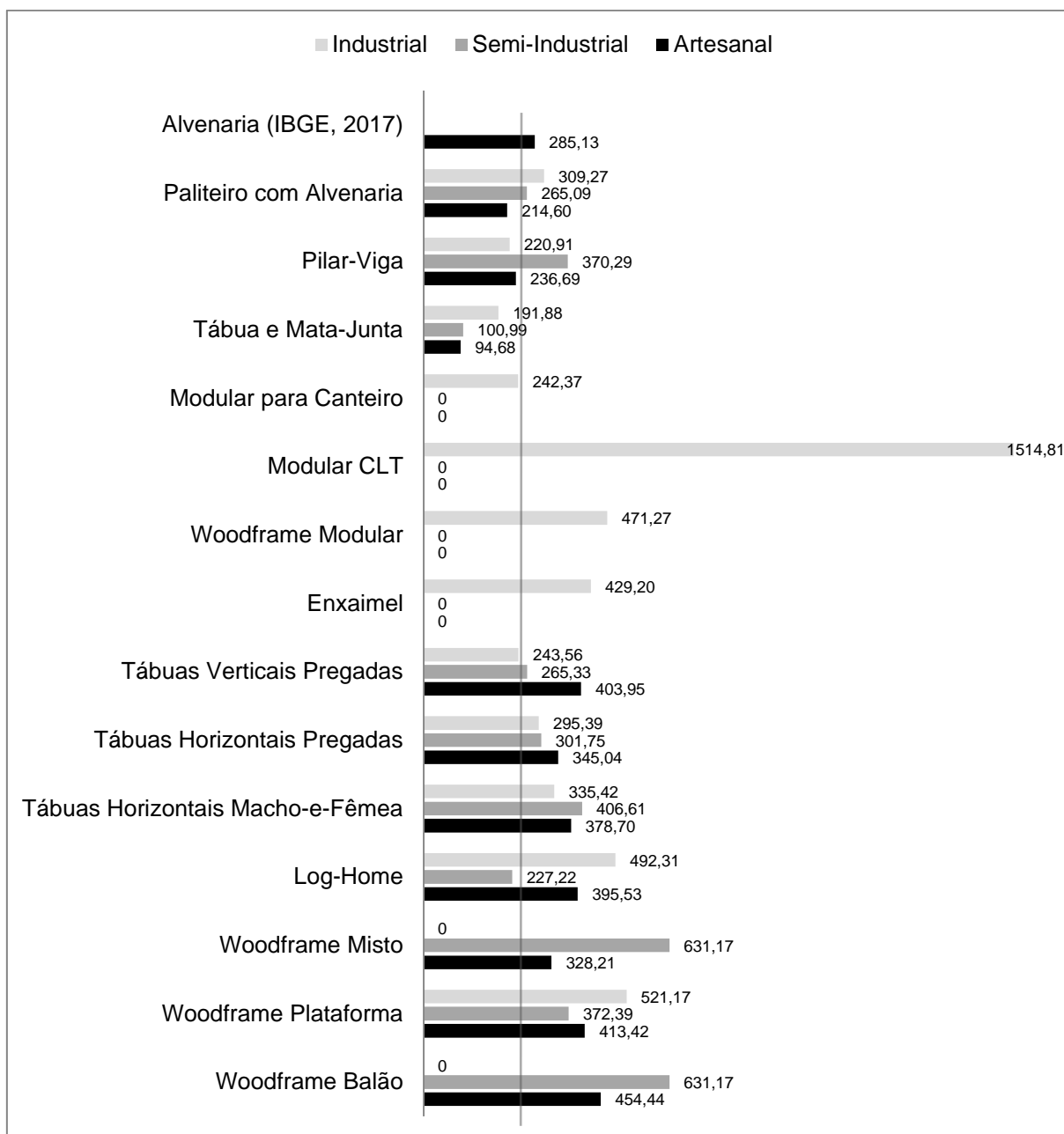


Figura 44: Custo unitário básico (US\$/m²) das casas de madeira de alto padrão.

As casas de tábua e mata-junta apresentaram, nos três casos analisados de padrões de acabamento (Figuras 42, 43 e 44) e para os três tipos produtivos, custos unitários básicos menores que o da alvenaria. Com maior uso rural, essa situação se justificou pelos aspectos de: uso exclusivo de madeira de pinus (IMAGUIRE JUNIOR & IMAGUIRE, 2011) de menor custo (ZENID, 2009), fácil acessibilidade inclusive às populações mais carentes (SZÜCS & BATISTA, 2007) e maior simplicidade estética, produtiva e estrutural (HOFFMANN & PELEGRINI, 2009).

Nas três situações observadas (Figuras 42, 43 e 44) conforme o padrão, as casas modulares em CLT, o enxaimel e o *woodframe* modular indicaram custos unitários básicos acima da alvenaria artesanal. O elevado grau de industrialização e a grande possibilidade de personalização desses exemplos, o que os torna únicos, resultaram nos fatores essenciais que contribuíram para a manutenção desse custo mais alto.

Por outro lado, a técnica de modular para canteiros, em virtude da finalidade menos requintada e de seu uso comercial e/ou industrial, apontou custos unitários básicos sempre abaixo do alcançado pela alvenaria (Figuras 42, 43 e 44), por conta do excessivo uso da madeira de pinus e da produção em série em larga escala.

Para os três tipos de padrão de acabamento considerados (Figuras 42, 43 e 44), a técnica de paliteiro em alvenaria apresentou maior custo por metro quadrado que a alvenaria artesanal na variante industrial, bem como menor custo nas opções semi-industrial e artesanal. Por sua vez, nas mesmas condições analisadas, a técnica de pilar-viga alcançou um menor custo unitário básico que a alvenaria tradicional nas variedades artesanal e industrial e um custo maior no caso da opção semi-industrial. Apesar da menor evolução tecnológica e simplicidade dessas duas técnicas, o maior custo unitário básico para uma opção produtiva específica se baseou nos seguintes fatores: utilização de madeiras mais nobres e nativas (DE ARAUJO et al., 2016b) e possibilidade de personalização e maior detalhamento em projetos diferenciados.

Para as casas de tábuas horizontais e verticais pregadas, situações similares foram observadas nas Figuras 42, 43 e 44, pois em ambas as técnicas, os modos produtivos artesanais informaram um custo sensivelmente maior que a alvenaria artesanal, enquanto que as produções semi-industrial e industrial se situaram abaixo ou próximos desse parâmetro de comparação em alvenaria existente no Brasil. A maior rusticidade e simplicidade arquitetônica contribuíram para um menor custo no cenário industrializado, enquanto que a personalização de projetos culminou em um valor maior por metro quadrado nas variantes artesanais.

A técnica de *log-home* apontou resultados equivalentes, visto que os modos produtivos artesanal e industrial indicaram um custo por metro quadrado maior que a alvenaria para os três padrões avaliados (Figuras 42, 43 e 44), enquanto que o modo semi-industrial obteve um custo menor.

Por fim, as variedades misto, plataforma e balão do *woodframe* apresentaram, nos tipos de padrão de acabamento analisados (Figuras 42, 43 e 44), um maior custo unitário básico para as produções artesanais, em comparação com a alvenaria, bem como também se situaram próximas ou acima, desse custo balizador da alvenaria, nos modos produtivos semi-industrial e industrial. O *woodframe* plataforma exibiu, na produção semi-industrial, valores abaixo do comparado nos padrões baixo e médio. O maior custo geral dos *woodframes* se deve aos fatores de: maior grau tecnológico embarcado (SÁNCHEZ et al., 1995; SACCO & STAMATO, 2008) e ao uso de materiais compósitos derivados de madeira de caráter estrutural (MOLINA & CALIL JUNIOR, 2010; TECVERDE, 2011) apesar de seus altos preços de comercialização no país (EISFELD & BERGER, 2012).

Em muitos países, boa parte da população está disposta a pagar uma quantia ligeiramente superior por uma residência de melhor qualidade (LOSS et al., 2016). Diante disso, as casas de madeira de médio e alto padrão também podem atrair uma fatia considerável de futuros compradores, caso as suas inúmeras potencialidades e vantagens e a sua viabilidade econômica sejam mais bem exploradas.

Apesar do emprego escasso de análises estatísticas em estudos econômicos baseados em *surveys*, diante do volume de dados obtidos, este estudo utilizou o teste t para averiguar a resposta obtida para cada técnica, nos três padrões (baixo, médio e alto) observados, comparando-as duas técnicas construtivas a duas. Duas técnicas, enxaimel e casa modular em CLT, não conseguiram fornecer uma média de valores neste *survey*, visto que, em ambos os casos, somente uma empresa amostrada declarou ser produtora dessas técnicas. Mediante esses custos unitários básicos por técnica em madeira coletados junto às empresas amostradas (Figuras 42 a 44), foi possível checar a rejeição da hipótese H_0 de igualdade entre médias.

No caso das casas em baixo padrão (Apêndice F), os comparativos revelaram a rejeição para: *woodframe* balão, *woodframe* plataforma e tábuas horizontais macho-e-fêmea em comparativos dois a dois com as técnicas de tábuas verticais pregadas, tábuas horizontais pregadas, modular para canteiro, tábua e mata-junta, pilar-viga e paliteiro com alvenaria; *woodframe* misto, *woodframe* modular e modular para canteiro em relação à tábua e mata-junta; tábua e mata-junta com o pilar-viga e o paliteiro; *log-home* (tábuas horizontais e verticais pregadas; tábua e mata-junta); e as tábuas horizontais e verticais pregadas (*woodframe* modular; tábua e mata-junta).

No caso das casas de médio padrão (Apêndice F), a hipótese H_0 identificou rejeição para: *woodframe* balão e *woodframe* plataforma (tábuas verticais pregadas; tábuas horizontais pregadas; modular para canteiro; tábua e mata-junta; pilar-viga; paliteiro com alvenaria); tábuas horizontais macho-e-fêmea (tábuas verticais pregadas; modular para canteiro; tábua e mata-junta; pilar-viga; paliteiro com alvenaria); *woodframe* misto (modular para canteiro e tábua e mata-junta); *log-home* (tábuas verticais pregadas; tábua e mata-junta); tábuas horizontais pregadas e tábuas verticais pregadas (*woodframe* modular e tábua e mata-junta); *woodframe* modular (modular canteiro; tábua e mata-junta; pilar-viga); modular para canteiro (tábua e mata-junta); e tábua e mata-junta (pilar-viga e paliteiro com alvenaria).

Por fim, para a condição de alto padrão (Apêndice F), a rejeição da hipótese H_0 ocorreu em: *woodframe* balão (tábuas horizontais macho-e-fêmea; tábuas verticais pregadas; tábuas horizontais pregadas; modular para canteiro; pilar-viga; tábua e mata-junta; paliteiro com alvenaria); *woodframe* plataforma e tábuas horizontais macho-e-fêmea (tábuas verticais pregadas; tábuas horizontais pregadas; modular para canteiro; pilar-viga; tábua e mata-junta; paliteiro com alvenaria); *woodframe* misto (tábuas verticais pregadas; tábua e mata-junta); *log-home* (tábuas verticais pregadas; tábua e mata-junta); tábuas horizontais e verticais pregadas (*woodframe* modular; tábua e mata-junta); modular para canteiro (tábua e mata-junta); e tábua e mata-junta (pilar-viga e paliteiro com alvenaria).

Um mesmo produtor de casas de madeira pode apresentar um, dois ou até os três exemplos possíveis de acabamento (Figura 45). Então, independente da técnica construtiva, o setor de casas de madeira no Brasil se concentra no fornecimento de soluções de padrões de acabamento intermediário e alto, direcionado especialmente para um público mais refinado e exigente. Mais da metade das empresas avaliadas oferecem um padrão baixo/popular, consolidando-o em uma oferta plural ao alcance de toda a população mais carente e de menor condição econômica. No entanto, a concentração elevada nas três categorias indica que as casas de madeira podem suprir quaisquer tipos de mercados consumidores, apesar do atual direcionamento mercadológico como um produto de melhor qualidade tecnológica e estética, embora esse fato não traduza em um maior repasse do seu custo em relação à alvenaria artesanal (Figuras 42, 43 e 44).

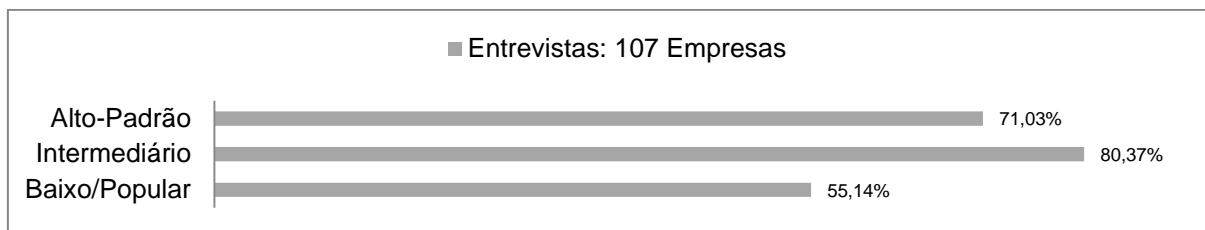


Figura 45: Padrões de acabamento construtivo em oferta nas empresas avaliadas.

11.4 Conclusões

Diante das 96 variedades possíveis encontradas para as casas de madeira, conforme a técnica construtiva, o tipo construtivo e o padrão de acabamento, ao redor de 42% dessas soluções apresentam um custo unitário básico menor que a alvenaria artesanal tradicionalmente presente no Brasil. No entanto, cerca de 5% do montante analisado demonstra um valor por metro quadrado maior, porém, ainda muito próximo da média da alvenaria, isto é, com valores até no máximo 10% acima desse padrão de comparação. Em torno de 53% dessas técnicas residenciais em madeira exibiram um custo maior que alvenaria, sendo que 35% desse montante (ou 18% do total estudado) representa exclusivamente as variedades de habitação de madeira em alto padrão. Portanto, quase a metade das casas de madeira feitas no país oferece um valor por metro quadrado muito competitivo, e até menor, perante a alvenaria tradicional. O desafio atual se traduzá em motivar a população brasileira na aquisição dessas soluções, explorando essa clara vantagem acerca de seus custos.

Por sua vez, a maior concentração de oferta em acabamentos superiores, isto é, médio e alto padrões, para as casas de madeira reforça o status de uma solução voltada para um público de maior poder aquisitivo e/ou como segunda opção de moradia. Nesse panorama de padrões mais altos, o custo competitivo em relação à alvenaria e, em alguns casos até menor, possibilita na ampliação de mercado para um público mais exigente e requintado, o qual pode ser atraído tanto pela estética, quanto pela sustentabilidade produtiva e racionalização de material.

A extensa oferta atual de padrões populares posiciona as casas de madeira como uma alternativa interessante de exploração mercadológica. Assim, a grande amplitude de oferta de acabamentos, dos mais rudimentares aos mais sofisticados, aliado aos custos unitários básicos bastante próximos aos das casas de alvenaria possibilita no alcance, dessas casas de madeira, a todas as classes sociais do país.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12721: 2006: Avaliação de custos unitários de construção para incorporação imobiliária e outras disposições para condomínios edilícios - Procedimento**. Rio de Janeiro, ABNT, 2006. 94 p.

BRASIL. Decreto-lei n.º 4591, de 16 de dezembro de 1964. Dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 1964.

CESAR, S. F. **Chapas de madeira para vedação vertical de edificações produzidas industrialmente: projeto conceitual**. 2002, 302 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CHOI, S. I.; SAKAI, M.; OKAMORI, A.; KANG, H. M. Trends of house construction and wood industries after the Asian economic crisis in Korea. **Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University**, Fukuoka, v. 47, n. 1, p. 167-178, 2002.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: Light Framing Houses for Developing Countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of Wooden Housing Building Systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

EISFELD, C. L.; BERGER, R. Análise das estruturas de mercado das indústrias de painéis de madeira (compensado, MDF e OSB) no Estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 1, p. 21-34, 2012.

FADUL, A. PIB do setor de construção civil caiu 2,7% no 1º trimestre do ano, mostra estudo da FIESP. In: **Portal FIESP**, 2015. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/pib-do-setor-de-construcao-civil-caiu-27-no-1o-trimestre-do-ano-mostra-estudo-da-fiesp/>>. Acesso em 28 mar 2017.

FRIGO, J. P.; SILVEIRA, D. S. Educação ambiental e construção civil: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR. **Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 9, n. 9, p. 1938-1952, 2012.

FUJISAKI, W.; TOKITA, M.; KARIYA, K. Perception of the material properties of wood based on vision, audition and touch. **Vision Research**, Amsterdam, v. 109, p. 185-200, 2015.

HÄRTL, F.; KNOKE, T. The influence of the oil price on timber supply. **Forest Policy and Economics**, Amsterdam, v. 39, p. 32-42, 2014.

HOFFMANN, A. C.; PELEGRINI, S. C. A. A técnica de se construir em madeira: um legado do patrimônio cultural para a cidade de Maringá. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE HISTÓRIA, 4., 2009, Maringá. **Anais...** 2009. 9 p.

IMAGUIRE JUNIOR, K.; IMAGUIRE, M. R. G. **A casa de araucária**. v. 1. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011. 101 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil – SINAPI**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/sinapi/tabelas>>. Acesso em 28 mar 2017.

JANIN, G.; GONCALEZ, J.; ANANÍAS, R.; CHARRIER, B.; SILVA, G. F.; DILEM, A. Aesthetics appreciation of wood colour and patterns by colorimetry. Part 1. Colorimetry theory for the Cielab system. **Maderas, Ciencia y Tecnología**, Concepción, v. 3, n. 1-2, p. 3-13, 2001.

KUHN, E. A.; NERBAS, P. F. CUB e projetos-padrão pela NBR 12.721. In: KUHN, E. A.; PEREIRA, L. P.; NERBAS, P. F. **Avaliação de imóveis e perícias**. Curitiba: IESDE Brasil, 2009. p. 39-46.

LOSS, C. D.; GOMES, A. P.; GOLDONI, A. G.; TAGLIARI, L. D.; MACULAN, L. S. Valor imobiliário de habitações populares de acordo com padrões de acabamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016. 15 p.

MANUEL, A.; LEONHART, R.; BROMAN, O.; BECKER, G. Consumers' perceptions and preference profiles for wood surfaces tested with pairwise comparison in Germany. **Annals of Forest Science**, Paris, v. 72, n. 6, p. 741-751, 2015.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Sistema Construtivo em Wood Frame para Casas de Madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 31. n. 2, p. 143-156, 2010.

MORGADO, L.; PEDRO, J. B. **Caracterização da oferta de casas de madeira em Portugal**: inquérito às empresas de projecto, fabrico, construção e comercialização. Relatório 118/2011 – NAU. Lisboa: LNEC, 2011. 173 p.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: Imazon, 2010. 124 p.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

RICE, J.; KOZAK, R. A.; MEITNER, M. J.; COHEN, D. H. Appearance wood products and psychological well-being. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 38, n. 4, p. 644-659, 2006.

SABBATINI, F. H. **Alvenaria estrutural**: materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2003. 36 p.

SACCO, M.; STAMATO, G. C. Light Wood Frame – Construções com Estrutura Leve de Madeira. **Téchne**, São Paulo, n. 140, p. 1-9, 2008.

SAKURAGAWA, S. Change in the impression of rooms with interior wood finishes arranged differently: questionnaire survey with the use of photographs for the analysis of impressions of rooms concerning living activities. **Journal of Wood Science**, Tóquio, v. 52, n. 4, p. 290-294, 2006.

SÁNCHEZ, J. E. P.; MARTITEGUI, F. A.; MARTITEGUI, C. A.; ALVAREZ, M. A. G.; SÁNCHEZ, F. P.; NEVADO, M. A. R. **Casas de madera**. Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera y Corcho – AITIM. Madrid, Espanha: AITIM, 1995. 699 p.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS (SINDUSCON-MG). **Saiba mais**: custo unitário básico (CUB/m²). Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2013. 28 p.

STROBEL, K.; NYRUD, A. Q.; BYSHEIM, K. Interior wood use: linking user perceptions to physical properties. **Scandinavian Journal of Forest Research**, Estocolmo, p. 1-9, 2017.

SZÜCS, C. A.; BATISTA, F. D. A Arquitetura de madeira na região de Curitiba: estudo comparativo entre a casa tradicional e contemporânea. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2007, Campo Grande. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 798-807.

SZÜCS, C. P. Sistema Stella-UFSC: avaliação e desenvolvimento de sistema construtivo em madeira de reflorestamento voltado para programas de habitação social. In: BONIN, L. C.; AMORIM, S. R. (Eds.). **Coletânea Habitare**. Porto Alegre: Antac, 2006. p. 66-115.

TECVERDE. **Como projetar em wood frame**: principais características do sistema construtivo wood frame e diretrizes para desenvolvimento de projetos arquitetônicos. Curitiba: Tecverde, 2011. 9 p.

WAGNER, J. D. **Ultimate guide to house framing**: plan, design, build. 3 ed., Upper Saddle River: Creative Homeowner, 2009. 239 p.

XIGNITE/MBH. Taxas de câmbio. In: **Exchange-Rates.Org**. 2015. Disponível em: <<https://pt.exchange-rates.org/Rate/USD/BRL/31-12-2015>>. Acesso em 10 fev 2017.

ZENID, G. J. **Madeira**: uso sustentável na construção civil. 2. ed. São Paulo: IPT, 2009. 103 p.

ZHANG, D.; LI, Y. Forest endowment, logging restrictions, and China's wood products trade. **China Economic Review**, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 46-53, 2009.

12 MERCADO E CONSUMO DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo buscou caracterizar, junto aos produtores brasileiros, o volume real das casas de madeira produzidas ao longo dos anos de 2013, 2014 e 2015, bem como identificar os seus principais mercados de comercialização. Um formulário levantou duas questões para uma primeira percepção dos objetivos mercadológicos. O estudo verificou que são produzidas anualmente por volta de 12 a 20 mil casas de madeira, indicando um incremento de 0,32 a 0,52% da participação total, a qual já é perceptível segundo a literatura. O mercado de habitações em madeira no Brasil é particularmente voltado para os cenários local, estadual e regional, sobretudo, nas regiões com maior quantidade de empresas instaladas, Sul e Sudeste. Boa parte das empresas já comercializa em todo país, revelando uma condição estrutural mais consolidada desse setor, cujo potencial mercadológico é bastante promissor.

Palavras-chave: Mercado habitacional; Madeira; Produção; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to characterize, together with the Brazilian producers, the real volume of wooden houses produced over the years 2013, 2014 and 2015, as well as to identify their main markets. A questionnaire presented two questions for a first insight into marketing objectives. The study verified that around 12,000 to 20,000 wooden houses are annually produced, indicating an increment of 0.32 to 0.52% of the total participation, which is already perceptible according to the literature. Wood-based housing market in Brasil is particularly facing to the local, state and regional scenarios, especially in the regions with the largest number of installed companies, South and Southeast. Most of the companies already market throughout the country, revealing a more consolidated structural condition of this sector, whose market potential is quite promising.

Keywords: Housing market; Timber; Production; Sectoral research

12.1 Introdução

O mercado habitacional é de fundamental importância para os indivíduos que vivem nos centros urbanos (LUCENA, 1981). A habitação geralmente se apoia em fatores intrínsecos de cada local em que a mesma se encontra, apresentando efeitos contrários para um crescimento mais harmônico (WILLIAMSON, 1965). Nos países em desenvolvimento, a produção de casas desempenha um papel fundamental, pois absorve intensamente trabalhadores sem qualificação (LUCENA, 1981). O fomento à habitação popular em 2017 terá impacto imediato na contratação de mão de obra e no crescimento de mercado do setor brasileiro da construção civil (BRASIL, 2017).

Porém, a carência habitacional nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento é um forte indício para que os produtores de habitações em madeira industrializadas e pré-fabricadas se tornem o centro das atenções em um futuro próximo (DE ARAUJO et al., 2016c), embora esse conceito da pré-fabricação em madeira tenha origem em 1624 na Inglaterra (ARIEFF & BURKHARDT, 2002).

O cenário mais atual das técnicas construtivas presentes no Brasil foi avaliado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em um censo que categorizou as principais técnicas construtivas, para cada município brasileiro, de acordo com a matéria-prima mais proeminente nas paredes externas das moradias.

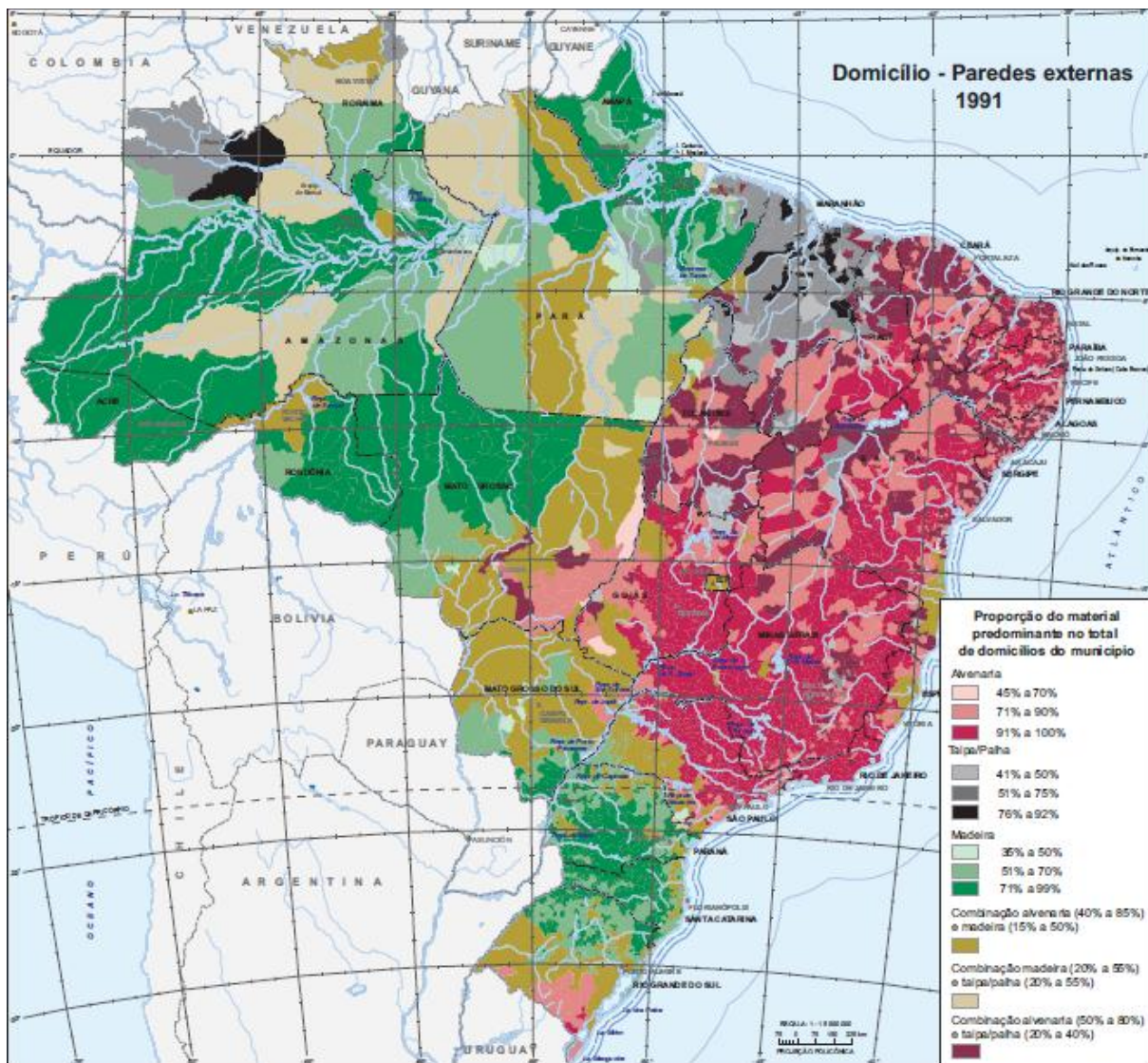


Figura 46: Proporção do material predominante das paredes externas das casas, conforme a sua maior concentração por município, em 1991. **Fonte:** IBGE (2013).

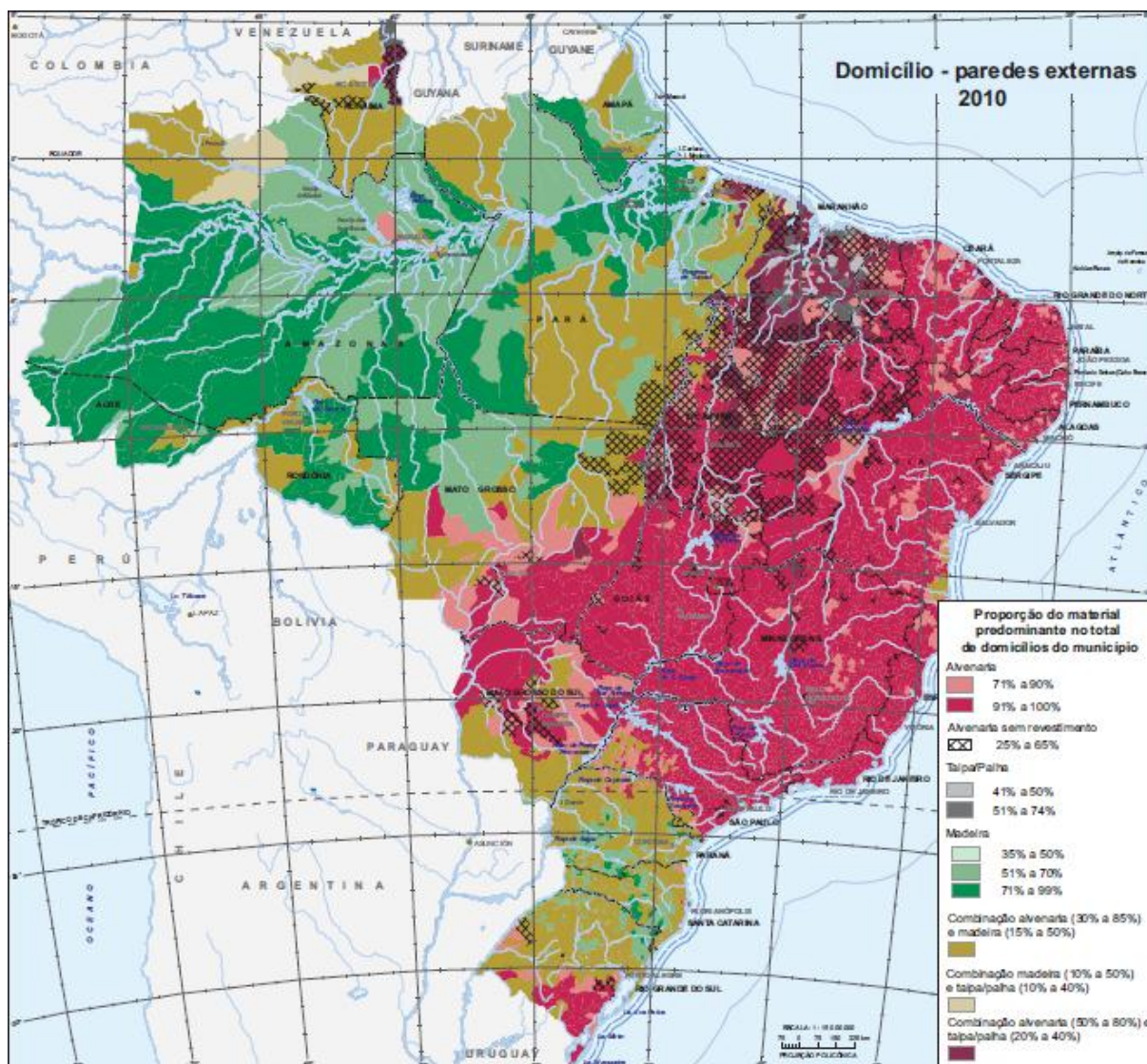


Figura 47: Proporção do material predominante das paredes externas das casas, conforme a sua maior concentração por município, em 2010. **Fonte:** IBGE (2013).

Nesse censo demográfico, o IBGE (2010, 2012) identificou os seguintes materiais de construção com maior predomínio: alvenaria (com e sem revestimento), taipa (com e sem revestimento), madeira aparelhada (madeira serrada e derivados), palha (folhas, sapê, cascas, etc.), madeira aproveitada (embalagens, tapumes, andaimes, etc.), outros materiais (plástico, zinco, aço, etc.) e ausência de parede (construção indígena com cobertura sustentada por estacas de madeira).

Mediante as Figuras 46 e 47, a redução nos tons esverdeados indicou forte queda na presença das casas construídas puramente em madeira nas regiões Sul e Centro-Oeste, um decréscimo ínfimo na região Norte, bem como um aumento geral da cor marrom, indicada pelos domicílios em madeira com paredes em alvenaria.

Isso é reflexo da barreira cultural, presente no contexto brasileiro, que restringe a expansão da presença das casas de madeira. Shimbo & Ino (1997) indicaram que o baixo uso da madeira de reflorestamento na habitação social resulta, especialmente, do conhecimento de seus potenciais e da sua pouca aceitação pelos usuários.

Uma enorme incerteza em relação às construções em madeira pôde ser vista nessa amostragem, realizada pelo IBGE (2010, 2013), dos domicílios situados no país (Figuras 46 e 47). O censo demográfico se baseou, genérica e exclusivamente, nos materiais construtivos com maior predomínio nas paredes externas das casas.

Diante disso, no tocante às técnicas construtivas habitacionais em madeira, o enxaimel, muito popular no Sul do Brasil, pode ter sido equivocadamente identificado como uma residência de alvenaria, visto que, segundo De Araujo et al. (2016b), suas paredes externas e internas apresentam um predomínio da alvenaria de tijolos. Essa técnica remete a uma casa de madeira (KNIFFEN & GLASSIE, 1966; DE ARAUJO et al. 2016b). Isso é possível, pois toda a ossatura em madeira de um enxaimel serve unicamente como sustentáculo estrutural para esse modelo construtivo.

Além disso, nas ausências de uma declaração do proprietário e/ou usuário ao recenseador, de uma conferência ao toque pelo recenseador na parede para conferir os materiais utilizados, ou ainda, de um desconhecimento por parte do recenseador em relação às casas de madeira, uma residência em *woodframe* (balão, plataforma, misto ou modular) pode ser erroneamente identificada como uma casa de alvenaria, por conta de uma similaridade no acabamento superficial externo. Anderson (2002), Burrow (2014) e De Araujo et al. (2016a) verificaram que um *woodframe* pode ter os seguintes revestimentos de parede externa: madeira beneficiada, alumínio, vinil, alvenaria, cimento, placa cimentícia e gesso. Assim, o *woodframe* também possibilita a aplicação superficial de gesso, chapisco, reboco e emboço, os quais são próprios, segundo IBGE (2012), da alvenaria. Esse equívoco pode ocorrer por conta, segundo Anderson (2002), Burrow (2014) e De Araujo et al. (2016a,b), da ossatura estrutural em madeira e a vedação em painéis derivados estruturais não serem expostas.

Esse problema de identificação ainda pode estar presente nas casas de tábua e mata-junta, populares no Paraná e na região Sul do Estado de São Paulo. Batista (2011) enfatizou que, “devido à negação da casa de madeira, por puro preconceito de parte da população que almejava uma casa de alvenaria, muitas das casas de tábua e mata-junta foram revestidas por chapas mineralizadas de madeira.”; Esse paliativo conferia um acabamento, geralmente externo, muito similar à alvenaria.

Outra grande incerteza em relação à metodologia de análise do IBGE (2010, 2013) se revelou na ausência de uma diferenciação entre as diversas variedades construtivas comerciais de habitações em madeira, tal como verificaram De Araujo et al. (2016b) em seu estudo. A concentração desses dados em uma categoria única, nomeada nesse censo como domicílios à base de madeira aparelhada, dificulta em um entendimento mais preciso desse tipo de informação, particularmente sob a ótica da popularidade das técnicas construtivas habitacionais em madeira. No entanto, a existência desse dado pôde revelar a participação, mesmo que de modo abrangente e genérico, das casas de madeira no Brasil (Tabela 27).

Diante desses possíveis equívocos, com base no censo demográfico de 2010 do IBGE (2013) e nos dados dessas Figuras 46 e 47, duas considerações foram ponderadas: muitas habitações em madeira podem facilmente ter sido consideradas como residências em alvenaria, o que implicaria em uma quantidade de casas de madeira maior do que a exibida; o censo não especificou detalhadamente a técnica construtiva em madeira de cada domicílio avaliado. Portanto, a quantidade real das construções residenciais predominantemente em madeira situadas no Brasil poderá ser maior que os 3,68 milhões de domicílios declarados pelo IBGE (2010).

As residências em madeiras aparelhadas são aquelas predominantemente produzidas com a madeira na forma beneficiada, enquanto que os domicílios em madeira aproveitada são aquelas à base de embalagens, tapumes, andaimes, entre outros materiais aproveitados (IBGE, 2010, 2013). Essa última variedade se revelou consistir em abrigos ou moradias acanhadas para pessoas carentes. Ademais, as casas de taipa (com e sem revestimento) e os domicílios indígenas sem parede também utilizam, segundo o IBGE (2013), a madeira como o material construtivo estrutural. Pelo mesmo motivo, De Araujo et al. (2016b) determinaram que as casas de taipa (de pilão e sopapo) e os mocambos indígenas consistiram, também, em variedades das habitações à base de madeira.

No tocante ao material predominante nas paredes dos domicílios situados no Brasil, a Tabela 27 indicou que aproximadamente: 52 milhões (90,68%) são feitos de alvenaria (com e sem revestimento), 3,7 milhões (6,24%) em madeira aparelhada, 900 mil (1,56%) em taipa (com e sem revestimento), 53 mil (0,09%) em palha, 1700 (0,003%) soluções indígenas sem parede e 230 mil (0,4% em outros materiais). Por fim, 480 mil (0,84%) dos domicílios analisados foram considerados sub-habitações, em virtude do emprego da madeira aproveitada (IBGE, 2010, 2013).

Tabela 27: Quantidade de domicílios por região brasileira conforme o exemplo de material de parede mais predominante e seu percentual de concentração por região.

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Alvenaria	1.904.428	12.119.476	22.315.315	6.005.965	3.528.155
revestida	(4,15%)	(26,42%)	(48,65%)	(13,09%)	(7,69%)
Alvenaria não	529.089	1.841.083	2.571.908	668.891	495.032
revestida	(8,67%)	(30,15%)	(42,12%)	(10,95%)	(8,11%)
Taipa	36.754	347.126	28.675	3.657	5.778
revestida	(8,71%)	(82,26%)	(6,80%)	(0,87%)	(1,37%)
Taipa não	61.483	389.825	12.292	2.849	6.720
revestida	(12,99%)	(82,39%)	(2,60%)	(0,60%)	(1,42%)
Madeira	1.217.649	47.277	135.068	2.052.141	230.392
aparelhada	(33,07%)	(1,28%)	(3,67%)	(55,73%)	(6,26%)
Madeira	172.916	47.467	81.472	136.478	40.727
aproveitada	(36,09%)	(9,91%)	(17,01%)	(28,49%)	(8,50%)
Palha	29.908	14.995	1.297	313	6.937
Outro material	(55,96%)	(28,05%)	(2,43%)	(0,59%)	(12,98%)
Sem parede	23.679	115.141	51.278	20.183	19.065
Outro material	(10,32%)	(50,20%)	(22,36%)	(8,80%)	(8,31%)
Sem parede	1.455	88	0	101	27
Sem parede	(87,07%)	(5,27%)	(0,00%)	(6,04%)	(1,62%)

Fonte: adaptado de IBGE (2010).

Os elevados custos construtivos têm sido uma grande preocupação incidente nos potenciais clientes da indústria da construção civil (BALOI, 2012). Embora os setores da construção habitacional – fortemente baseados na madeira – da América do Norte e Europa indicarem sinais de melhora, ainda se situam em um estágio de recuperação completa da crise financeira global dos anos 2000 (PALACÍN, 2015). Como matéria-prima para a produção de habitação social, a madeira de florestas plantadas pode ser apontada como uma das alternativas para o desenvolvimento sustentável, definido como um processo contínuo de melhoria das condições de vida da maioria da população, sobretudo nos países em desenvolvimento (SHIMBO & INO, 1997). Em um estudo comparativo entre as principais estruturas construtivas, isto é, madeira, aço, alvenaria e concreto, Kuzman et al. (2010) determinaram que as casas de madeira se apresentam como as soluções mais convenientes para as finalidades construtivas residenciais, especialmente pelos critérios de segurança a incêndios, eficiência energética, qualidade e estética.

As técnicas em madeira tecnologicamente mais avançadas, como *woodframe* e as casas modulares em madeira, possuem maior possibilidade de comercialização em larga escala industrial no Brasil. Apesar do menor grau de racionalização de matérias-primas, as casas de tábuas horizontais, de tábuas pregadas e de toras também podem alcançar níveis muito eficientes de industrialização.

Em virtude dessas dificuldades apresentadas sobre a identificação das casas de madeira e sua quantidade incerta, este estudo buscou caracterizar, junto aos produtores brasileiros, o volume real das casas de madeira produzidas ao longo dos anos de 2013, 2014 e 2015, bem como identificar os seus principais mercados de comercialização. Dessa maneira, as seguintes hipóteses foram apontadas:

- A produção anual de casas de madeira supera a média de 6000 unidades habitacionais no Brasil;
- O grande enfoque mercadológico da maior parte dos produtores de casas de madeira se resume no comércio de produtos no âmbito local e estadual.

12.2 Material e Métodos

O diagnóstico em questão incluiu duas questões para possibilitar um primeiro entendimento sobre as casas de madeira produzidas no Brasil, em relação ao seu volume anual de unidades habitacionais e ao seu mercado foco. O delineamento deste *survey* foi mais bem explorado no subcapítulo Material e Métodos do Capítulo 6, no item 6.2.

Primeiramente, o formulário incluiu a seguinte questão: “Qual foi a quantidade anual de casas de madeira comercializada por sua empresa nos anos de 2013, 2014 e 2015?”. Esse questionamento quantitativo de respostas abertas e livres permitiu determinar os volumes de habitações em madeira produzidas anualmente em cada empresa. Dada a dificuldade do detalhamento do volume de habitações em frações, isto é, conforme a técnica construtiva em madeira por empresa amostrada, o estudo buscou a quantidade única total por empresa, independente de sua variedade, isto é, da técnica em madeira. Assim, somente foi possível obter o desvio padrão para esses resultados totais expostos por empresa amostrada. Essa estratégia buscou aprimorar o processo de coleta de dados, reduzindo tanto a quantidade de variáveis estudadas (técnicas), quanto os tempos das entrevistas presenciais.

No entanto, três projeções do volume total de casas de madeira produzidas no Brasil foram estimadas pelos valores médio, mínimo e máximo. A projeção média foi estimada por meio da proporcionalidade entre o volume de casas produzido pelas empresas amostradas, a quantidade de empresas amostradas e a população total desse setor (Tabela 11). As projeções máximas e mínimas consistiram nos menores e maiores valores de variância segundo a margem de erro de 6,65% deste *survey*; Campagner (2005) apontou que uma relação entre grandezas (comprimento, tempo, quantidade, etc.) é facilmente resolvida por multiplicações em cruz entre proporções. Segundo Silva & Guerra (2011), a proporcionalidade constitui em funções lineares as quais se correlacionam às porcentagens, matemática financeira, entre outros temas matemáticos e de disciplinas correlatas. Silva (2013a) indagou que esse método de proporcionalidade atua como uma relação funcional entre grandezas.

Em virtude do curto período de tempo avaliado para os dados coletados, isto é, três anos entre 2013 a 2015, não foi possível encontrar um modelo matemático específico e eficaz para determinar o volume total de casas em madeira produzidas em todo o setor produtivo para esse período, com base na amostragem conduzida. Apesar dessa limitação da coleta de dados, o princípio da proporcionalidade surgiu como uma alternativa pertinente para estimar os volumes globais (mínimo, máximo e médio) de casas de madeira produzidas no Brasil para esse curto período trienal.

Então, a partir da razão, entre a quantidade de empresas amostradas e o total de empresas do setor, em relação ao volume de casas de madeira produzidas para cada um dos anos avaliados, se obtém uma estimativa de habitações produzidas no país para todo o setor produtivo. Tal direcionamento pode servir como um montante balizador para cada período analisado, visto que esse dado ainda é inédito no país.

O segundo questionamento se baseou em: “qual é o mercado foco das casas de madeira comercializadas por sua empresa?”. De caráter fechado, cinco respostas qualitativas foram indicadas para designar a sua abrangência mercadológica: local (inclui municípios vizinhos); estadual; regional (inclui outros estados); nacional; e internacional. Nas respostas positivas, o entrevistado foi estimulado a responder nominalmente sobre os estados brasileiros e os países de destino dos seus produtos produzidos. As respostas qualitativas foram convertidas para percentuais.

Após a contabilização das empresas e a realização das entrevistas, o cálculo da margem de erro deste estudo foi realizado pelo *software online* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004).

12.3 Resultados e Discussão

A população total estimada dos produtores brasileiros de casas de madeira e a amostragem realizada neste estudo foram indicadas na Tabela 11, bem como a sua margem de erro de 6,65%. Em suma, esse índice obtido de $\pm 3,325\%$ direcionou, segundo Pinheiro et al. (2011), uma amostragem bastante abaixo do nível aceitável.

Em virtude da complexidade de deslocamento e pela pouca disponibilidade de tempo por parte dos empresários entrevistados, essa amostragem não identificou a quantidade de casas de madeira comercializadas por técnica; o motivo se relacionou ao fato de que 54,21% das empresas comercializam mais de uma técnica, atrasando a condução das entrevistas por esse maior detalhamento. A identificação precisa do volume de vendas de casas por técnica seria possível somente naquelas empresas que comercializam uma única técnica construtiva. Essa estratificação das respostas reduziria a confiabilidade da amostragem, sendo necessária a obtenção de mais entrevistas para cada categoria de técnica avaliada, inviabilizando todo o processo. Então, o volume das habitações em madeira produzidas pelas empresas amostradas contemplou somente o seu valor total, por empresa e para cada ano observado.

A Tabela 28 indica a média e a mediana geral das unidades habitacionais produzidas por empresa avaliada, bem como o total de casas de madeira produzidas pelas 107 empresas amostradas (Figura 7). Pela proporcionalidade entre os valores dos volumes coletados na amostra, total da amostra e o total de empresas do setor, verificou-se que o setor produtivo de casas de madeira no Brasil produziu entre 17 e 19 mil habitações em 2013, entre 18 e 20 mil em 2014 e de 11 a 12 mil em 2015.

Tabela 28: Produção de casas de madeira no Brasil a partir da amostra estudada.

Quantidade de casas de madeira (unidades habitacionais)	Período anual analisado		
	2013	2014	2015
Mediana por empresa produtora	29	25	21
Média por empresa produtora	88	91	57
Produção geral da amostragem (107 empresas)	9366	9740	6099
Desvio padrão do total da amostra deste <i>survey</i>	249,17	239,70	130,22
Projeção média global do setor (210 empresas)	18382	19116	11970
Projeção mínima global do setor (-3,325%)	17771	18480	11572
Projeção máxima global do setor (+3,325%)	18993	19751	12368

A queda pontual no período de 2015 (Tabela 28) é atribuída à grave crise que desaqueceu o mercado imobiliário brasileiro, segundo Freitas (2016), nesse período.

A partir dos 3,68 milhões de domicílios que formam a quantidade total das casas de madeira aparelhada presentes no país (IBGE, 2010) e as projeções médias globais estimadas para as casas de madeira produzidas anualmente (Tabela 28), verificou-se que o Brasil concentra um incremento habitacional anual entre 0,32% e 0,52%. Esse aumento contribuiria para a manutenção da existência dessas casas de madeira, ao passo que, segundo IBGE (2010; 2013), já superam 6% das moradias brasileiras. Essa participação é similar ao contexto inglês, embora seja distante da Escócia; Hamilton-MacLaren et al. (2013) ainda verificaram que, depois da alvenaria, as residências em madeira têm sido as mais utilizadas na Inglaterra e Escócia, com 7% e 29% de participação, respectivamente. A madeira tem contribuído fortemente no mercado de construções à base de estruturas leves na América do Norte e no Norte da Europa (PERSTORPER et al., 1995) e vem estimulando o crescimento do mercado para as estruturas nesse tipo de material no Reino Unido (MOORE, 2015).

Neste diagnóstico, não foi possível rastrear os volumes de vendas conforme o seu destino mercadológico e de casas comercializadas por técnica construtiva, em razão da dificuldade, por parte das empresas avaliadas, em informar esses dados, no curto prazo compreendido para a realização das entrevistas pessoais *in loco*.

Além disso, um ambiente de incertezas sobre o destino final da produção de casas de madeira também incide naqueles produtores de kits pré-fabricados, visto que, em geral, esses produtos são vendidos nacionalmente de duas formas:

- Direta: comercialização junto aos clientes ou por representantes autorizados;
- Indireta: não envolve parcerias oficiais ou representações dos produtores.

Em relação às exportações, essa incerteza pode ser ainda maior no tocante à quantidade de produtos comercializados para cada localidade específica, visto que a maior parte das empresas avaliadas não possui representação oficial no exterior, o que as estimula na comercialização das casas de madeira por meio de *tradings*, de modo similar a outras atividades do ramo industrial. Esses agentes intermediários e independentes se concentram na venda das casas de madeira a outros parceiros ou empresas instaladas em outros países, dificultando o rastreamento do produto.

Sendo assim, este estudo buscou determinar aqueles mercados (nacionais e internacionais) cujos produtores avaliados comercializaram seus produtos nos anos de 2013 a 2015. A Figura 48 indicou a abrangência comercial desse setor.

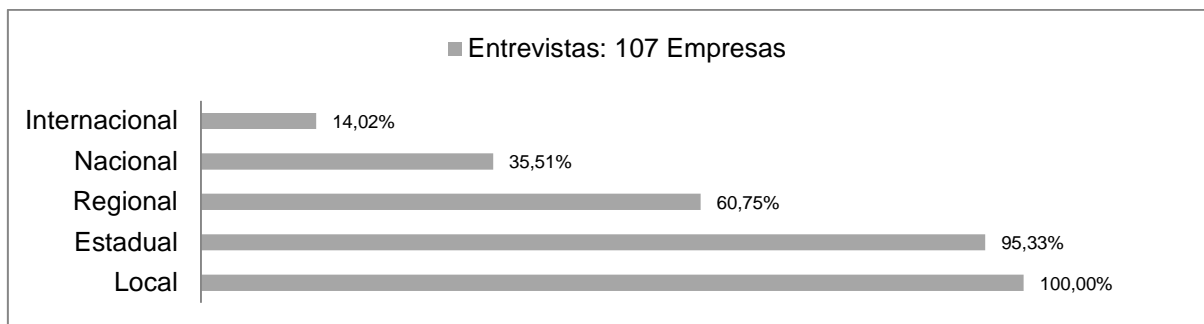


Figura 48: Enfoque mercadológico dos produtores de casas de madeira.

Todas as empresas avaliadas do setor comercializam as casas de madeira no âmbito local, o qual inclui a localidade sede da empresa e outros municípios ao seu entorno. Isso quase se repetiu na esfera estadual, ao passo que a maior parte dessa totalidade também comercializa produtos nos seus estados de origem (Figura 48).

A abrangência regional, a qual inclui o estado de origem da empresa e alguns estados vizinhos e/ou próximos também apresentou um percentual elevado, acima dos 60%, $\pm 3,325\%$ segundo a margem de erro para essa amostragem (Figura 48). O alto percentual regional indica que muitas empresas estão preparadas para produzir casas de madeira para um público mais distante de sua sede, o que reforça o fato dessas empresas disponibilizarem de um maior porte industrial para atender regiões mais distantes. Além disso, mais de 35% ($\pm 3,325\%$) dessas empresas amostradas comercializam as suas casas de madeira produzidas para todo o território brasileiro. Essa parcela perceptível evidencia que ao redor de um terço desses produtores apresentam uma infraestrutura industrial ampla e consolidada para suprir o mercado de localidades muito distantes (Figura 48). Em relação aos estados brasileiros em que essas empresas avaliadas concentram seus mercados, a Figura 49 discrimina as suas presenças de mercado conforme esses territórios.

O Estado de Santa Catarina concentra o maior maciço produtor de habitações de madeira no Brasil (Figura 5) e, por conta disso, também possui a maior presença de mercado, com quase 75% ($\pm 3,325\%$) das empresas, para esse tipo de moradia. De modo similar, os Estados do Rio Grande do Sul, São Paulo e Paraná, igualmente líderes na concentração de produtores (Figura 5), também apresentam, do ponto de vista mercadológico, a comercialização dessas soluções em mais da metade dessas empresas avaliadas (Figura 49). Nessa vertente, o Estado de Minas Gerais também possui participação similar, justificado pela consistência de seu maciço empresarial.

Em contrapartida, o Estado de Mato Grosso do Sul se beneficia bastante por sua proximidade geográfica a esses cinco Estados de maior mercado (Figura 49) e maior concentração empresarial (Figura 5), apesar de não possuir nenhum produtor. Os 20 Estados restantes se situaram como mercado foco para um terço da amostra avaliada, já que muitas empresas declararam atender todo o país (Figuras 48 e 49).

Na comparação com o setor de casas pré-fabricadas em madeira, estudado por Punhagui (2014), o Estado de São Paulo concentrou 57% do mercado, seguido por Santa Catarina (33%), Rio de Janeiro (29%), Paraná e Minas Gerais (19% cada), Rio Grande do Sul (14%), Distrito Federal (10%), Goiás (5%) e todo o país (14%). Apesar da proximidade do resultado de Punhagui (2014) com o revelado na Figura 49 para São Paulo, o Estado-sede de ambos os estudos, os outros resultados se destoaram bastante, possivelmente, devido ao recorte dessa autora sobre as casas exclusivamente pré-fabricadas e a limitação de sua amostragem a 22 empresas.

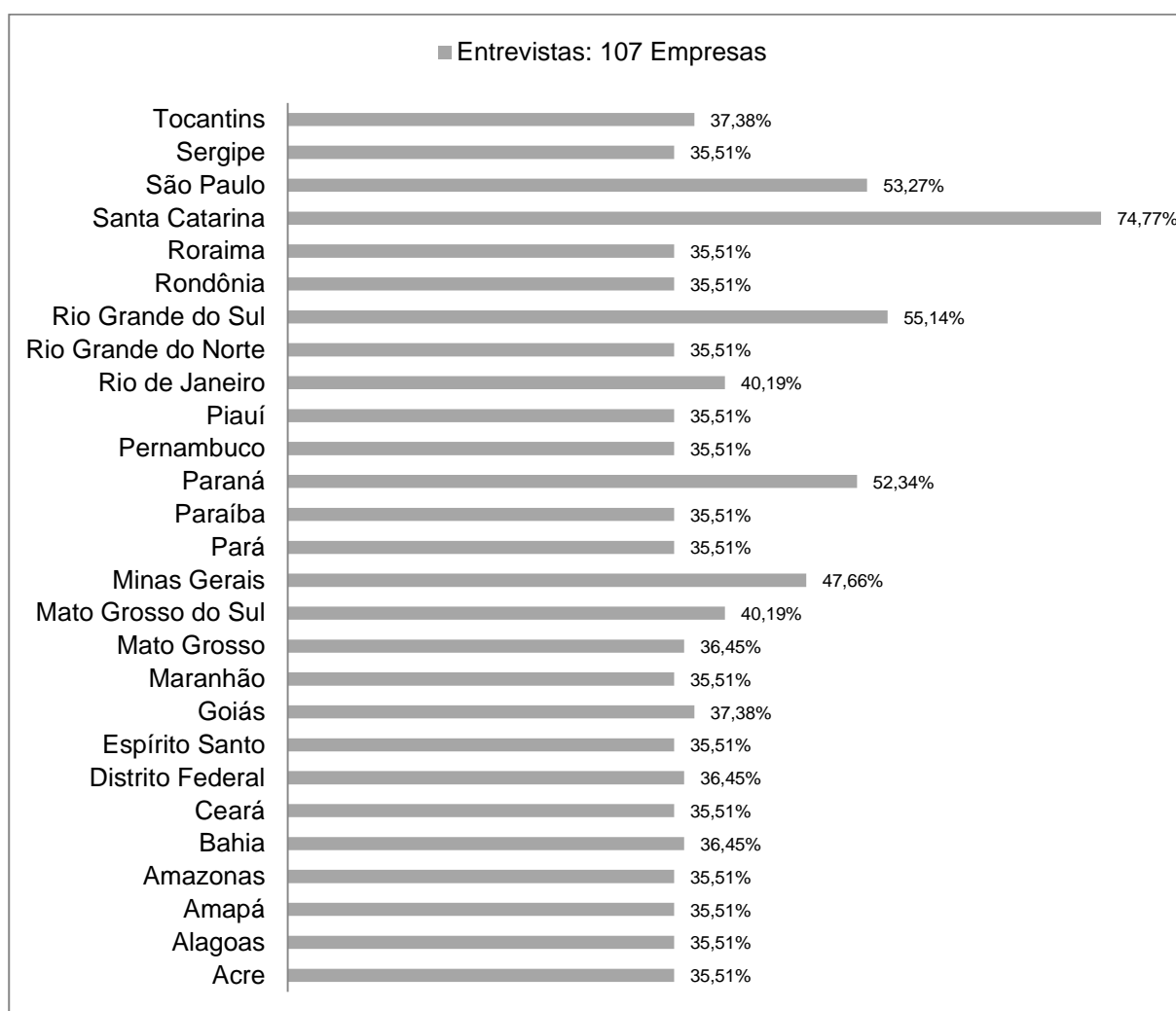


Figura 49: Mercados estaduais dos produtores de casas de madeira.

Por fim, ao redor de 15% das empresas estudadas já escoam seus produtos para o mercado internacional, identificando a importância e o futuro potencial desse setor para a balança comercial brasileira (Figura 48). Nesse caso, os países africanos foram o principal destino das casas de madeira exportadas, seguidos dos europeus, sul-americanos e centro-americanos, todos entre 5 e 10% ($\pm 3,325\%$). Os países asiáticos e norte-americanos apresentaram ao redor de 4%, visto que os territórios da Oceania concentraram abaixo de 2% desse mercado (Figura 50).

Para 2017, o Brasil espera um crescimento no setor da construção civil e na sua consequente geração de empregos, com a implantação de novas medidas que pretendem ampliar a população atendida nos programas de financiamento público habitacional de baixo custo (BRASIL, 2017). Apesar da possibilidade de inserção de produtores de casas de madeira, o acesso ao programa ainda é muito restrito para o setor das construções em madeira, tanto pelo baixo acesso dos produtores de casas de madeira a esses programas habitacionais, quanto pela rejeição pública, segundo Shimbo & Ino (1997), dos dirigentes governamentais, empresários madeireiros e da população no tocante às essas soluções residenciais.

As casas de madeira possuem bons atributos de racionalização de materiais, processamento livre do consumo de água no canteiro de obra, limpeza e produção rápida (DE ARAUJO et al., 2016c). Por isso, um esclarecimento das vantagens das habitações em madeira se torna fulcral para a sua expansão no mercado brasileiro, que segundo Zani (2013) persiste desde o final dos anos 1800.

De Araujo et al. (2016c) avaliaram que estratégias oportunas podem acelerar a expansão do mercado de casas de madeira no Brasil mediante a divulgação de sua imagem na mídia enfatizando as suas vantagens e seu uso por artistas famosos que poderiam encorajar a aquisição dessas alternativas pelo público em geral.

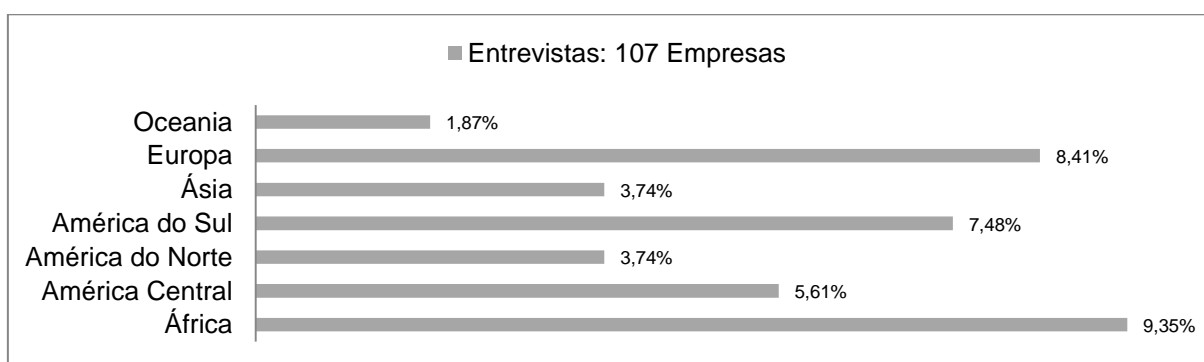


Figura 50: Mercados internacionais dos produtores de casas de madeira.

12.4 Conclusões

A participação de mercado das casas de madeira no Brasil já é perceptível e pode aumentar nos próximos anos, visto que a produção anual desses exemplares se manteve constante entre 2013 e 2014, apesar da crise nacional vivida em 2015.

O mercado de casas de madeira no Brasil é voltado para os cenários local, estadual e regional, sobretudo, naquelas áreas de maior quantidade de empresas instaladas, Sul e Sudeste, e ao seu entorno. Boa parte das empresas já comercializa em todo o território nacional, revelando uma condição estrutural mais consolidada, por parte dessas empresas, para atender as regiões mais distantes de suas sedes empresariais. Um porcentual visível dos produtores de casas de madeira já contribui com a balança comercial do país, visto que esse pequeno grupo já tem exportado os seus produtos para outros países, especialmente, África, América do Sul e Europa.

Ao contrário do que a literatura apontava até então, o Brasil já apresenta uma comercialização consistente, apesar de pequena, das habitações em madeira. Com isso, a partir desses dados obtidos, sugere-se a realização de outros estudos que abordem, particularmente, a quantificação de casas de madeira comercializadas por técnica construtiva para um período anual maior, sobretudo, dentro de uma margem de erro similar ou menor que o exposto. Essa estratégia permitiria a formulação de um modelo matemático para prever, com maior fidelidade, a quantidade de casas de madeira comercializadas no país, conforme os anos estudados.

Esse panorama analisado presente no setor brasileiro de casas de madeira pode gerar um elevado potencial mercadológico para o futuro próximo, sobretudo na contribuição para mitigar déficit habitacional do país.

O maciço empresarial dos produtores de casas de madeira em curso no Brasil já vem contribuindo com o setor construtivo, bem como ainda pode ampliar as suas vendas, conforme novas políticas públicas para o incentivo à produção em escala dessas habitações sustentáveis à base de madeira sejam estabelecidas.

Referências

ANDERSON, L. O. **Wood-frame house construction**. Forest Products Laboratory. Nova Iorque: Books For Business, 2002. 225 p.

ARIEFF, A.; BURKHARDT, B. **Prefab**. Layton: Gibbs Smith, 2002.

BALOI, D. Feasibility Analysis of Timber Houses in Mozambique. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2., 2012, Nova Delhi. **Proceedings...** Nova Delhi: CiiT, 2012. p. 395-401.

BATISTA, F. D. A casa de madeira: um saber popular. In: **A casa de araucária: arquitetura da madeira em Curitiba**. v. 2. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011. 101 p.

BRASIL Palácio do Planalto. **Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV**. 2017. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-e-geracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>>. Acesso em 28 mar 2017.

BURROW, J. (Ed.) **Canadian wood-frame house construction**. 3 ed. Ottawa: CMHC; SCHL, 2014. 378 p.

CAMPAGNER, C. A. Regra de três simples: para grandezas diretamente proporcionais. In: **UOL**. 2005. Disponível em <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/matematica/regra-de-tres-simples-para-grandezas-diretamente-proporcionais.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em 20 jun 2017.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016c.

FREITAS, T. Crise desestrutura setor de imóveis e cria gargalo futuro. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/01/1726266-crie-desestruturacao-setor-de-imoveis-e-cria-gargalo-futuro.shtml>>. Acesso em 28 mai 2017.

HAMILTON-MACLAREN, F.; LOVEDAY, D. L.; MOURSHED, M. Public opinions on alternative lower carbon wall construction techniques for UK housing. **Habitat International**, Amsterdam, v. 37, p. 163-169, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 156 p.

_____. **Estados@**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/index.php>>. Acesso em 28 mar 2017.

_____. **Estatísticas de Gênero**: notas técnicas. 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/notas_metodologicas.html>. Acesso em 28 mar 2017.

KNIFFEN, F.; GLASSIE, H. Building in wood in the Eastern United States. **Geographical Review**, Hoboken, v. 56, n. 1, p. 40-66, 1966.

KUZMAN, M. K.; HROVATIN, J.; GROŠELJ, P. Usporedba različitih tipova konstrukcija stambenih zgrada. **Građevinar**, Zagreb, v. 9/10, n. 63, p. 869-874, 2010.

LUCENA, J, M. P. **O mercado habitacional no Brasil**. 1981. 356 p. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto Brasileiro de Economia, Faculdade Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1981.

MOORE, N. **Timber utilisation statistics 2015**. Alicante: Timbertrends, 2015. 40 p.

PALACÍN, J. Overview of forest products markets and policies. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO-UN). **Forest products annual market review 2014-2015**. Genebra: Palais de Nations, 2015. 135 p.

PERSTORPER, M.; PELLICANE, P. J.; KLIGER, I. R.; JOHANSSON, G. Quality of timber products from Norway spruce. **Wood Science and Technology**, Nova Iorque, v. 29, n. 3, p. 157-170, 1995.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

SHIMBO, I.; INO, A., A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 1997, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 157-162.

SILVA, D. P. A dimensão ostensiva das práticas da regra de três. In: CONGRESSO IBERO-AMERICANO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7., 2013, Montevideo. **Actas del...** Montevideo: FISEM, 2013. p. 7475-7482.

_____; GUERRA, R. B. Para que ensinar regra de três. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2011, Recife. **Anais...** Recife: CIEM, 2011. p. 1-13.

WILLIAMSON, J. G. Regional inequality and the process of National Development: a description of the patterns. **Economic Development and Cultural Change**, Chicago, v. 13, n. 4, Parte 2, p. 1-84, 1965.

ZANI, A. C. **Arquitetura em madeira**. Londrina: Eduel; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013. 396 p.

13 FINANCIAMENTO HABITACIONAL PARA O SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo teve como objetivo averiguar a existência e a participação das linhas de crédito imobiliário público e privado para o financiamento das habitações em madeira no Brasil. Essa verificação ocorreu por meio de entrevistas realizadas *in loco* nos produtores de casas de madeira. O acesso ao financiamento total das casas de madeira e ao crédito para a aquisição de materiais de construção foram as duas questões avaliadas. Metade das empresas oferece o financiamento total das casas de madeira, contudo, a sua maior parte ainda é oriunda de financeiras e bancos privados. Os créditos direcionados para materiais construtivos surgem como o modo mais usual para o acesso ao financiamento na compra de casas de madeira, mesmo com menores valores econômicos oferecidos. Os créditos parciais são mais difundidos pelos bancos públicos, devido às taxas mais baixas e menores restrições para o seu acesso, como a ausência da demanda de seguros contra riscos.

Palavras-chave: Financiamento; Habitação; Madeira; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to investigate the existence and participation of public and private real estate credit lines for the financing of wooden housing in Brazil. This verification was carried out through interviews *in loco* with wooden houses producers. The access to the total financing of wooden housing and the credit for the acquisition of construction materials were the two studied issues. Half of the companies offer the total financing for wooden housing, however, most of them still come from the private banks. The credits directed to raw materials appear as the most usual way to access a financing for the purchase of timber houses, even with the offer of lower economic values. Partial credits are more widespread by public banks because of the lower rates and lower restrictions on their access, such as the absence of the demand for insurance against risks.

Keywords: Financing; Housing; Timber; Sectoral research

13.1 Introdução

Dentre as suas principais componentes, o déficit habitacional brasileiro inclui o domicílio improvisado, o domicílio rústico, o domicílio com adensamento excessivo, a coabitação e o ônus excessivo com aluguel, cujas ocorrências podem ser únicas ou combinadas (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2016; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013; 2017).

O déficit habitacional se correlaciona às moradias que devem ser construídas para substituir os domicílios que não apresentam as condições de segurança indispensáveis a seus usuários ou garantir uma habitação adequada àquelas famílias que não possuem um domicílio privativo (GENEVOIS & COSTA, 2001).

Até 1930, a questão habitacional no Brasil era de total responsabilidade do setor privado, isto é, não existiam políticas voltadas para tentar resolver esse déficit, cujo período posterior foi marcado pelas primeiras medidas para tentar solucionar o problema da moradia popular, a partir de conjuntos habitacionais (PINTO, 2015).

Entre 2010 e 2014, o número de famílias brasileiras que moram em domicílios precários teve uma redução de 740 mil (-2,8%), porém, esse déficit ainda é muito elevado, ao passo que ainda ronda 6,198 milhões de famílias (FIESP, 2016; IBGE, 2017). De um modo geral, a saída mais eficaz para a redução desse déficit resume-se na ampliação das linhas de crédito de juros baixos para o financiamento, tanto de casas populares quanto de moradias de maior porte para outras classes sociais.

Recentemente, os programas do Governo Federal tiveram papel fundamental na expansão do financiamento habitacional no Brasil (PINTO, 2015). Nesse âmbito, a alvenaria de tijolos tem sido a técnica construtiva mais utilizada no país. Santos (2009) sinaliza que a alvenaria, já enraizada na cultura brasileira, vai predominar, ao longo dos próximos anos, o programa de habitações populares Minha Casa Minha Vida (MCMV), deixando um pequeno espaço para os sistemas pré-fabricados.

Apesar de um início contido, esse programa brasileiro para o fomento de casas populares tem proporcionado a inserção de novas técnicas industrializadas, como o *woodframe* e o *steelframe*, embora existam muitas restrições para o acesso de outras tipologias e métodos construtivos menos populares no país.

Para o ano de 2016, a Caixa Econômica Federal, principal instituição para o financiamento público habitacional, estimou um aumento de 30% nos financiamentos populares, isto é, até 225 mil reais, em relação a 2015, para o programa brasileiro Minha Casa Minha Vida (BRASIL, 2016). Porém, o governo brasileiro ainda aposta em um crescimento e na geração de empregos para esse programa de habitações populares, ao passo que importantes medidas foram adotadas, tais como: reajuste no perfil de renda das famílias beneficiadas nas faixas, ampliando à população a ser atendida; aumento do teto do valor do imóvel; e saneamento de entraves existentes no programa para as contratações de empresas da construção civil (BRASIL, 2017).

No entanto, até o início dos anos 2010, esses financiamentos habitacionais de baixo custo não permitiam residências feitas de madeira, tal como regulamentava a cartilha do Banco do Brasil para o programa Minha Casa Minha Vida (BANCO DO BRASIL, 2012). A partir de 2012, iniciativas pontuais foram implantadas para o uso do *woodframe* em habitações populares. Segundo Ferreira (2013) e Brasil (2015), o público alvo para essas iniciativas inclui exclusivamente as famílias com renda mensal de até R\$ 1600,00. Ferreira (2013) enfatizou que o primeiro empreendimento em *woodframe* para o programa Minha Casa Minha Vida consistiu no Residencial Haragano em Pelotas, com 280 unidades de 45 m² de área construída.

A técnica construtiva em *woodframe* já foi utilizada em outro condomínio, Moradias Nilo situado em Curitiba, cujo projeto incluiu a construção de 66 casas de madeira (BRASIL, 2015). Entretanto, outras técnicas construtivas habitacionais em madeira, com possibilidades similares de pré-fabricação industrial, ainda não foram contempladas nesse programa de habitações populares.

Hoje, sem referências técnicas ou normas, Kiss (2009) justificou que nenhum sistema construtivo pode alcançar os programas habitacionais e financiamentos que permitem o seu uso em larga escala. Com isso, Brasil (1998) instituiu o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional (PBQP-H), cuja finalidade é apoiar o esforço brasileiro de modernidade e promover a qualidade e a produtividade do setor habitacional, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos. Segundo Brasil (2007), com o fim de harmonizar requisitos, critérios e métodos para a avaliação técnica de produtos, processos ou sistemas, inovadores ou convencionais, bem como procedimentos para a concessão de fichas de avaliação técnica e de desempenho, foi instituído o Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SiNAT). Kiss (2009) sugeriu que cabe às instituições avaliadoras (ITAs) credenciadas – como Instituto de Pesquisas Tecnológicas e Instituto Falcão Bauer – em conceder o DATec (Documento de Avaliação Técnica) para os sistemas construtivos a serem testados, enquanto que o SiNAT se encarrega de produzir as diretrizes de avaliação.

A inserção do *woodframe* como técnica habitacional possível ao programa brasileiro Minha Casa Minha Vida ocorreu mediante o seu credenciamento e a sua aprovação da técnica. A diretriz SiNAT 005 foi estabelecida para permitir, segundo PBQP-H (2017), a avaliação técnica do *woodframe*, isto é, do sistema construtivo estruturado em peças leves de madeira maciça serrada com fechamento em chapas.

De acordo com Instituto Falcão Bauer (2015), o DATec 020-A constituiu no primeiro documento oficial, com validade de 2 anos, cujo direcionamento aprova o *woodframe* como técnica construtiva em madeira para a produção de habitações de baixo custo.

Apesar desse fato relevante, embora pontual, essa estratégia ainda restringe a produção de casas populares de madeira para o programa Minha Casa Minha Vida, visto que apenas empresas de grande porte podem apresentar condições de arcar com o alto investimento para a condução das etapas dessa avaliação técnica.

Na contramão desse direcionamento, cujo enfoque se baseou em aplicações modernas, o Governo brasileiro também autorizou o uso da madeira para construção de imóveis de técnicas bastante simplificadas, como as palafitas, para a população da região Norte, no programa Minha Casa Minha Vida (ALVES, 2014). No momento, nenhuma diretriz SiNAT foi publicada para regulamentar essas palafitas, bem como nenhum DATec foi expedido a qualquer empresa para permitir a produção desse exemplo construtivo em madeira de baixa qualidade. Essa situação drástica abre um precedente para que uma palafita seja produzida sem o apoio de quaisquer estudos técnicos comprobatórios sobre as reais vantagens desse tipo de moradia precária. Essa situação é um tanto confusa, pois Blanco Junior (2006), Sá (2009) e Emiliano (2012) enfatizaram que, antigamente, o Governo brasileiro já tivera desempenhado um papel para erradicar as palafitas, por considerá-las um exemplo de subabitação.

Apesar de ampliar o emprego dessas palafitas, tal estratégia pode contribuir para a disseminação de uma cultura errônea de habitações em madeira com baixa qualidade tecnológica e produtiva, prejudicando o mercado de outras habitações em madeira baseadas em técnicas mais avançadas. Nesse caso, o estímulo ao uso das técnicas habitacionais em madeira modernas e com maior valor agregado poderia erradicar essa problemática, causada pelo próprio Governo Federal, com o intuito de reduzir o déficit habitacional daquela região, conforme inicialmente fora planejado.

Algumas linhas de crédito já estão disponíveis para as casas de madeira no Brasil, com juros compatíveis aos financiamentos para casas de alvenaria, embora ainda existam limitações da quantidade de financeiras aptas a esse fim, bem como muitas restrições quanto ao tipo de material utilizado na obra (SANTIAGO, 2012). No entanto, essa oportunidade é majoritariamente formada por bancos privados, com o fim estratégico de prover financiamentos a moradias de médio e alto padrão. Dentre as principais instituições financeiras privadas que permitem esse crédito imobiliário estão: Credipar, BM Sua Casa, Santander, Poupex, etc.

A Caixa Econômica Federal surge como uma das raras financeiras públicas que oferecem essa linha de crédito para casas de madeira. Com isso, juros comuns de mercado são aplicados nessas modalidades, sem quaisquer tipos de incentivos fiscais e/ou juros reduzidos comuns aos financiamentos populares. Santiago (2012) citou que “a maior dificuldade se relaciona às seguradoras, pois se exige que essa casa financiada seja assegurada contra danos físicos e contra a morte do cliente”.

Tanto o Banco do Brasil quanto a Caixa Econômica Federal ainda possibilitam pequenas linhas de crédito estatais, por meio de cartões exclusivos para a aquisição de materiais de construção, como por exemplo, o BB Construção e o Construcard. Tais alternativas limitam o montante financiado, por conta do enfoque restrito que impede a utilização em pagamentos de mão-de-obra e/ou outros fins distintos.

Diante disso, caso essas políticas públicas habitacionais permitissem o maior acesso de todos os produtores de residências em madeira ao programa Minha Casa Minha Vida, as diversas alternativas de habitação em madeira poderiam conquistar uma maior fatia de mercado, incluindo as populações de maiores condições sociais. Um grande exemplo foi ressaltado por De Araujo et al. (2016a,b), os quais indicaram que as casas de madeira podem atingir públicos de todas as classes econômicas, devido aos bons atributos de inovação, leveza e custos competitivos, bem como aos níveis eficientes de sustentabilidade, limpeza do canteiro, tempo de montagem, economia no consumo de água e racionalização de matéria-prima.

Por meio do mercado de casas de madeira já existente no Brasil desde o final do Século XIX, como avaliou Zani (2013), essas soluções à base de matérias-primas renováveis e sustentáveis surgiram, de acordo com De Araujo et al. (2016a), como uma importante opção de produtos duráveis, especialmente para países com déficit habitacional, por exemplo, os países latino-americanos e, especialmente, o Brasil.

Dada essa situação crônica particular aos financiamentos, este trabalho teve como objetivo averiguar a existência e a participação das linhas de crédito imobiliário público e privado para o financiamento das habitações em madeira no Brasil, junto aos seus produtores diretos. As seguintes hipóteses foram apontadas:

- Apesar da existência, somente uma pequena parte das empresas consegue oferecer, para seus clientes, financiamentos públicos para casas de madeira;
- A maior parte das empresas trabalha somente com linhas de crédito voltadas para a compra de materiais de construção.

13.2 Material e Métodos

O estudo envolveu um *survey* por entrevistas *in loco* para coletar dados para avaliar a questão do financiamento de habitações em madeira no Brasil, junto às empresas desse setor, cuja condução está supracitada no item 6.2 do Capítulo 6. Baseado em respostas múltiplas, uma mesma empresa poderá apresentar duas ou mais possibilidades de resposta para cada questão.

Essa entrevista foi formada por dois questionamentos qualitativos. A primeira questão abordou se “a sua empresa possui convênio de financiamento total dessas casas de madeira para os clientes?”. Respostas tricotômicas do tipo “sim, não ou não informou” foram apontadas. Na condição de declaração afirmativa, respostas múltiplas abertas foram perguntadas para detalhar quais seriam tais opções entre as financeiras e os bancos, públicos e/ou privados, disponíveis para o financiamento total das casas de madeira produzidas em cada empresa avaliada.

A segunda questão observada foi: “a sua empresa possui convênio de crédito para a compra de materiais de construção?”. Respostas tricotômicas do tipo “sim, não ou não informou” foram indicadas. Com a declaração afirmativa, duas respostas múltiplas foram apontadas, isto é, Construcard (CEF) e BB Construção (BB). Porém, essa etapa híbrida e aberta permitiu a inserção de outras respostas não listadas.

As respostas qualitativas foram convertidas em percentuais e, pelo *software* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004), a margem de erro foi identificada, segundo alguns apontamentos padrões (Tabela 10).

13.3 Resultados e Discussão

A estimativa da população oriunda das buscas em *websites* (Figura 5) e a quantidade da amostra conduzida neste estudo (Figura 7) estão dispostas na Tabela 11, juntamente à margem de erro calculada por esses dois montantes. A margem de erro de 6,65% (ou $\pm 3,325\%$), que segundo Pinheiro et al. (2011), é conforme ao nível aceitável (10%) e próxima do ideal (5%), revelando um bom grau de confiabilidade

Duas categorias financeiras para o crédito habitacional foram aqui avaliadas, o financiamento imobiliário pleno do imóvel (Figura 51a) e o financiamento parcial como crédito exclusivo para a aquisição de materiais de construção (Figura 51b).

Sobre o financiamento total para casas de madeira, metade dessas empresas avaliadas declarou oferecer essa opção financeira para as suas linhas de produtos (Figura 51a). Entretanto, poucas empresas disponibilizam o financiamento total para casas de madeira em instituições financeiras públicas (Figura 52), ao passo que 13,08% dessas empresas oferecem financiamentos totais de bancos federais (Caixa Econômica Federal e Banco do Brasil) e 7,48% de estaduais (Banrisul).

Por outro lado, muitas empresas avaliadas oferecem esse financiamento total para casas de madeira mediante instituições financeiras particulares, sendo 30,84% de bancos privados (Itaú, Santander, Pan, BM Sua Casa, entre outros) e 29,91% de financeiras privadas (Barigui, Losango, Sicredi, Credipar, Cresol, Visa, etc.).

Em contraste ao que indicou Punhagui (2014) sobre os financiamentos totais, ainda que com diversas restrições, das habitações em madeira para apenas duas financeiras, este estudo verificou que, apesar da baixa oferta nos produtores (Figura 52), ao menos 13 financeiras e bancos já disponibilizam esse tipo de produto.

Porém, a baixa oferta de financiamentos públicos se relaciona a uma restrição do Governo brasileiro em expandir essa modalidade financeira para as habitações em madeira, apesar de esses exemplos já se fazerem presentes no país, segundo Zani (2013) e De Araujo (2016a), desde o Século XIX. Um dos principais motivos se deve as poucas seguradoras que, segundo Santiago (2012), são aptas a assegurar casas de madeira no Brasil, limitando essa potencialidade. Punhagui (2014) acenou que somente três seguradoras oferecem esse serviço, sendo duas com restrições.

Em relação aos créditos específicos para a aquisição exclusiva de materiais de construção (Figura 51b), o cenário foi bastante diferente, visto que somente cerca de um quarto das empresas avaliadas ainda não oferecem essa possibilidade. Os resultados indicaram uma situação inversa aos financiamentos totais, visto que os créditos públicos para compra de materiais de construção exibiram uma maior oferta dentre os produtores, em detrimento dos créditos privados para esse mesmo fim (Figura 53). Isso indica que, para suprir a carência de financiamentos totais para as casas de madeira, os créditos especiais para materiais de construção surgem como uma opção mais conveniente, por conta da ausência de restrições e de seguros.

Essa limitação dos financiamentos imobiliários totais para casas de madeira no Brasil (Figura 51a) culminou na criação de créditos exclusivos para a aquisição de materiais de construção, os quais possuem menores restrições e menores valores disponibilizados pelas instituições financeiras.

Essa alternativa se tornou popular nas empresas avaliadas, devido à liberdade de aquisição das matérias-primas utilizadas, permitindo o uso da madeira e seus derivados. Então, esse crédito direcionado e de menor valor econômico tem sido amplamente utilizado como a alternativa mais eficiente para o acesso ao crédito pelos clientes de casas de madeira (Figuras 51b e 53). A maior popularidade dos créditos oriundos dos bancos públicos se justifica pelas taxas de juros geralmente mais baixas.

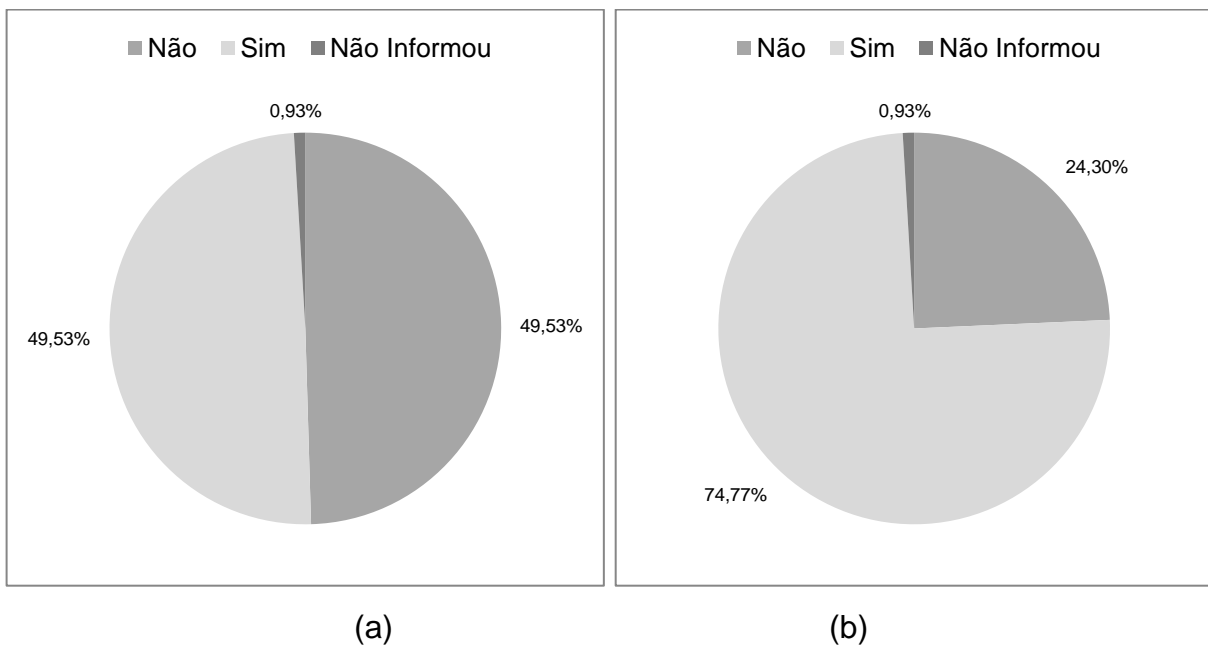


Figura 51: Opções financeiras disponíveis para o cliente sobre as casas de madeira: (a) financiamentos imobiliários e (b) créditos especiais para materiais de construção.

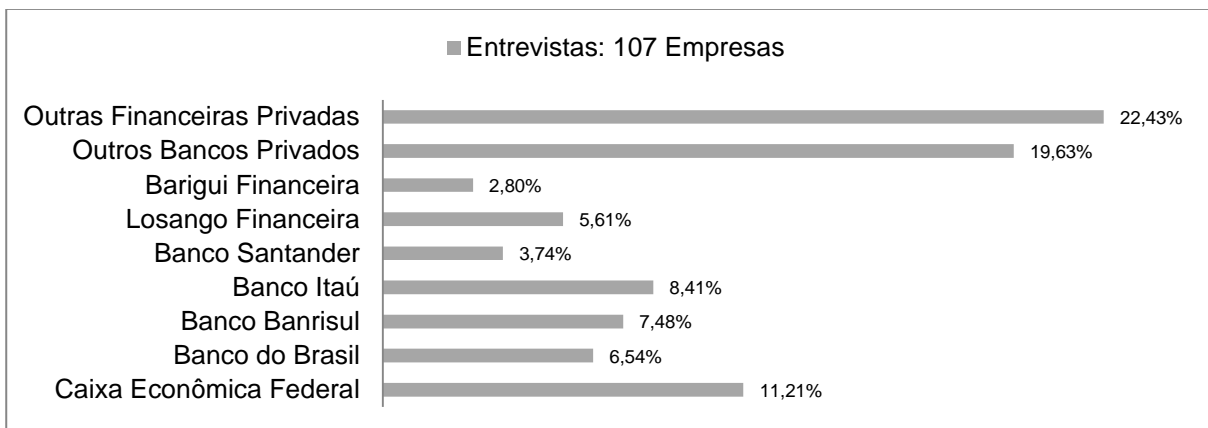


Figura 52: Instituições disponíveis para o financiamento total de casas de madeira.

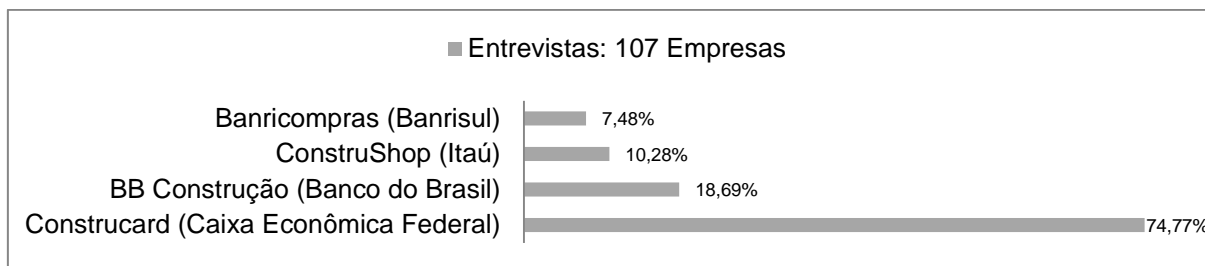


Figura 53: Créditos especiais disponíveis exclusivos para materiais de construção.

Essa situação crônica é idêntica àquela já observada por Punhagui (2014), cujo crédito para a compra de materiais tem resultado no principal caminho para comercializar os produtos desse setor, visto que as empresas amostradas em seu estudo declararam a inexistência do financiamento habitacional para as casas pré-fabricadas em madeira.

A forte industrialização com a pré-fabricação das casas de madeira deve ser o centro das atenções no futuro, consoante à profunda falta de habitação nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento (DE ARAUJO et al., 2016b). No entanto, a agilidade resultante dessa industrialização deve ser observada e considerada pelas instituições financeiras, pois, de acordo com Punhagui (2014), o montante financiado “deve estar disponível em um curto período de tempo para o pagamento da obra, já que as construções pré-fabricadas constituem em métodos de construção rápidos e eficientes, do ponto de vista de produção e montagem”. Sendo assim, a burocracia na tramitação dos financiamentos habitacionais, seja de caráter público ou privado, deve estar consoante a esses tempos de montagem eficientes, para as diversas técnicas construtivas em madeira, tal como foi apontado no item 10.3 deste estudo.

Esses fatos devem ser contemplados e servir de base na difusão de novas linhas de financiamentos voltadas para casas de madeira, especialmente de ordem pública, com o propósito de expandir a oferta dessas habitações no país, tornando essa modalidade construtiva moderna mais acessível para toda a população.

13.4 Conclusões

Apesar de sua baixa difusão e popularidade, o financiamento imobiliário para as casas de madeira no Brasil apresenta duas opções: o financiamento total da casa e os créditos para a aquisição de materiais de construção.

Os financiamentos totais são restritos e ainda dependem de outras financeiras para assegurar essa operação, o que limita seu uso, direcionando-os em sua maior parte para os bancos privados. Os créditos direcionados para materiais construtivos surgiram como a principal fonte de recursos financeiros subsidiados no Brasil em virtude dessas grandes restrições. Apesar dos avanços no acesso ao crédito para clientes de casas de madeira, o país ainda não apresenta um sistema de financiamento para habitações em madeira mais consolidado e plural a todas as classes sociais, como nos países desenvolvidos.

No Brasil, poucos produtores de casas de madeira possuem financiamento total para os programas sociais das classes populares. Esse público tem acesso às habitações em madeira somente por meio dos créditos direcionados para materiais construtivos. No âmbito desses financiamentos totais para as casas de madeira, os bancos privados ainda dominam esse mercado, apesar de suas taxas sem subsídios governamentais, o que praticamente impede ao acesso das camadas mais pobres.

Contudo, o Brasil ainda carece de um maior empenho governamental para a expansão dos financiamentos imobiliários totais para casas de madeira, igualmente importantes, com o intuito de ampliar o acesso de quaisquer famílias a uma moradia sustentável e de produção bastante rápida. Uma proliferação desses financiamentos totais para pessoas de classes sociais populares e médias ainda poderia estimular a cadeia brasileira da madeira, ainda dependente de políticas públicas para a sua expansão por conta de sua baixa produtividade, em virtude da ampliação desse mercado habitacional, hoje restrito a uma pequena parcela da população.

Referências

ALVES, M. R. Governo autoriza uso de madeira no minha casa minha vida. **Exame**. 2014. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/brasil/governoautorizausodemadeira_nominhacasaminhavid/>. Acesso em 28 mar 2017.

BANCO DO BRASIL. **Programa minha casa minha vida**. Brasília: Banco do Brasil, 2012. 13 p.

BLANCO JUNIOR, C. **As transformações nas políticas habitacionais brasileiras nos anos 1990**: o caso do programa integrado de inclusão social da prefeitura de Santo André. 2006. 219 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

BRASIL. Portal Brasil. **Caixa aposta no mercado de habitação popular em 2016**. 2016. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/01/caixa-aposta-no-mercado-de-habitacao-popular-em-2016>>. Acesso em 28 mar 2017.

_____. Portal Brasil. **Minha casa minha vida entrega primeiro residencial com imóveis de madeira**. 2015. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/03/minhacasaminhavidaintregaprimeiro-residencialcomimoveisdemadeira>>. Acesso em 28 mar 2017.

_____. Portaria n. 134, de 18 de Dezembro de 1998. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 1998.

_____. Portaria n. 345, de 3 de Agosto de 2007. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 2007.

_____. **Setor da construção civil aposta em crescimento e geração de empregos com mudanças no MCMV**. 2017. Disponível em: <<http://www2.planalto.gov.br/acompanhe-planalto/noticias/2017/02/setor-da-construcao-civil-aposta-em-crescimento-e-geracao-de-empregos-com-mudancas-no-mcmv>>. Acesso em 28 mar 2017.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016b.

EMILIANO, E. O. Política de regularização fundiária na Bahia: desafios e perspectivas. In: A PRODUÇÃO DA CIDADE E A CAPTURA DO PÚBLICO: QUE PERSPECTIVAS?, 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: URBBA, 2012. 13 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). Levantamento inédito mostra déficit de 6,2 milhões de moradias no Brasil. In: **Portal FIESP**, 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/levantamento-inedito-mostra-deficit-de-62-milhoes-de-moradias-no-brasil/>>. Acesso em 28 mar 2017.

FERREIRA, R. MCMV de madeira: conheça a tecnologia e os custos de construção do primeiro empreendimento em wood frame do programa minha casa, minha vida. **Guia da Construção**, São Paulo, n. 146, p. 16-25, 2013.

GENEVOIS, M. L. B. P.; COSTA, O. V. Carência habitacional e déficit de moradias: questões metodológicas. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 73-84, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Atlas do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. 156 p.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD**. 2017. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/pesquisa_resultados.php?id_pesquisa=40>. Acesso em 28 mar 2017.

INSTITUTO FALCÃO BAUER (IFBQ). **DATec n. 020-A: sistema de vedação vertical leve em madeira**. São Paulo: IFBQ, 2015. 20 p.

KISS, P. Você sabe o que é SINAT? **Téchne**, São Paulo, n. 150, 2009. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/150/artigo287681-1.aspx>>. Acesso em 28 mar 2017.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de Mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PINTO, E. G. F. Financiamento imobiliário no Brasil: uma análise histórica compreendendo o período de 1964 a 2013, norteada pelo arcabouço teórico pós-keynesiano e evolucionário. **Economia & Desenvolvimento**, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 276-296, 2015.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL (PBQP-H). **Diretriz SiNAT**: n. 005 – revisão 02. Brasília: SNH, 2017. 72 p.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

SÁ, W. L. F. **Autoconstrução na cidade informal: relações com a política habitacional e formas de financiamento**. 2009. 175 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade de Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

SANTIAGO, F. Financiamento de casas que fogem da alvenaria convencional. In: **Casa**. 2012. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materiaisconstrucao/financiamentodecasasquefogemdaalvenariaconvencional/>>. Acesso em 28 mar 2017.

SANTOS, A. **Alvenaria vai predominar no minha casa, minha vida**. 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/alvenariavaipredominarnominhacasaminhavid/>>. Acesso em 10 fev 2017.

ZANI, A. C. **Arquitetura em madeira**. Londrina: Eduel; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013. 396 p.

14 PORTE ECONÔMICO E TRABALHISTA DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo procurou caracterizar a quantidade de empregados diretos e o porte econômico declarado para o Governo dos produtores de casas de madeira no Brasil. O diagnóstico se baseou em um formulário para averiguar a real situação do setor no tocante aos portes econômico e empregatício das empresas avaliadas em uma amostragem, cuja abrangência foi de 50,95% do setor. Esse setor construtivo das casas de madeira no Brasil concentra, em sua maior parte, micro e pequenas empresas, similar ao setor geral da construção civil, bem como apresenta uma fatia perceptível de empresas de médio porte. O maior contraste se personifica na quantidade de empregos diretos desse setor, ao redor de 3700 trabalhadores, os quais representam 1% do montante, em um comparativo com o setor madeireiro. Perto de 95% desses produtores brasileiros de casas de madeira são considerados de micro e pequeno porte, sob uma ótica empregatícia.

Palavras-chave: Porte econômico; Emprego; Casa; Madeira; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to characterize the number of direct employees and the economic size declared for the Government of wooden housing producers in Brazil. The survey was based on a questionnaire to check the real situation of this sector regarding the economic and employment sizes of the studied companies in a sample, whose performance was 50.95% of the sector. This construction sector of wooden houses in Brazil concentrates, for the most part, micro and small companies, similar to the general construction sector, as well as it presents a perceptible portion of medium-sized companies. The main contrast is the number of direct jobs for this sector, around 3,700 workers, which represents 1% of the amount in comparison with the timber sector. Around 95% of these Brazilian producers of wooden housing are considered micro and small, under a employment perspective.

Keywords: Economic size; Employment; House; Timber; Sectoral research

14.1 Introdução

Uma empresa é conceituada, segundo Lakatos (1990), como “um complexo de atividades econômicas, desenvolvidas sob o controle de uma entidade jurídica por pessoa(s) física(s), sociedade mercantil, cooperativa, instituição privada sem fins lucrativos ou organização pública.”. Kassai (1997) já assinalou que “as pequenas e médias empresas atuam como nascedouro de grandes empresas, laboratório de empresários e executivos, geradoras de oportunidades e empregos.”.

A associação de critérios quantitativos e qualitativos, combinando indicadores econômicos de caráter político e social, entre outros pontos, parece permitir uma análise mais adequada para fins de categorização de empresas (PINHEIRO, 1996).

Existem duas maneiras para classificar os estabelecimentos (comerciais, de serviços e industriais), que segundo Antonik & Muller (2016), se direcionam para a receita bruta anual (Tabela 29) e/ou a quantidade de empregados (Tabela 30).

Antonik & Muller (2016) indicaram que uma combinação dos critérios pode ser aplicada, como por exemplo, para que uma empresa qualquer seja listada na bolsa de valores. Assim, Brasil (1976) determinou que a lei n. 6404, de 15 de dezembro de 1976 que dispõe sobre as sociedades por ações, indica que qualquer empresa de sociedade anônima pode possuir capital aberto ou fechado. Requião (1968) apontou que a sociedade de capital aberto democratiza o seu capital, acolhendo um número mínimo de acionistas fixado pelo Conselho Monetário Nacional, mediante resoluções do Banco Central do Brasil.

As empresas de capital fechado são aquelas que não acessam o mercado de capitais pela listagem de ações ou valores mobiliários em bolsa ou mercado de balcão para capitalizarem-se, pois concentram diversidade nos aspectos (de): porte, composição societária, jurídico, maturidade, etc. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA, 2014).

A obtenção do valor real e atualizado da receita bruta anual junto a qualquer empresa se torna uma etapa bastante complexa na coleta de dados de um estudo, pelo possível constrangimento do empresário na revelação de seu faturamento. No entanto, a análise do porte das empresas de um setor mediante a quantidade de empregados diretos surge como uma alternativa mais precisa e interessante.

Tabela 29: Classificação empresarial segundo a receita bruta anual.

Porte	Faturamento anual
Empreendedor individual ^(b)	Até R\$ 60000,00 ^(b)
Microempresa ^(b)	Até R\$ 360000,00 ^(b) / Até R\$ 2,4 Mi ^(d)
Empresa de pequeno porte ^(b)	De 360000,00 até R\$ 4,8 Mi ^(c) / De R\$ 2,4 Mi até 16 Mi ^(d)
Média empresa ^(d)	De R\$ 16 Mi até R\$ 90 Mi ^(d)
Média-grande empresa ^(d)	De R\$ 90 Mi até R\$ 300 Mi ^(d)
Grande empresa ^(d)	Acima de R\$ 300 Mi ^(d)

Fonte: (a) Antonik & Muller (2016); (b) Brasil (2006); (c) Brasil (2016a); (d) Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2015).

Tabela 30: Classificação empresarial segundo a quantidade de empregados.

Porte	Indústria	Comércio e serviços
Microempresa	Até 19 pessoas	Até 9 pessoas
Pequena empresa	De 20 a 99 pessoas	De 10 a 49 pessoas
Média empresa	De 100 a 499 pessoas	De 50 a 99 pessoas
Grande empresa	Acima de 500 pessoas	Acima de 100 pessoas

Fonte: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (2013); Antonik & Muller (2016).

Atualmente, a força humana é considerada o principal capital organizacional, por ser uma unidade básica de trabalho, produção e desenvolvimento (VALIZADEH & GHAREMANI, 2012), bem como o principal patrimônio de organizações bem sucedidas (SIQUEIRA & KURCGANT, 2012).

Muitos estudos e autores abordam sobre as peculiaridades da administração estratégica nas micro e pequenas empresas, porém, pouco tem sido feito em termos empíricos, de cunho quantitativo, quando comparado ao volume de pesquisa que trata sobre as grandes empresas (SANTOS et al., 2007). Esse cenário se repete na maior parte dos setores produtivos brasileiros, os quais carecem, na maior parte, de estudos sobre as suas características organizacionais mais elementares.

Diante disso, este estudo procurou caracterizar o porte econômico declarado para o Governo brasileiro e a quantidade de empregados diretos dos produtores de casas de madeira no Brasil. Assim, em relação ao setor de casas de madeira no Brasil, duas hipóteses foram levantadas:

- A maior parte dessas empresas possui menos de vinte empregados diretos, caracterizando em um setor produtivo de empresas mais enxutas;
- A grande maioria dessas empresas se declara economicamente como micro ou pequenas empresas.

14.2 Material e Métodos

Esta pesquisa amostral tipo *survey* foi delineada para determinar os portes econômico e trabalhista do setor produtivo de habitações em madeira no Brasil. A coleta de dados envolveu 50,95% (Figura 7) do total populacional (Figura 5) de acordo com o direcionamento estabelecido no Capítulo 6 (item 6.2).

O diagnóstico se baseou em um formulário com dois questionamentos para averiguar a real situação do setor no tocante ao porte econômico e empregatício dos produtores de casas de madeira no Brasil.

Então, a primeira questão se resumiu em “qual é o tamanho / porte de sua empresa?”. Conforme os principais padrões econômicos indicados por Brasil (2006) e BNDES (2015), quatro respostas fechadas foram designadas: micro, pequena, média e grande.

O segundo questionamento detalhou, também de modo qualitativo, “quantos empregados diretos a sua empresa possui?”. Nisso, respostas múltiplas e fechadas foram direcionadas para categorizar sete faixas de quantidade de funcionários: até 5; de 6 a 9; de 10 a 19; de 20 a 29; de 30 a 39; de 40 a 49; e mais que 50. Ao final, três estimativas da quantidade de trabalhadores diretos (mínima, média e máxima) foram obtidas para o setor em questão, com base nos números dessas faixas, por meio do princípio da proporcionalidade, exatamente como no Capítulo 12, item 12.2.

As respostas qualitativas foram convertidas para percentuais, permitindo a sua visualização e comparação. Ao final da prospecção dos dados, as empresas foram contabilizadas e, conseqüentemente, a margem de erro foi obtida. O cálculo utilizou o *software online* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004), respeitando o grau de confiança e a distribuição resposta pré-estabelecidos (Tabela 10).

14.3 Resultados e Discussão

A população total estimada das empresas que produzem casas de madeira no Brasil (Figura 5), bem como a amostragem desempenhada nesta pesquisa (Figura 9) e a sua margem de erro obtida foram detalhados na Tabela 11. A margem de erro calculada para a amostragem realizada se situa, de acordo com Pinheiro et al. (2011), dentro do nível aceitável e muito próxima do ideal.

Na identificação do porte econômico do setor de casas de madeira no Brasil, as suas micro e pequenas empresas superam mais de 80% do total, de acordo com a amostragem realizada (Figura 54) a uma margem de erro de $\pm 3,325\%$. Por sua vez, as empresas de porte médio formam um quinto do setor (Figura 54), enquanto que nenhuma empresa de grande porte foi avaliada.

O predomínio de organizações de menor porte para uma atividade produtiva mais pesada, como o setor da construção civil, se tornou no modo produtivo mais difundido no Brasil. A simplificação produtiva tem garantido uma maior popularidade no Brasil, visto que, segundo Batista & Ghavami (2005), “grande parte das casas ainda é construída em sistemas convencionais produzidos no canteiro de obras”.

Isso se deve aos fatores intrínsecos dos setores brasileiros da construção civil e das construções em madeira, tais como: mão-de-obra com baixa qualificação e/ou treinamento, baixa industrialização, baixo investimento, equipes de trabalho bastante compactas e máquinas rudimentares (ALVES, 2012; BATISTA & GHAVAMI, 2005; LANIER & HERMAN, 1997; PONCE, 1995; SHIMBO & INO, 1997; THALLON, 2008).

Diante disso, essas microempresas e empresas de pequeno porte contribuem com parcela considerável da geração de emprego e renda em todo o país, razão pela qual os governos devem trabalhar para implantar políticas públicas para o suporte e o incentivo ao seu desenvolvimento (CUNHA et al. 2014).

Se a produção de casas de madeira no Brasil permanecer, ao longo de sua fase de crescimento, a cargo dessas empresas compactas (Figura 54), ao contrário do atual setor da construção civil que é caracterizado por grandes corporações que monopolizam e deterioram o mercado, esse setor das habitações de madeira será diferenciado, por ser mais inclusivo e sustentável do ponto de vista corporativo. Além disso, a eficiência produtiva e a qualidade superior proporcionada por produtos mais customizados devem também nortear as futuras estratégias de sua consolidação.

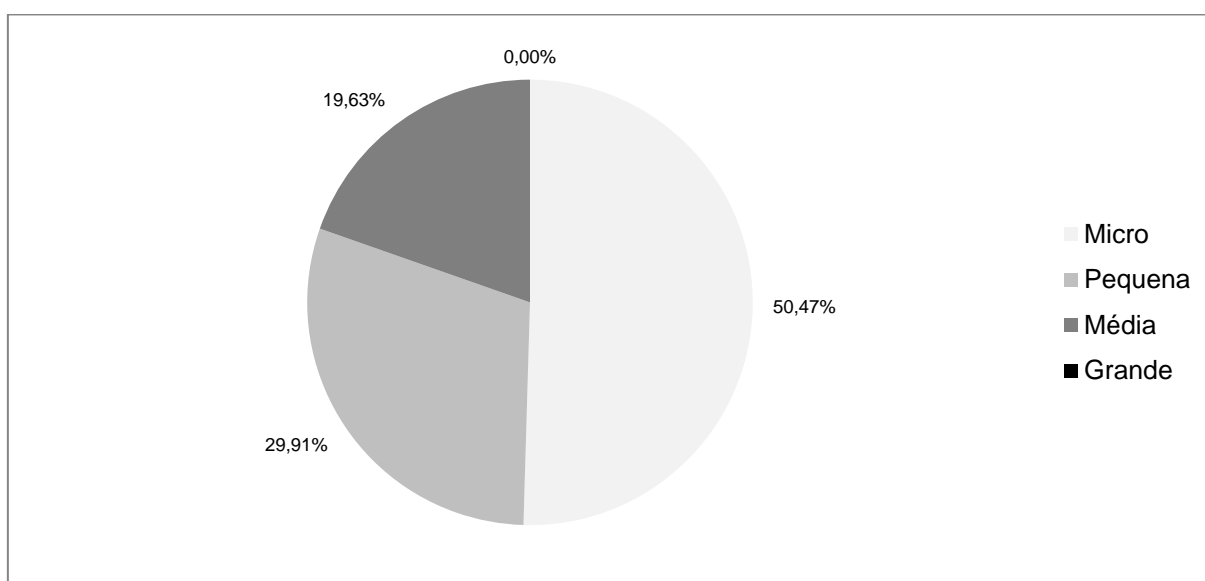


Figura 54: Porte econômico dos produtores de casas de madeira.

No caso do setor da construção em madeira, a presença maciça de empresas de pequeno porte pode ser constatada sob a perspectiva da geração de emprego. A Figura 55 demonstra que ao redor de 95% das empresas do setor possuem menos que 50 empregados diretos. Então, pela classificação de SEBRAE (2013) e Antonik & Muller (2016), essas empresas avaliadas na Figura 55 são consideradas, em sua maioria, como micro ou pequeno porte (Tabela 30).

Além disso, das empresas com mais de 50 empregados diretos (5,61%), cinco delas declararam possuir entre 50 e 100 funcionários (4,67%), caracterizando-as como de porte pequeno, enquanto que somente um fabricante de casas modulares para canteiros de obras declarou apresentar 550 funcionários, identificando-a como a única grande empresa desse setor na ótica do emprego (Tabela 30 e Figura 55).

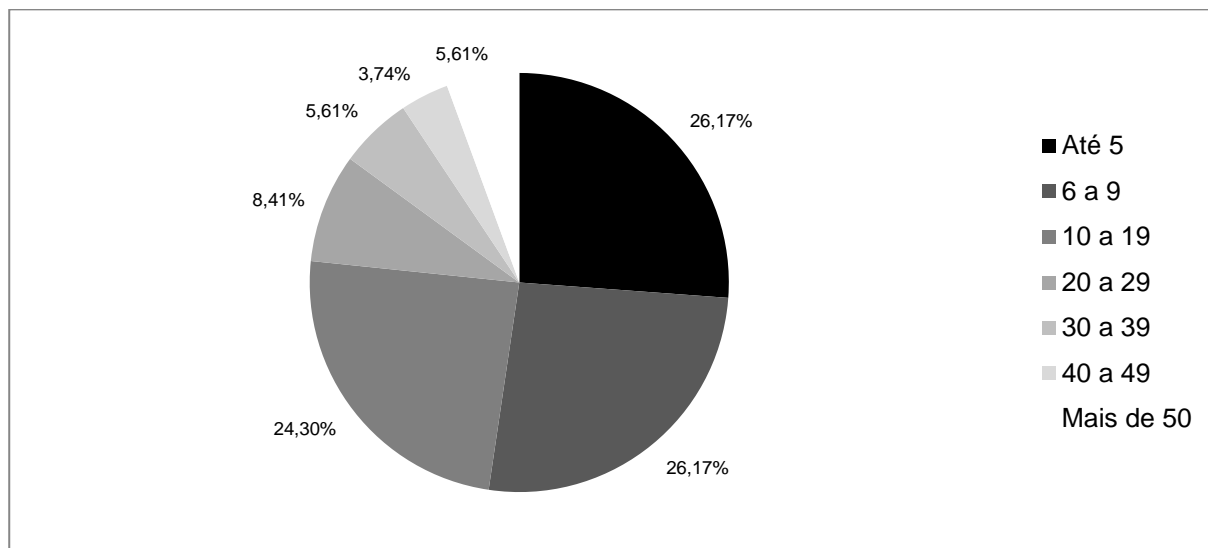


Figura 55: Faixas de empregos diretos dos produtores de casas de madeira.

As atividades do setor de papel e celulose estão presentes em 539 municípios do país, de 18 estados, e geram 115 mil empregos diretos, sendo 68 mil na indústria e 47 mil na base florestal (CNI, 2012). O setor madeireiro voltado para a fabricação de painéis, serrados de madeira e papel e celulose empregou, diretamente, 540 mil pessoas no Brasil em 2015 (IBÁ, 2016). Apesar desse elevado número, o setor da construção em madeira não foi declarado como contabilizado nesses números.

A partir dos dados expostos na Figura 55, a Figura 56 indicou três cenários populacionais (máximo, médio e mínimo) estimados para a amostragem do presente estudo (107 empresas) e para todo esse setor produtivo (210 empresas).

Com isso, verificou-se, por meio do cálculo de proporcionalidade, que essa amostra obtida e o setor produtivo de casas de madeira possuem, respectivamente, estimativas de 1800 e 3700 empregados diretos (Figura 56).

Então, o setor de casas de madeira no Brasil pode ser considerado pequeno na perspectiva empregatícia, apesar de sua visibilidade em outros campos, pois concentra menos que 1% dos empregos em relação ao setor madeireiro, com 540 mil trabalhadores diretos, segundo o último estudo do IBÁ (2016).

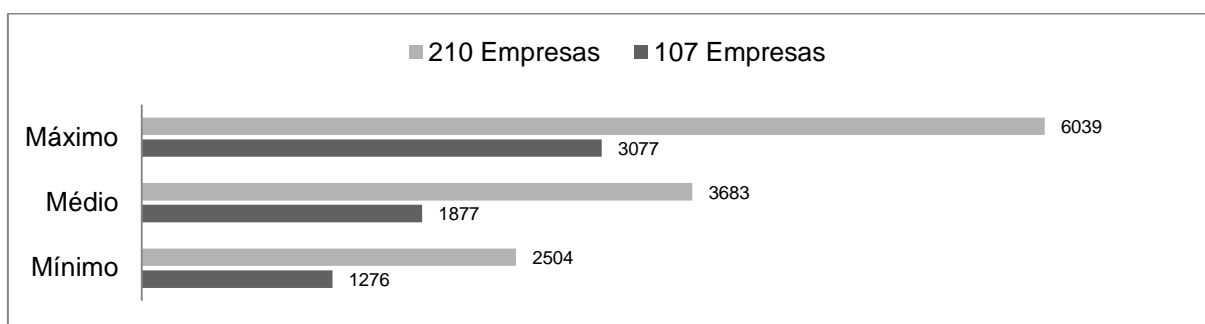


Figura 56: Estimativas de empregos diretos dos produtores de casas de madeira.

14.4 Conclusões

Similar ao setor geral da construção civil, o setor construtivo das habitações em madeira no Brasil também explora a maior parte de suas atividades empresariais como empresas de micro e pequeno porte, apesar de uma presença perceptível de organizações de médio porte. A manutenção desse cenário pode ser muito benéfico para o setor, caso os portes mais compactos das empresas sejam mantidos, o que permite um maior controle produtivo e, conseqüentemente, uma maior eficiência na produção dessas habitações. O estabelecimento de parcerias entre essas empresas compactas, mediante a possibilidade da maior eficiência produtiva em comparação com o processo convencional de produção de casas em alvenaria, pode fornecer um número consistente de habitações industrializadas de madeira, com direcionamento social, para mitigar o atual déficit habitacional brasileiro, sem depender da existência das corporações monopolistas, isto é, as grandes empreiteiras e construtoras.

No tocante à quantidade de trabalhadores diretos, o contraste se intensifica, especialmente, no comparativo com o setor madeireiro, cujo montante analisado é quase 150 vezes maior, justificado pela presença maciça das empresas de papel e celulose, painéis e serrados de madeira.

Referências

ALVES, I. F. Veja 7 setores para pequenas empresas ganharem dinheiro na construção civil. In: **UOL Economia**. São Paulo: UOL, 2012. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2012/03/22/veja-7-setores-para-pequenas-empresas-ganharem-dinheiro-na-construcao-civil.htm>>. Acesso em 17 abr 2017.

ANTONIK, L. R.; MULLER, A. N. **Análise financeira** – uma visão gerencial. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016. 240 p.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). **Apoio às micro, pequenas e médias empresas**. Rio de Janeiro: BNDES, 2015. 21 p.

BATISTA, E. M.; GHAVAMI, K. Development of Brazilian steel construction. **Journal of Constructional Steel Research**, Londres, v. 61, n. 8, p. 1009-1024, 2005.

BRASIL. Lei n.º 6404, de 15 de dezembro de 1976. Dispõe Sobre as Sociedades por Ações. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 1976.

_____. Lei complementar n.º 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte; altera dispositivos das Leis no 8.212 e 8.213, ambas de 24 de julho de 1991, da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1º de maio de 1943, da Lei no 10.189, de 14 de fevereiro de 2001, da Lei Complementar no 63, de 11 de janeiro de 1990; e revoga as Leis no 9.317, de 5 de dezembro de 1996, e 9.841, de 5 de outubro de 1999. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 2006.

_____. Lei complementar n.º 155, de 27 de outubro de 2016. Altera a Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006, para reorganizar e simplificar a metodologia de apuração do imposto devido por optantes pelo Simples Nacional; altera as Leis nos 9.613, de 3 de março de 1998, 12.512, de 14 de outubro de 2011, e 7.998, de 11 de janeiro de 1990; e revoga dispositivo da Lei no 8.212, de 24 de julho de 1991. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI); ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL (BRACELPA). **Florestas plantadas: oportunidades e desafios da indústria brasileira de celulose e papel no caminho da sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2012. 57 p.

CUNHA, C. L. F.; OLIVEIRA, C. G.; COSTA, C. N.; SILVA, F. S. P.; BASTOS JÚNIOR, J. C.; VARELLA, M. D.; BASTOS, M. P.; COSTA, N. H.; ALVES, R. T. **Tratamento diferenciado às micro e pequenas empresas: legislação para estados e municípios**. Brasília: SMPE; DREE, 2014.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). Levantamento inédito mostra déficit de 6,2 milhões de moradias no Brasil. In: **Portal**

FIESP, 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/levantamento-inedito-mostra-deficit-de-62-milhoes-de-moradias-no-brasil/>>. Acesso em 28 mar 2017.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **IBÁ 2016**. Relatório Anual. São Paulo: Ibá, 2016. 96 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA (IBGC). **Caderno de boas práticas de governança corporativa para empresas de capital fechado: um guia para sociedades limitadas e sociedades por ações fechadas**. São Paulo: IBGC, 2014. 72 p.

KASSAI, S. As empresas de pequeno porte e a contabilidade. **Caderno de Estudos**, São Paulo, v. 9, n. 15, p. 60-74, 1997.

LAKATOS, E. M. **Sociologia geral**. 6. ed. São Paulo, Atlas, 1990. 334 p.

LANIER, G. M.; HERMAN, B. L. **Everyday architecture of the mid-Atlantic: looking at buildings and landscapes**. Baltimore: John Hopkins, 1997. 424 p.

PINHEIRO, M. **Gestão e desempenho das empresas de pequeno porte: uma abordagem conceitual e empírica**. 1996. 269 p. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. São Paulo. 1995. **Anais...** São Paulo, Piracicaba: IPT; IPEF; ESALQ-USP, 1995. p. 50-58.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

REQUIÃO, R. As Sociedades Anônimas de Capital Autorizado e de Capital Aberto. **Revista da Faculdade de Direito UFPR**, Curitiba, v. 11, n. 0, p. 133-143, 1968.

SANTOS, L. L. S.; ALVES, R. C.; ALMEIDA, K. N. T. Formação de estratégia nas micro e pequenas empresas: um estudo no Centro-oeste mineiro. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 59-73, 2007.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Anuário do trabalho: micro e pequena empresa**. Brasília: SEBRAE; DIEESE, 2013. 285 p.

SHIMBO, I.; INO, A. A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 1997, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 157-162.

SIQUEIRA, V. T. A.; KURCGANT, P. Satisfação no trabalho: indicador de qualidade no gerenciamento de recursos humanos em enfermagem. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 151-157, 2012.

THALLON, R. **Graphic guide to frame construction**. 3 ed. Newtown: Taunton Press, 2008. 258 p.

VALIZADEH, A.; GHAREMANI, J. The relationship between organizational culture and quality of working life of employees. **European Journal of Experimental Biology**, Wilmington, v. 2, n. 5, p. 1722-1727, 2012.

15 NÍVEL DE INDUSTRIALIZAÇÃO DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo incluiu duas fases para a avaliação do nível de industrialização das empresas que produzem casas de madeira no Brasil. A primeira etapa analisou as ofertas das técnicas habitacionais em madeira no Brasil e o consequente nível de industrialização das empresas. Essas questões foram investigadas via entrevistas pessoais junto aos empresários das mesmas. A segunda fase se baseou em dois métodos, sendo o primeiro contemplado pela fase anterior e o segundo formado por buscas em websites das empresas avaliadas com uma verificação do sistema produtivo segundo a literatura. Apesar da diferença amostral, as duas fases esboçaram resultados similares. O comparativo apontou que o setor produtivo de casas de madeira é fortemente apoiado em processos industriais.

Palavras-chave: Nível de industrialização; Habitação; Madeira; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter included two phases for the evaluation of the industrialization level of the companies that produce timber housing in Brazil. The first stage analyzed the offering of wooden housing techniques in the country and the consequent level of industrialization of their producers. These questions were investigated through *in loco* interviews with the entrepreneurs. The second phase was based on two methods, the first one contemplated by the previous phase and the second one formed by website search of these companies to verify the production system according to the literature. Despite the sample difference, two phases showed similar results. The comparative indicated that the production sector of wooden housing is strongly supported in industrial processes.

Keywords: Industrialization level; Housing; Timber; Sectoral research

15.1 Introdução

No decorrer dos anos, a madeira vem sendo produzida segundo o avanço da industrialização (DE ARAUJO et al., 2016d). A produção de casas autoconstruídas, sob o imperativo da necessidade, buscava as soluções mais simples e objetivas, às vezes, subordinadas às regras construtivas dos carpinteiros migrantes e imigrantes (ZANI, 1997; 2013). Com intensificação e a mecanização de exploração madeireira e a instalação de serrarias no final do Século XIX, em especial no Sul do Brasil, onde a matéria-prima era farta, permitiu-se a padronização de elementos construtivos e a difusão da arquitetura da madeira (GARCIA et al., 1987).

15.1.1 Níveis de industrialização dos produtores de habitações de madeira

A produção de habitações em madeira é amplamente embasada na usinagem de peças de madeira para elementos estruturais e componentes (DE ARAUJO et al., 2016c). No entanto, algumas técnicas construtivas modernas empregam compósitos derivados de madeira, além da madeira maciça serrada padronizada estrutural.

As empresas madeireiras voltadas para a produção de casas de madeira podem apresentar as seguintes configurações produtivas:

- Plenamente em obra: todas as etapas de produção ocorrem completamente dentro do canteiro de obras;
- Mista em fábrica própria e em obra: a empresa apresenta etapas produtivas em sua planta fabril em combinação com etapas realizadas dentro da obra;
- Mista em obra e fábrica parceira: a empresa possui uma empresa parceira que produz os principais elementos construtivos em uma mescla, sob a sua supervisão direta, da montagem e ajustes finais das partes em obra;
- Plenamente fabril em fábrica própria: todas as etapas de produção ocorrem dentro da planta industrial de propriedade da empresa produtora das casas;
- Montadora em uma rede de parcerias: constitui no arranjo produtivo similar às montadoras de automóveis, cuja produção de todos os elementos em madeira fica a cargo de madeireiras e a montagem final é de sua responsabilidade.

15.1.2 Sistemas produtivos de casas de madeira

De Araujo et al. (2016b) avaliaram que “um sistema construtivo habitacional o qual utiliza um material lignocelulósico coincide com qualquer processo que integra um ou mais conjuntos de elementos estruturais e subsistemas produzidos em madeira, bambu, fibras naturais e/ou seus compósitos derivados”.

As técnicas construtivas habitacionais em madeira também são ordenadas conforme o seu sistema de produção. Mediante tal direcionamento, Piqué del Pozo (1984) ainda considerou dois aspectos produtivos: planta fabril e canteiro de obras. (Tabela 31). Cinco sistemas produtivos foram listados, variando entre o sistema com maior produção industrial – consequentemente menor produção em canteiro de obra – e maior nível produtivo em obra, isto é menor produção fabril.

Tabela 31: Sistemas de produção de casas de madeira e suas características.

Sistema de Produção	Característica do Sistema
Vernacular	Industrialização totalmente inexistente com produção de insumos no próprio canteiro
Semi pré-cortado	Nível industrial reduzido, sem o uso de painéis e com forte índice de trabalho no canteiro de obras
Pré-cortado	Pré-fabricação de madeira serrada com montagem e ajustes de peças acabadas no canteiro
Pré-fabricação de painéis e componentes	Alto grau industrial e emprego de vigas, painéis e componentes pré-montados (treliças, pórticos, etc.)
Pré-fabricação volumétrica	Nível industrial pleno, com a montagem e fusão de módulos prontos ou semi prontos em canteiro

F: produção em planta fabril; C: produção em canteiro de obras

Fonte: Piqué del Pozo (1984).

Por intermédio dessas características que compreendem a classificação dos sistemas de produção, e mediante as observações de Piqué del Pozo (1984) e De Araujo et al. (2016b), as técnicas habitacionais disponíveis são ordenadas como:

- Vernacular: enxaimel e paliteiro com alvenaria;
- Semi Pré-cortado: *log-home* e casa de tábuas e mata-junta;
- Pré-cortado: casa de tábuas horizontais empilhadas com macho-e-fêmea, casa de tábuas horizontais pregadas e casa de tábuas verticais pregadas;
- Pré-fabricação de painéis e componentes: pilar-viga, *woodframe* plataforma, *woodframe* balão e *woodframe* misto;
- Pré-fabricação volumétrica: canteiro modular, *woodframe* modular, modular em CLT e casa móvel.

Este estudo buscou avaliar o nível de industrialização dos produtores das casas de madeira no Brasil, por meio de uma verificação segundo a literatura para as habitações disponíveis pelas empresas e uma coleta de dados por entrevistas.

Assim sendo, foram levantadas as seguintes hipóteses:

- O setor produtivo brasileiro de casas de madeira apresenta mais produtores com plantas industriais do que empresas com produção em canteiro de obras;
- O cenário atual se concentra em técnicas com processos de baixa a média industrialização, apesar da existência de sistemas produtivos rudimentares.

15.2 Material e Métodos

Com o intuito de avaliar o nível de industrialização presente nas empresas produtoras de habitações em madeira no Brasil, este estudo foi dividido em duas fases, visando gerar um comparativo dos estilos produtivos dessas em cada parte proposta.

A primeira etapa consistiu na condução de entrevistas presenciais junto aos proprietários das empresas que produzem casas de madeira no Brasil, as quais foram realizadas aleatoriamente nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal (Figura 7). Essa parte buscou obter dados por meio dos seguintes questionamentos:

- “Qual(is) técnica(s) construtiva(s) de casas de madeira é(são) oferecida(s) comercialmente em cada empresa avaliada?”;
- “Qual o nível de industrialização de cada empresa avaliada para a produção dessas casas de madeira supracitadas?” (exposto no Capítulo 5, item 5.2).

A segunda fase foi baseada em duas metodologias para a avaliação da oferta das técnicas construtivas habitacionais em madeira por essas empresas no Brasil:

- Entrevistas presenciais junto aos seus proprietários aplicadas aleatoriamente, as quais revelaram os dados obtidos na fase anterior (primeira etapa);
- Busca em seus *websites* por respostas acerca das hipóteses levantadas.

Devido à ausência de uma associação setorial, a determinação da população total das 210 empresas do setor foi estimada pelo método de buscas em *websites* (Figura 5). Para as duas metodologias, a questão inicial da primeira fase, sobre as técnicas ofertadas pelas empresas, representou o objeto de análise principal como fonte de dados.

Ao final da coleta de dados em ambas as metodologias, essa segunda fase contemplou a verificação do nível de industrialização dessas empresas, no entanto, consoante à classificação de Piqué del Pozo (1984) indicada na revisão bibliográfica. Como algumas empresas podem oferecer, ao mesmo tempo, técnicas construtivas em madeira de caráter arquitetônico distinto, isto é, tradicionais e contemporâneas, somente foi considerado o sistema produtivo mais avançado, visto que as empresas possuem geralmente uma única linha produtiva para as suas técnicas. Esse critério foi aplicado para facilitar a comparação com os dados das entrevistas pessoais.

Dois cenários amostrais da população analisada foram obtidos e analisados. Mediante a população estimada de 210 produtores de casas de madeira instalados no território brasileiro, a partir dos dados obtidos foram calculadas as margens de erro para as duas etapas, sobretudo para as duas metodologias que compuseram a segunda etapa. Os dados da oferta de casas de madeira por parte das empresas, obtidos nas entrevistas pessoais na primeira fase, foram utilizados para diagnosticar, junto à literatura, os sistemas produtivos das empresas analisadas na segunda fase. O cálculo das margens de erro foi realizado pelo do *software online* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004), de acordo com as recomendações indicadas na Tabela 10.

15.3 Resultados e Discussão

A população observada, as quantidades amostrais e as margens de erro para as duas fases metodológicas, sobretudo para os dois tipos de coleta de dados considerados, isto é, entrevistas pessoais e buscas em *websites*, foram expostos na Tabela 13.

Tanto no método de entrevistas pessoais, cuja coleta de dados incluiu as duas fases, quanto nas buscas em *websites* utilizado na segunda fase, as margens de erro foram $\pm 3,325$ e $\pm 0,41$, respectivamente. Ambas as margens de erro obtidas foram relativamente baixas e dentro do nível aceitável, conforme determina Pinheiro et al. (2011). No entanto, a margem de erro para as buscas em *websites* situou-se em um nível excelente, muito abaixo dos 5% do nível ideal, visto que incluiu quase a totalidade das empresas do setor estudado.

A primeira fase deste estudo identificou as técnicas construtivas habitacionais oferecidas comercialmente por essas empresas situadas no Brasil (Tabela 32), já exposto no Capítulo 5, bem como verificou o nível de industrialização informado pelas próprias empresas (Figura 57). Nenhuma das empresas diagnosticadas nas entrevistas pessoais ofereceu a técnica construtiva de casas móveis.

O primeiro questionamento dessa fase inicial determinou quais as técnicas construtivas habitacionais possuem maior oferta nas empresas produtoras de casas de madeira avaliadas. Os métodos de busca em *websites* (207 empresas avaliadas) e entrevistas pessoais (107 empresas) indicaram resultados similares (Tabela 32).

Tabela 32: Oferta das técnicas de casas de madeira nas empresas avaliadas.

Técnica Construtiva Habitacional em Madeira	Oferta nas Empresas Avaliadas (%)	
	Buscas em <i>Websites</i> *	Entrevistas Pessoais**
<i>Woodframe</i> Balão	1,93	2,80
<i>Woodframe</i> Plataforma	12,08	17,76
<i>Woodframe</i> Misto	1,93	2,80
<i>Woodframe</i> Modular	1,45	2,80
<i>Log-Home</i>	4,35	5,61
Casa de Tábuas Horizontais Macho-e-fêmea	29,95	31,78
Casas de Tábuas Horizontais Pregadas	48,79	42,99
Casas de Tábuas Verticais Pregadas	28,50	37,38
Enxaimel	0,48	0,93
Modular CLT	0,48	0,93
Modular para Canteiros	2,90	4,67
Tábua e Mata-junta	12,08	10,28
Casa Móvel	0,48	n/a***
Pilar-viga	5,80	10,28
Paliteiro	4,35	7,48

*Margem de erro 0,41%; **Margem de erro $\pm 3,325\%$; ***não avaliado

A única diferença mais visível consistiu na ordem de popularidade da segunda e da terceira técnica com maior oferta, casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea e casa de tábuas verticais pregadas, as quais indicaram uma ordem inversa para cada método analisado. Isso ocorreu em virtude da proximidade dos valores obtidos pelas duas técnicas (Tabela 32). A técnica com maior índice de oferta nos produtores de casas de madeira no Brasil foi a casa de tábuas horizontais pregadas.

Ademais, a técnica de *woodframe* plataforma, muito popular na América do Norte de acordo com Thallon (2008), alcançou a quarta posição, consolidando a sua presença no país. O crescimento em oferta do *woodframe* tipo plataforma pode ser resultado das seguintes vantagens construtivas interessantes, já citadas por Lanier & Herman (1997): emprego de elementos de madeira compactos com corte simples, fixações entre elementos por prego, mão-de-obra pouco especializada, equipes de trabalho reduzidas e ferramentas elementares para a carpintaria.

A segunda questão levantada na primeira fase resumiu na definição do nível de industrialização da produção das casas de madeira em cada empresa, avaliada somente por intermédio da entrevista pessoal realizada com os seus proprietários.

Os *websites* não informam tal detalhamento, o que excluiu a realização do segundo método nessa parte. Mediante a Figura 57, as entrevistas pessoais identificaram que ao redor de 40% do amostral avaliado possui uma produção de casas de madeira em uma fábrica própria. Quase 30% das empresas declararam se apresentar como uma montadora de habitações em madeira, cuja produção envolve o preparo e a pré-fabricação da maior parte ou da totalidade dos elementos e derivados à base de madeira utilizados. Tais fatos indicam que perto de 70% desse público analisado já apresenta uma produção basicamente industrial de casas em madeira no Brasil. A margem de erro para o método de entrevistas foi de $\pm 3,325\%$.

Em torno de 17% dos produtores de casas de madeira analisados manifestou a utilização de uma produção mista, cujo processo envolve a produção de elementos e a montagem da casa de madeira em obra em uma mescla com a pré-fabricação de parte dos elementos estruturais e não estruturais em madeira e seus derivados. Apesar da fração presente do trabalho em obra, esse exemplo já possui certo grau de industrialização, o qual varia em razão da tecnologia e do investimento realizado, podendo ser realizada em fábrica própria ou parceira (Figura 57).

Por fim, a produção estritamente artesanal, ou seja, realizada plenamente no canteiro de obras, apresentou uma condição de menor popularidade dentre todas as empresas avaliadas, ao passo que se situou perto de 14%. Essa condição ainda indica a presença de produtores de casas de madeira com menor potencialidade produtiva, quer por seu elevado grau de estilização de produto, quer por sua maior carência de uma infraestrutura fabril, a qual demanda grandes investimentos para a aquisição de maquinários e edificações industriais (Figura 57).

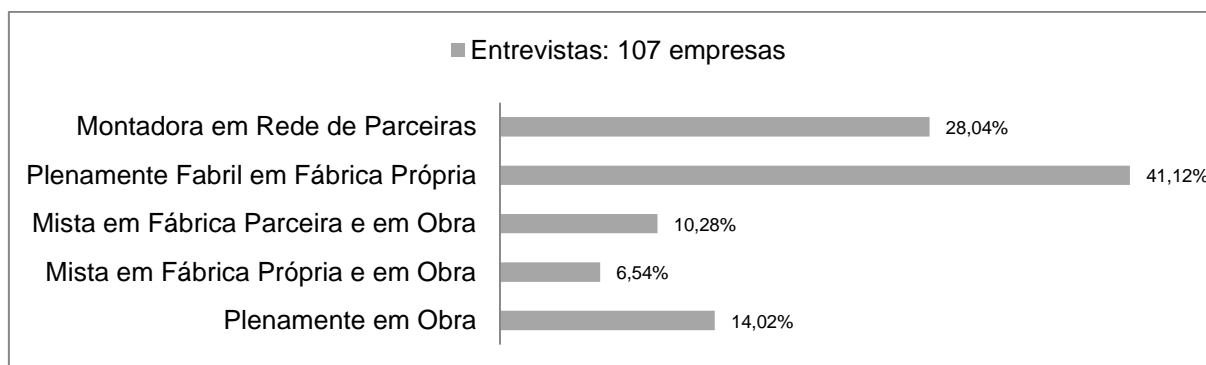


Figura 57: Porcentual de produtores de habitações de madeira conforme o nível de industrialização.

Os resultados verificados sobre o grau de industrialização das empresas do setor produtivo de casas de madeira no Brasil retratam que 92 empresas, ou 85,98% dos 107 produtores amostrados nas entrevistas pessoais, apresentam algum nível de pré-fabricação, sendo que 51 delas (47,66%) já possuem fábricas próprias e 37 (34,58%) contam com a pré-fabricação de elementos e componentes em madeira em fábricas de propriedade de parceiros comerciais (Figura 57). De qualquer modo, esse panorama difere bastante do observado na literatura, que segundo Punhagui (2014), é formado por um total de 50 empresas com enfoque na pré-fabricação, as quais 42% declararam ter fábricas próprias, 18% não possuem fabricação própria por comprarem insumos de terceiros e 40% não dispuseram maiores informações.

A segunda etapa envolveu os dados obtidos na primeira fase contidos na Tabela 32 e na Figura 57, os quais serviram de suporte para a verificação, com base na literatura, dos sistemas (Figura 58) relacionados às técnicas produtivas listadas na Tabela 32. Essa investigação permitiu a comparação entre os dados de nível de industrialização com os dados das técnicas construtivas informados pelas empresas, os quais foram ordenados conforme a literatura. Então, pode-se identificar, segundo a classificação de Piqué del Pozo (1984) para os sistemas produtivos de casas de madeira, um ordenamento das empresas e suas técnicas construtivas para um dos cinco sistemas propostos por esse autor.

Assim, o estudo considerou, para cada empresa, somente o sistema produtivo mais evoluído/atual. Então, foi possível observar que a maior parte das habitacionais se utiliza de um padrão produtivo mais elementar, o sistema pré-cortado (Figura 58) o qual é, segundo Piqué del Pozo (1984), baseado no beneficiamento fabril de toras em madeira maciça em tábuas, blocos e outros serrados com o ajuste final e montagem em obra desses elementos. Nesses dois métodos avaliados, o sistema em questão se apresentou sensivelmente acima de 60% dos produtores avaliados. Apesar do sistema pré-cortado ser mais avançado que os sistemas vernacular e semi pré-cortado, os quais possuem uma maior rusticidade produtiva, o mesmo é considerado uma etapa produtiva simplificada e com pouca tecnologia embarcada. Para o sistema pré-cortado, Piqué del Pozo (1984) determinou “o uso de máquinas pesadas para o desdobro de toras e o corte final de blocos e tabuas em elementos serrados”, isto é, peças longas de madeira com seções retangulares e quadráticas.

As técnicas baseadas em sistemas pré-cortados, isto é, as casas de tábuas horizontais macho-e-fêmea e as casas de tábuas horizontais e verticais pregadas se consolidam como as três técnicas construtivas com maiores ofertas no setor de casas de madeira (Tabela 32), embora já sejam especificadas, por Mello (2007) e De Araujo et al. (2016b), como “oriundas do estilo contemporâneo”, apesar de uma tecnologia produtiva não muito moderna.

Independente dos métodos utilizados, entre 5 a 7% dos produtores avaliados apresentam técnicas construtivas baseadas em sistemas produtivos rudimentares, como o semi pré-cortado e o vernacular. As produções de casas de madeira nesses sistemas apresentam elevada concentração de etapas produtivas artesanais dentro dos canteiros de obras, tais como corte, furação, acabamento, montagem e fixação da madeira. Essas etapas utilizam ferramentas e máquinas de pequeno porte, tais como determinaram De Araujo et al. (2015; 2016c): “furadeiras, serras elétricas, machados, martelos, serrotes, etc.”. As técnicas relacionadas a esses sistemas produtivos são: enxaimel, *log-home* e a casa de tábua e mata-junta.

Entre 19 e 30% das empresas identificadas nos dois métodos apresentam técnicas construtivas com produções mais atuais, ao passo que envolve sistemas de pré-fabricação (volumétrica e de painéis e componentes). Esses sistemas empregam máquinas mais atualizadas e/ou modernas, bem como utilizam a madeira serrada padronizada e os derivados engenheirados de madeira como as principais matérias-primas para a produção de habitações de madeira de tipologias contemporâneas. Nesse caso, as quatro variações do *woodframe* (balão, plataforma, misto e modular), mais as tipologias de casa móvel, casa modular em CLT, pilar-viga e canteiros de obra modulares simbolizam as técnicas contemporâneas que utilizam sistemas baseados em etapas de pré-fabricação, seja ela volumétrica envolvendo a produção de módulos bi ou tridimensionais, ou então, de painéis e componentes, a qual possui níveis baixos ou praticamente nulos de produção de casas em canteiro de obras.

Em virtude da menor industrialização brasileira, em comparação com países desenvolvidos, algumas empresas podem apresentar menores níveis industriais, devido à oferta de diferentes técnicas construtivas oriundas de uma mesma linha de produção. A situação inversa, de empresas com maiores graus de industrialização, também pode ser possível. Assim, esse ordenamento conforme o sistema produtivo representou um referencial geral da literatura usualmente aplicado para nações mais desenvolvidas nos setores industrial, florestal e madeireiro.

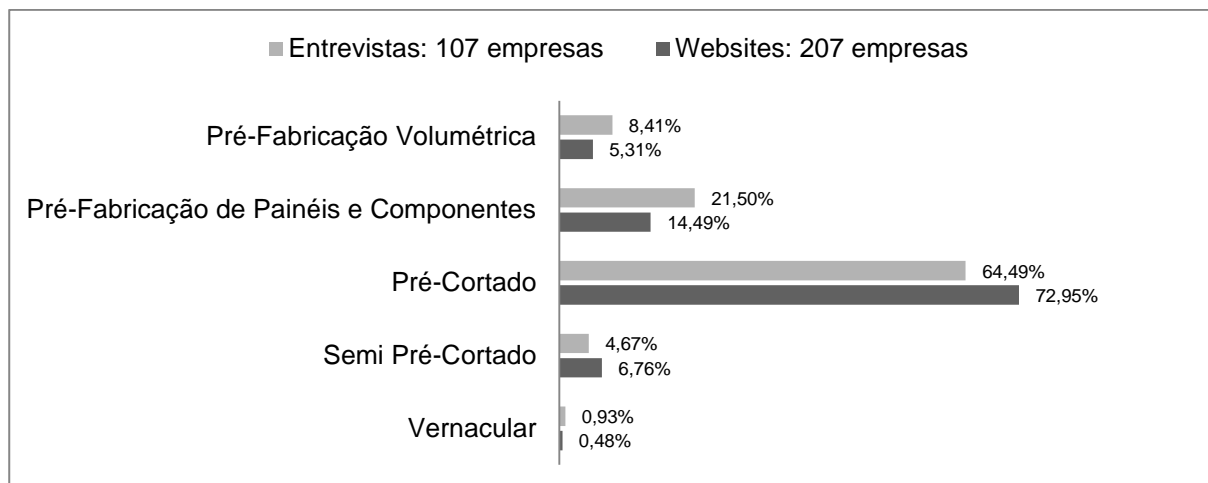


Figura 58: Percentual de produtores de habitações em madeira conforme o sistema produtivo.

O comparativo entre esses resultados dos níveis de industrialização e dos sistemas produtivos – identificados pela literatura a partir das técnicas construtivas – indicou que, em ambos os casos, as etapas produtivas industriais contemplam entre 86% (Figura 57) e 99% (Figura 58). Esse cenário revela um setor produtivo de casas de madeira fundamentado em processos fabris, apesar da lenta evolução industrial do processamento da madeira no Brasil, a qual já foi mencionada por Zani (1997; 2013) e De Araujo et al. (2016a). Porém, a produção majoritariamente artesanal em canteiro de obras denunciou uma diferença visível diante dessas duas situações observadas, correspondendo a menos de 14% naquela condição informada pelos empresários (Figura 57) e 5% segundo a correlação estabelecida com a literatura (Figura 58). A margem de erro de $\pm 3,325\%$ para a ausência de um nível industrial (Figura 57), isto é, plenamente em obra, pode ainda contribuir para a redução dessa diferença.

Porém, essa diferença observada, também pode ser atribuída à admissão da escolha exclusiva do sistema produtivo mais evoluído, quando a empresa declarou possuir, ao mesmo tempo, técnicas de estilos arquitetônicos muito diferentes, ou seja, tradicionais e contemporâneos. Nesse caso, algumas empresas podem utilizar sistemas produtivos inferiores para a fabricação de tipologias construtivas modernas. Por conta disso, Lucas Filho (2004) enfatizou que há a necessidade de conhecer o comportamento do sistema produtivo e prever as melhores condições de operação para se adequar a todas as exigências produtivas.

Outro fato correlacionado pode ser vinculado à defasagem geral da indústria no Brasil (IEDI, 2011), situação crônica a qual essas empresas produtoras, por dificuldades (BUAINAIN & BATALHA, 2007) e questões técnico-financeiras, sejam forçadas a produzir habitações em madeira de tipologias mais avançadas em ambientes fabris mais rústicos e/ou obsoletos.

Os sistemas construtivos industrializados se descrevem como uma alternativa muito eficiente à construção em canteiro de obras, entretanto, o seu mercado no Brasil é ainda pequeno se comparado ao seu potencial (OLIVEIRA & SOUZA, 2015). Diante disso, uma grande oportunidade surge para o aprimoramento tecnológico da construção civil no país, por meio das habitações em madeira, as quais permitem, de acordo com De Araujo et al. (2016a,d), um elevado grau de industrialização.

Essa industrialização na construção de habitações em madeira poderia se derivar do setor automotivo e suas práticas produtivas, as quais, se bem adaptadas e empregadas ao cenário florestal-madeireiro poderiam culminar no avanço do setor aqui estudado. De acordo com Mesquita & Castro (2008), as empresas automotivas integram em um mercado competitivo e sujeito às oscilações da economia, aderindo às práticas de *just-in-time* e *lean production*, buscando o aumento da eficiência e a redução de estoques; porém, tais práticas são ainda complexas ao setor madeireiro, o qual sofre com imprevisibilidades climáticas na extração e transporte da madeira.

Com isso, a entrega dos insumos e produtos acabados em menores prazos, a qualidade padronizada e intensamente controlada dos insumos e produtos florestais manufaturados, o custo competitivo perante outras técnicas construtivas, o incentivo ao aperfeiçoamento tecnológico dos produtores e o incentivo à produção de madeira de reflorestamentos e de manejos sustentáveis para a construção mais próximos à cadeia produtiva no cone Sul brasileiro (Figura 7) resumem-se nos aspectos básicos a serem considerados e observados por esse setor produtivo de casas de madeira, visando o seu próprio desenvolvimento e a consolidação de suas participações nos mercados nacional e internacional. A inserção de práticas produtivas eficientes, para aumentar a produção e a qualidade das casas de madeira, deve ter como intuito a inclusão de todos os seus fabricantes, especialmente aqueles com produções mais enxutas, como as montadoras (Figura 57), que já dominam quase um terço de seu setor. Entretanto, as empresas plenamente fabris devem se assumir como os líderes desse processo evolutivo, tanto por sua maior participação (Figura 57) e quanto por seus sistemas de produção mais eficientes (Figura 58).

15.4 Conclusões

Atualmente, o setor produtivo de casas de madeira revelou uma população maior que duas centenas de empresas, as quais apresentaram neste trabalho um nível de industrialização médio, ou seja, já estabelecido por sistemas produtivos de pré-fabricação de componentes e/ou elementos de madeira e compósitos derivados de lignocelulósicos, os quais são produzidos majoritariamente em plantas industriais. Esse cenário ainda revelou que o seu nível industrial é considerável e amplo, ao passo que boa parte das empresas avaliadas declarou possuir, de modo parcial ou completo, etapas produtivas de casas de madeira em ambientes industriais.

O comparativo entre os dados dos níveis de industrialização obtidos à custa das entrevistas pessoais nas empresas com os oriundos dos sistemas produtivos ordenados conforme a literatura permitiu retratar que o setor produtivo de casas de madeira possui um padrão fabril considerável.

Referências

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. (Coord.). Cadeia produtiva de madeira. In: **Agronegócios**. v. 6. Brasília: IICA; MAPA; SPA, 2007. 84p.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; ALVES, P. R. G.; VASCONCELOS, J. C. S.; GONÇALVES, M. T. T.; GARCIA, J. N. Maquinário na indústria de casas de madeira do Estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 5., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APRE, 2015. p. 1-7.

_____; GAVA, M.; VASCONCELOS, J. S.; MORALES, E. A. M.; ALVES, P. R. G.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GONÇALVES, M. T. T.; GARCIA, J. N. Machinery of wooden housing industry in the Brazilian State of São Paulo. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 14., 2016, Viena. **Proceedings...** Viena: WCTE, 2016c. p. 1-8.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016d.

GARCIA, F. E. S.; PEREIRA, G. F.; WEIHERMANN, S. **Arquitetura em madeira: uma tradição paranaense**. Curitiba: Scientia et Labor; UFPR, 1987. 120 p.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Indústria e política industrial: no Brasil e em outros países**. São Paulo: IEDI, 2011. 93 p.

LANIER, G. M.; HERMAN, B. L. **Everyday architecture of the mid-Atlantic: looking at buildings and landscapes**. Baltimore: John Hopkins, 1997. 424 p.

LUCAS FILHO, F. C. **Análise da usinagem da madeira visando a melhoria de processos em indústrias de móveis**. 2004. 176 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MELLO, R. L. **Projetar em madeira: uma nova abordagem**. 2007. 195 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 33-42, 2008.

OLIVEIRA, A. B. F.; SOUZA, H. A. Sistemas construtivos industrializados nos cursos de graduação em engenharia civil e arquitetura do Brasil. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 34, n. 2, p. 53-60, 2015.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PIQUÉ DEL POZO, J. (Org.). **Manual de diseño para maderas del grupo andino**. 1 ed. Lima, Peru: Junta Del Acuerdo de Cartagena; PADT REFORT, 1984. 594 p.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera**. 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

THALLON, R. **Graphic guide to frame construction**. 3 ed. Newtown: Taunton Press, 2008. 258 p.

ZANI, A. C. **Arquitetura em madeira**. Londrina: Eduel; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013. 396 p.

_____. **Arquitetura de madeira**: reconhecimento de uma cultura arquitetônica norte paranaense, 1930/1970. 1997. (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

16 MAQUINÁRIOS DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo teve como objetivo identificar os maquinários presentes nos produtores de casas de madeira no Brasil. Esse diagnóstico setorial envolveu a coleta individual de dados por meio de entrevistas pessoais junto aos produtores de casas de madeira. Três questões sobre o tamanho dos equipamentos utilizados, os processos de secagem disponíveis e uma faixa da idade média dessas máquinas foram verificadas. As ferramentas, máquinas portáteis e os maquinários de porte médio exibiram altas popularidades, no entanto, a maior parte dessas empresas avaliadas não apresentou processos de secagem, por demandar uma infraestrutura maior e estática. A baixa obsolescência média verificada é resultado do maior uso de equipamentos compactos, mais fáceis de serem substituídos por seu baixo custo.

Palavras-chave: Máquinas; Obsolescência; Habitação; Madeira; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to identify the machines present in the wooden housing producers in Brazil. This sectoral research involved the individual data collection by personal interviews with their producers. Three questions about the equipment size, drying processes available, and the range of average age of these machines were verified. The tools, portable machines and medium-sized machinery exhibited high popularity, however, most of these studied companies did not present drying process, because they require a larger and more static infrastructure. The low obsolescence observed is a result of the greater use of compact equipment, which is easier to replace due to low costs.

Keywords: Machines; Obsolescence; Housing; Timber; Sectoral research

16.1 Introdução

O conhecimento das propriedades da madeira e seu comportamento durante a usinagem é importante para o seu uso correto, assim como da melhor seleção de espécies e do dimensionamento de máquinas e ferramentas utilizadas na usinagem (LUCAS FILHO, 2004). A madeira foi sendo produzida de acordo com os avanços da industrialização, ao passo que, inicialmente, as ferramentas manuais emergiram para conferir as formas mais rudimentares na madeira por meio de procedimentos mais grosseiros (DE ARAUJO et al., 2016b). Somente na virada do Século XIX e para o XX, quando a mecanização da indústria madeireira possibilitou que as toras de madeira, até então abertas por machado, fossem serradas, é que a arquitetura de madeira espalhou definitivamente pelo Estado do Paraná (BERRIEL, 2011).

Com investimentos em tecnologias inovadoras, os produtos da indústria de base florestal-madeireira deverão passar dos laboratórios para novos mercados e distintos segmentos, trazendo benefícios adicionais para toda a sociedade (IBA, 2017). Assim sendo, Lucas Filho (2004) avaliou que há a necessidade de entender as relações entre as propriedades da madeira e propiciar avanços sobre a melhor forma de usiná-la. De acordo com De Araujo et al. (2015), esse aperfeiçoamento tecnológico, tanto das técnicas e práticas produtivas quanto das máquinas, constitui em outra notória vertente que contribui com esse avanço industrial.

A produção de madeira serrada está diretamente relacionada com o número e as características das máquinas utilizadas e o rendimento focado no aproveitamento da tora em função de seu diâmetro (ZENID, 2009).

Segundo Gonçalves (2000), o processamento da madeira se ordenou em:

- a) Sistema: modo de execução do processo, isto é, manual, automático, etc.;
- b) Processo: tipo de processo para modificar a forma ou a composição da madeira, ou seja, secagem, usinagem, preservação, resinagem, etc.;
- c) Operações: transformação de forma da madeira em um processo específico, como por exemplo, desdobro de toras, serramento de chapas, etc.

Gonçalves (2000) avaliou que as operações de corte nos diversos processos de usinagem podem ser previamente classificadas, tal como indica a Tabela 33.

Tabela 33: Classificação das operações de corte conforme a sua função produtiva.

Tipo de Operação	Característica Básica
Colheita	Corte basal da árvore, seguido do desgalhamento e corte das toras em dimensões padronizadas
Descascamento	Remoção da porção da casca das toras, por meio de machados, aplicação de água pressurizada, fricção por tambor rotativos ou descascadores
Desdobro	Corte longitudinal das toras, com ou sem casca, para a produção de pranchas, tábuas, vigas, vigotas, caibros, sarrafos ou ripas
Laminação	Processo de obtenção de lâminas por meio da laminação da madeira em tornos, faqueadeiras ou serras
Produção de Partículas	Constitui na desintegração da madeira em partículas. Esse processamento da madeira obtém cavacos por meio das toras, aparas, rolos restos, etc.
Beneficiamento	Consiste em uma série de operações para a produção de madeira serrada e/ou beneficiada em função do equipamento ou maquinário utilizado

Fonte: adaptado de Gonçalves (2000); Keinert Junior & Iwakiri (2005); Iwakiri et al. (2005).

A produção de casas de madeira é fortemente baseada na usinagem de peças de madeira para componentes e elementos estruturais (DE ARAUJO et al., 2016a). A Tabela 34 indica as características de usinagem conforme a técnica.

Tabela 34: Operações de corte utilizadas na produção de casas de madeira.

Tipo da Técnica Construtiva Habitacional	Característica das Operações de Corte
Tradicional: <i>log-home</i> , tábua e mata-junta, etc.	Produção de madeira serrada (tábuas, blocos e toras padronizadas) e perfis usinados
Contemporânea: <i>woodframe</i> , modular em CLT, etc.	Corte de chapas e vigas derivadas e produção de madeira serrada padronizada

Fonte: adaptado de De Araujo et al. (2016a).

Muitos aspectos tecnológicos são desconhecidos ou negligenciados durante o processamento da madeira, resultando em um aproveitamento deficiente da matéria-prima e/ou na baixa qualidade do produto final (GATTO, 2002). Em virtude disso, surge a necessidade de identificar as principais características dos maquinários utilizados na produção de bens manufaturados de maior valor agregado, como por exemplo, as habitações em madeira. Para isso, fatores como o tamanho ou porte e a obsolescência ou tempo de vida em utilização das máquinas de beneficiamento da madeira surgem como mecanismos para identificar a atual situação das mesmas.

Os maquinários para o beneficiamento da madeira podem se apresentar em diversas categorias de porte ou tamanho, tal como indica a Tabela 35.

Tabela 35: Maquinários de beneficiamento da madeira conforme o seu porte.

Categorias	Principais Exemplos
Ferramentas manuais	Serrotes, serras manuais, machados, alicates, martelos, formões, goivas, etc.
Equipamentos portáteis	Pistolas pneumáticas, parafusadeiras, furadeiras, tico-tico, serras circulares, microrretíficas, etc.
Equipamentos médios	Serras circulares, tupias, desengrossadeiras destopadeiras, desempenadeiras, etc.
Equipamentos pesados	Gruas, pontes rolantes, prensas, tornos, câmaras secadoras, serras-fitas de desdobro de toras, etc.
Máquinas automatizadas e/ou robotizadas	Mesas robotizadas para montagem e fixação, alimentadores, plainas computadorizadas, etc.

Fonte: adaptado De Araujo et al. (2015; 2016a).

Um importante passo do processamento da madeira constitui na secagem da madeira. Jankowsky (1990) especificou que é perfeitamente possível e econômico proteger a madeira utilizada em construções e marcenaria contra apodrecimento, cupins e manchas. Jankowsky & Silva (1985) determinaram que uma das operações mais importantes dentro da indústria de transformação da madeira é a secagem racional da matéria-prima básica, cuja remoção de umidade até um teor adequado irá melhorar a estabilidade dimensional da madeira.

Os secadores de madeira podem ser ordenados por distintas maneiras, como por exemplo, via técnicas de operação, temperaturas de operação, fonte de energia e tipo de aquecimento (SIMPSON, 1991). Existe uma vasta gama de secadores, a qual oferece modelos específicos para cada finalidade (DE ARAUJO et al., 2011).

Os principais modelos de secadores de madeira são por:

- Ar livre: secagem em local seco (SANTINI, 1983) a baixa temperatura (<50°C) ao tempo, cujas variáveis não são controladas (VITAL & COLLOM, 1974);
- Estufa solar: estrutura de madeira com cobertura e paredes revestidas de material transparente de forma a permitir a incidência solar (SANTINI, 1981);
- Confinamento: consiste na secagem coberta, apesar de não controlada, da madeira em temperatura ambiente ao ar livre em galpões;
- Ar quente: sistema sem vapor cujo ar aquecido é originário da queima de gás, petróleo ou madeira, sob o controle de suas variáveis (SIMPSON, 1991);
- Vácuo: possui ciclos de pressão que reduzem a ebulição da água, permitindo uma secagem rápida a menos de <100°C (JANKOWSKY et al., 2003);
- Câmara convencional: as variáveis são controladas e o processo é dotado de aquecimento artificial entre 40 e 90 °C (VITAL e COLLOM, 1974);
- Alta temperatura: operação entre 110 e 140°C, a qual oferece um produto sujeito a defeitos, porém com um tempo de secagem curto (SIMPSON, 1991);
- Micro-ondas: aquecimento de dentro para fora, produzindo calor no centro da madeira, por sua alta quantidade de água livre (MCLOUGHLIN et al., 2003);
- Alta frequência: uma faixa de frequência usando circuitos até 100 MHz em corrente elétrica transfere a energia para o material inserido (RESCH, 2006);
- Desumidificação: limitado a temperatura de 50°C, resultando em tempos de secagem longos abaixo do ponto de saturação das fibras (SIMPSON, 1991);
- Secador de lâminas: processo contínuo de secagem em esteiras aquecidas.

As câmaras de secagem, como qualquer outro maquinário industrial voltado para a produção de habitações, também apresentam vida útil definida para o seu funcionamento ideal.

A obsolescência dos ativos físicos e dos processos produtivos constitui em um componente importante do risco operacional para as empresas (WENDLING, 2012). Embora a atual estratégia empresarial de planejamento da vida útil de um produto configure-se como prática desleal, visto que em um curto prazo o mesmo não terá mais funcionalidade ou se tornará obsoleto (VIEIRA & REZENDE, 2015), os maquinários industriais, mais robustos, apresentam uma vida útil mais prolongada. De Araujo et al. (2016a) avaliaram que a vida útil de um maquinário varia de acordo com o seu tamanho, atividade a ser desempenhada e local de operação (Tabela 36).

Tabela 36: Vidas úteis relacionadas à construção de habitações.

Bens de Serviço	Durabilidade (Anos)
Ferramenta elétrica	10
Equipamento e maquinário para construção civil	10
Equipamento manual	16
Maquinário industrial	16
Maquinário metal-mecânico (torno, serra-fita, etc.)	16

Fonte: adaptado de *United States Department of Commerce* (2003).

Mediante esse contexto, o presente estudo procurou identificar o porte das ferramentas e máquinas e processos de secagem utilizados pelos produtores de habitações em madeira no Brasil, estimando a obsolescência média das mesmas para cada empresa avaliada no período de ano de 2015. Isso posto, as hipóteses foram formuladas:

- Apesar da conhecida obsolescência da cadeia brasileira da madeira, o setor produtivo de habitações à base dessa matéria-prima concentra maquinários com uma estimativa média de 1 a 5 anos;
- Apesar do caráter industrial, os produtores de casas de madeira no Brasil apresentam, em sua maior parte, de ferramentas a máquinas de médio porte;
- Grande parte das empresas avaliadas ainda não apresenta quaisquer tipos de secagem de elementos e componentes de madeira sólida serrada.

16.2 Material e Métodos

A identificação dos maquinários utilizados pelos produtores casas de madeira e da presença de processos de secagem em planta, bem como a estimativa da idade média de todas essas máquinas foram realizadas por um diagnóstico setorial. O mesmo incluiu a coleta individual de dados mediante a realização de entrevistas pessoais *in loco*, aleatoriamente, com os empresários proprietários das empresas que compõem o setor produtivo de casas de madeira. Três questionamentos foram aplicados nessa amostra, sendo que as duas primeiras questões foram baseadas, integralmente, nos estudos de De Araujo et al. (2015; 2016a).

A primeira questão, de enfoque qualitativo, foi: “Quais são os portes/tamanhos das máquinas utilizadas por sua empresa na fabricação das casas de madeira?”. De caráter fechado, cinco respostas múltiplas foram indicadas: ferramenta (machado, martelo, serrote, cunha, plaina, etc.); máquinas portáteis (furadeira, parafusadeira, micro retífica, tico-tico, etc.); equipamentos médios (desempenadeira, destopadeira, tupia, serra de mesa, etc.); equipamentos pesados (câmara secadora, grua, prensa, torno, etc.); automação / robóticos (alimentadores automáticos, moldureira, plaina CNC, mesa-robotizada de fixação e montagem de componentes pré-fabricados).

Também qualitativa, a segunda questão resumiu em: “qual a obsolescência (idade) média das máquinas utilizadas na manufatura de sua empresa?”. Para isso, as respostas múltiplas e fechadas categorizaram sete faixas de obsolescência média de todas as máquinas e ferramentas utilizadas por essas empresas na produção de casas de madeira: menos que 1 ano; de 1 a 3 anos; de 4 a 6 anos; de 7 a 10 anos; de 11 a 20 anos; de 21 a 30 anos; e mais que 30 anos.

Por fim, a pesquisa ainda incluiu uma averiguação da existência de processos de secagem de madeira sólida serrada nesse público-alvo analisado. Então, uma terceira questão foi aplicada: “a sua empresa possui secagem em planta?”. Assim, três respostas tricotômicas fechadas foram indicadas: sim; não; e não informou. Com isso, para explorar os tipos de secagem de madeira utilizados por essas empresas, somente aos empresários que responderam afirmativamente a essa questão, sob uma ótica híbrida, outro questionamento foi realizado: “Se sim, quais processos de secagem a sua empresa possui?”. Então, essa questão qualitativa procurou coletar respostas abertas e nominais sobre os tipos de câmara de secagem em uso pelas empresas. Todas as respostas das questões foram convertidas para porcentagens.

16.3 Resultados e Discussão

A partir da prospecção dos produtores de casas de madeira localizados no território brasileiro, a estimativa de sua população total foi realizada (Figura 5). Diante disso, a amostra foi conduzida (Figura 7) e, ao final, a sua margem de erro foi calculada e exibida na Tabela 11. A margem de erro de 6,65% ($\pm 3,325\%$) é aceitável e respeita as recomendações de Pinheiro et al. (2011), por estar abaixo dos 10%.

Para a identificação das melhores formas de industrializar a madeira se faz necessário compreender a interação entre as propriedades da madeira, bem como os recursos utilizados para sua transformação em produtos manufaturados (LUCAS FILHO, 2004). Diante disso, o entendimento, o conhecimento e a caracterização das ferramentas e máquinas empregadas no processamento da madeira torna-se uma etapa importante para a indústria florestal-madeireira.

A verificação do porte e da obsolescência dos maquinários e dos ferramentais que compõem o setor produtivo de habitações em madeira se torna fundamental para explorar novas estratégias de incentivo à expansão tecnológica industrial.

No tocante ao tamanho do maquinário presente no setor produtivo de casas de madeira, a presença de cinco categorias foi avaliada, desde a mais simplificada, das ferramentas, até as mais complexas, como as máquinas automatizadas e robotizadas. Essa categorização permitiu simplificar a coleta de dados, ao passo que um grande número de máquinas e ferramentas pode ser apresentado como solução para o processamento da madeira. Essa estratégia mais abreviativa já foi utilizada por De Araujo et al. (2015; 2016a).

Isto posto, dentre todas as cinco categorias apontadas, as ferramentas e as máquinas portáteis foram as soluções mais populares para o processamento da madeira e seus derivados, alcançando, cada uma, uma presença de quase 100% ($\pm 3,325\%$) dos produtores de casas de madeira avaliados (Figura 59). Essa alta popularidade se justifica pelo porte compacto e, geralmente, leve desses dispositivos industriais, os quais facilitam tanto na produção em fábricas e/ou no canteiro de obras. No caso das máquinas portáteis, apesar de menos robustas que aqueles equipamentos industriais de maior porte, essas soluções possibilitam ajustes e a produção simplificada de peças e elementos de madeira, bem como permitem ainda o seu transporte ao final de um canteiro de obras para outro, sem a necessidade de fixações específicas e/ou de pisos industriais mais reforçados.

Ainda nesse ambiente de maior popularidade, os equipamentos médios, isto é, aqueles que possuem certo peso e volume, embora ainda compactos, surgiram como a terceira solução mais popular, com presença acima de 70% das empresas (Figura 59). Apesar da maior impossibilidade de transporte dessas soluções, as quais demandam o içamento por guias e guinchos e a fixação em pisos industriais, os equipamentos de porte médio constituem nas alternativas mais simplificadas e menos onerosas para o processamento em série e em larga escala de elementos pré-fabricados de madeira. Conseqüentemente, em comparação com as máquinas portáteis, mais limitadas e simples, esses maquinários apresentam um custo mais elevado e uma menor mobilidade, apesar de sua maior produtividade e robustez. As empresas que disponibilizam plantas fabris, mesmo que muito simplificadas, em sua maioria apresentam maquinários desse porte intermediário.

Os equipamentos pesados também demonstraram possuir uma popularidade considerável, ao passo que ao redor de 35% das empresas avaliadas declararam a sua posse e utilização para a fabricação de casas de madeira (Figura 59). O cenário descreve que mais de 1/3 das empresas possuem plantas de caráter industrial, isto é, uma participação relevante mais consolidada. Esse público possui maquinários robustos para o processamento da madeira e seus derivados, os quais englobam desde peças compactas até elementos e componentes longos e/ou pesados para a construção de casas de madeira.

No tocante à maior tecnologia embarcada, mais de 20% das empresas desse setor declararam apresentar maquinários mais modernos, isto é, com tecnologia de ponta baseada na automação e na robótica (Figura 59). Esse cenário favorável já determina que ao menos 1/5 das empresas tem investido em processos modernos, permitindo a fabricação em escala por processos eficientes. Isso é diametralmente diferente, como garantiram Murara Junior et al. (2013), para as serrarias brasileiras, que ainda empregam tecnologias ultrapassadas e maquinários de baixo rendimento.

Menos de 2% das empresas não informou o porte de suas máquinas (Figura 59) por uma questão de incerteza ou opção de silêncio do entrevistado.

À medida que o desdobro de toras em madeira sólida serrada (blocos, tábuas, pranchas, ripas, etc.) é mais comum em serrarias, os processamentos da madeira mais usuais nos produtores de casas de madeira consistem na usinagem, corte, furação e acabamento dessas matérias-primas serradas, bem como na preservação e, especialmente, na secagem das mesmas.

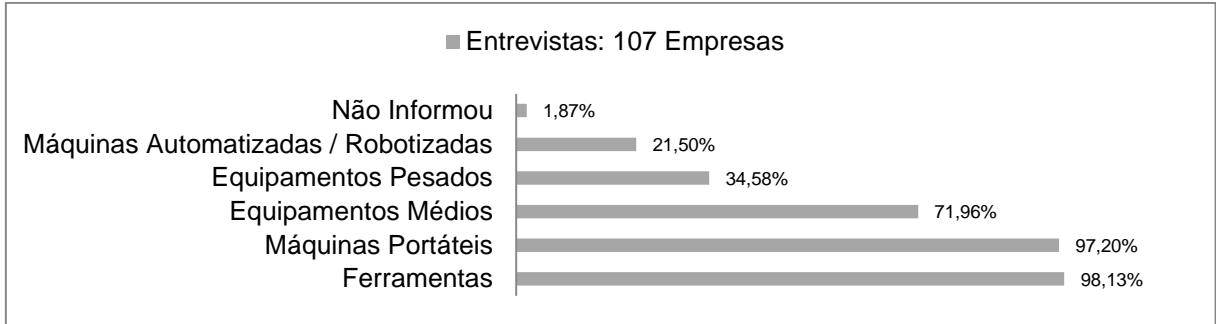


Figura 59: Categorias dos maquinários presentes nas empresas avaliadas.

Contudo, no Brasil, essa etapa de secagem da madeira é muito negligenciada e subutilizada, possivelmente por conta de seu efetivo conhecimento e do possível incremento dos custos operacionais e da demanda por um maior espaço físico. Em virtude dessa problemática, este estudo obteve um panorama do emprego dos processos de secagem da madeira por parte dos produtores de casas de madeira no Brasil, detalhando o tipo de secagem presente nesse setor.

A Figura 60 demonstrou que a maior parte das empresas, isto é, acima de 60% ($\pm 3,325\%$), não apresenta quaisquer tipo de secagem em planta. Em contraste, ao redor de 35% das empresas avaliadas declararam possuir alguma modalidade de secagem de madeira. Menos de 1% dessa amostragem não informou, por questões de descrição própria, a presença de um processo de secagem. Com isso, pôde ser constatado que esse setor observado possui certa rejeição e/ou desestímulo para a aquisição de câmaras secadoras. Paralelamente, a obtenção de madeiras já secas junto aos fornecedores madeireiros também contribui com essa menor popularidade.

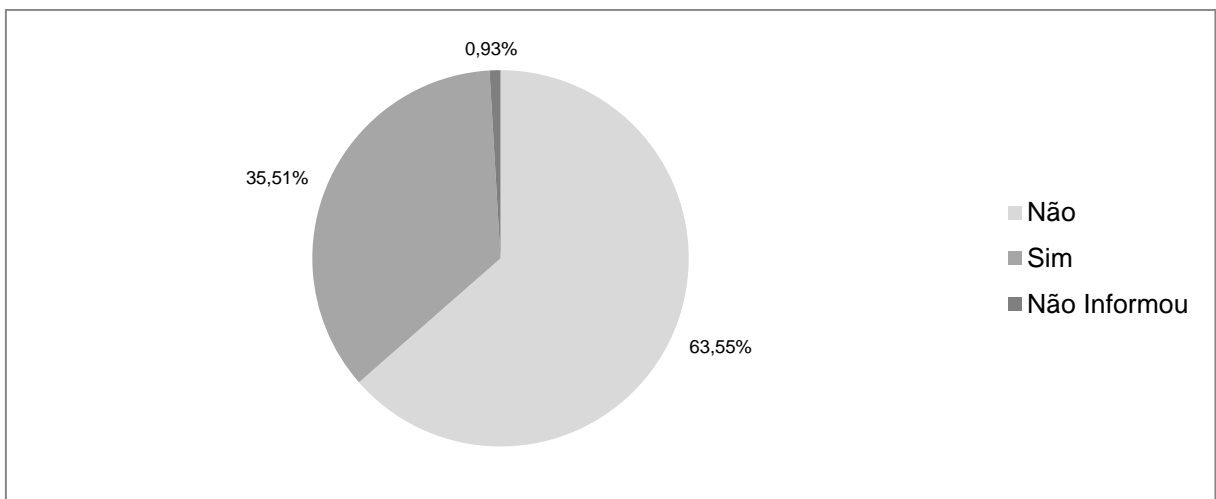


Figura 60: Presença de processos de secagem nas empresas avaliadas.

A partir dos processos de secagem expostos na literatura, as empresas do setor de habitações em madeira no país indicaram não possuir as seguintes opções: estufa solar; estufa de alta frequência; estufa por ar seco; estufa de alta temperatura; câmara a vácuo; câmara de micro-ondas; e câmara desumidificadora (Figura 61).

Desse modo, naquelas empresas que declararam afirmativamente possuir um modo de secagem de madeiras, a secagem ao ar livre consistiu no processo mais usual, visto que está presente em mais de 25% dos produtores de casas de madeira no Brasil (Figura 61). A maior simplicidade e o custo demasiadamente baixo dessa opção estimulam ao seu maior emprego, apesar de entregar, de acordo com Susin et al. (2014), um produto com maior teor de umidade que o limita para certos usos, com uma demanda de maior tempo de secagem se comparado a outros métodos.

O confinamento em galpões fechados, sem o controle das principais variáveis de secagem, se exibiu como o segundo modo mais popular para o secamento das madeiras, com pouco menos de 15% desse público avaliado (Figura 61). Essa opção, também de baixo custo, em virtude da demanda de um galpão simples, se revelou muito presente por conta da flexibilidade e duplicidade de utilização, ao passo que as madeiras podem ocupar, ao mesmo tempo, esse espaço confinado e protegido das intempéries, tanto para secagem natural confinada, quanto para estocagem de matéria-prima básica como em um depósito.

A principal modalidade de secagem controlada, isto é, por estufas a vapor, foi contabilizada por quase 4% dos produtores de casas de madeira avaliados (Figura 61). Por conta do maior desembolso econômico e da necessidade de uma matéria-prima de maior resistência mecânica, essas empresas optaram pela inclusão dessa modalidade em suas plantas fabris. De acordo com Jankowsky & Silva (1985), esse tipo de operação industrial controlada, contemplada por uma secagem racional sob o monitoramento da madeira até um teor de umidade adequado, oferece uma matéria-prima de melhor estabilidade dimensional.

Por fim, ainda na ótica dos processos controlados, a secagem a vácuo e de lâminas de madeira foram, igualmente, presentes em quase 1% dessas empresas estudadas (Figura 61). A secagem de lâminas foi declarada, única e especialmente, por uma empresa que, em paralelo, fabrica os compensados para produção de suas casas de madeira. Possivelmente, de acordo com Jankowsky (1995), o alto custo da secagem a vácuo tem restringido muito o acesso, por parte da maioria das empresas madeireiras, em possuir essa solução em planta fabril.

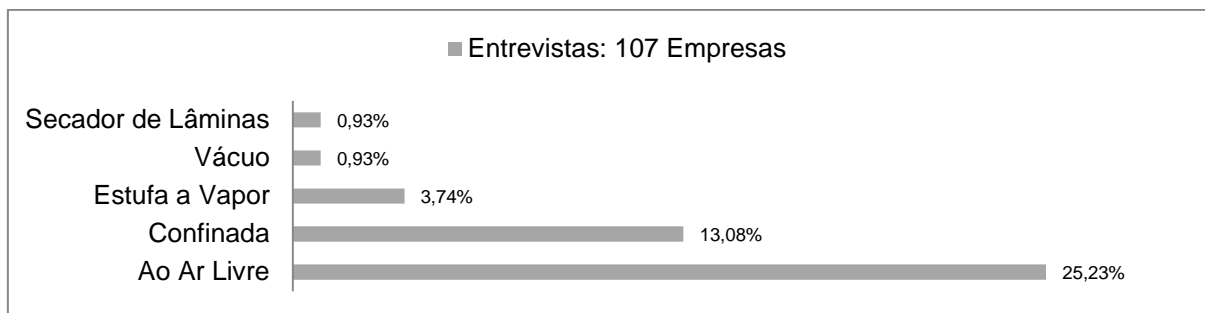


Figura 61: Processos de secagem presentes nas empresas avaliadas.

Devido à ampla quantidade de máquinas e ferramentas presentes nessas empresas, sete faixas de obsolescência foram selecionadas para categorizar, em uma média geral, a idade das máquinas para cada empresa (Figura 62).

Praticamente 60% das empresas avaliadas apresentaram uma obsolescência média de até 6 anos (Figura 62). Além disso, ao redor de 15% desse público amostral ainda declarou apresentar máquinas e/ou ferramentas com idade média entre a faixa de 7 a 10 anos. Isso revelou uma condição mecânica relativamente nova dos insumos produtivos utilizados na produção de casas de madeira, visto que a vida útil dos equipamentos e maquinários para a construção civil é, no pior cenário, segundo *United States Department of Commerce* (2003), de ao menos 10 anos. A condição recente (Figura 62), de cerca de 75% das empresas com máquinas e/ou ferramentas ainda dentro da vida útil mínima prescrita, revela uma situação oposta ao setor de serramento de madeiras; nesse caso, as serrarias, as quais constituem na principal força no desdobro de madeiras, frequentemente empregam, de acordo com Vital (2008), equipamentos em mau estado de conservação e obsoletos.

Em contraste, pouco menos de 1/5 das empresas avaliadas apresenta uma idade média na faixa de 11 a 20 anos para os seus insumos produtivos fabris. Como a *United States Department of Commerce* (2003) determinou “a vida útil de 16 anos para equipamentos manuais, maquinários industriais pesados e maquinários metal-mecânicos”, e com isso, algumas empresas ainda estariam com os seus dispositivos de produção dentro da vida útil indicada.

Somente ao redor de 5% dessas empresas avaliadas possuem maquinários em condições totalmente obsoletas, isto é, acima de 20 anos de idade. Esse baixo percentual de máquinas e/ou ferramentas obsoletas indica que o setor produtivo de habitações em madeira concentra equipamentos industriais relativamente recentes.

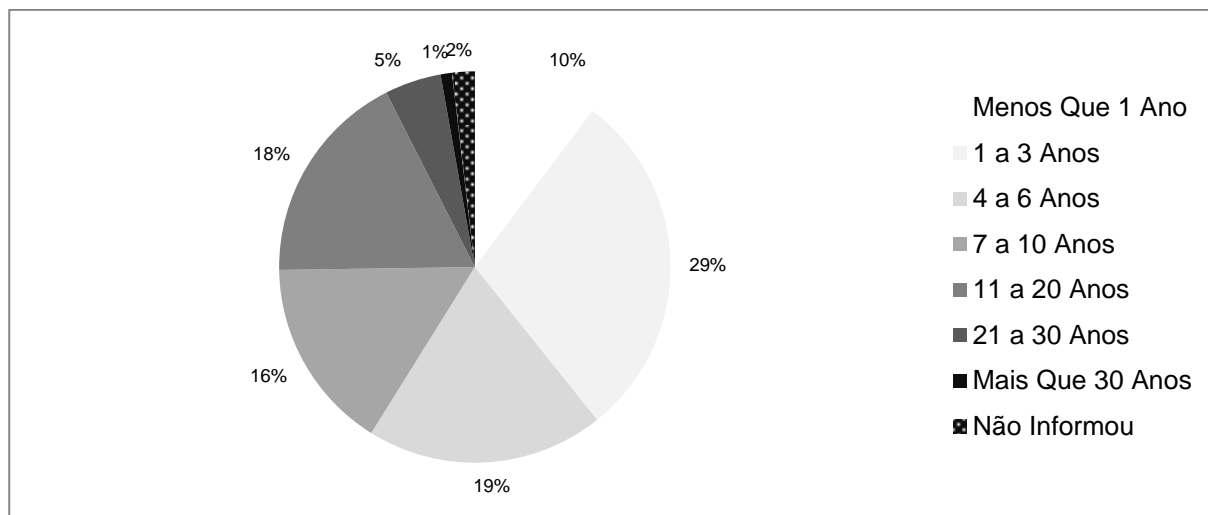


Figura 62: Faixas de obsolescência média das máquinas das empresas avaliadas.

16.4 Conclusões

Os produtores brasileiros de habitações em madeira avaliados exibiram uma popularidade quase absoluta para o emprego de ferramentas e máquinas portáteis, cuja presença é resultado da oportunidade de produção com menor grau industrial.

Afortunadamente, uma parcela perceptível desse público empresarial possui máquinas automatizadas e robotizadas, as quais são baseadas em tecnologias mais modernas e eficientes para a pré-fabricação de elementos construtivos em madeira.

Em contraste, a maior parte das empresas avaliadas ainda não apresenta quaisquer tipos de secagem. Isso se justifica pela necessidade de uma infraestrutura física maior e estática, para a instalação das volumosas estufas secadoras. Porém, uma parte considerável seca a madeira em métodos mais simplificados, isto é, ao ar livre e de modo confinado em galpões e/ou depósitos fechados de matérias-primas. Somente uma pequena parte dessas empresas possui secagem controlada a vapor.

A obsolescência média mais baixa e consoante com a vida útil da maior parte das empresas que compõem o setor de casas de madeira no Brasil é resultado do maior uso de equipamentos compactos e de médio porte, os quais são menores e menos onerosos que às máquinas pesadas, habituais nas serrarias. Esse cenário economicamente mais favorável estimula essa indústria a apresentar equipamentos mais atuais. Desse modo, a possibilidade da concepção de linhas produtivas com máquinas mais compactas pode estimular na abertura de novos negócios voltados para a fabricação de casas de madeira no Brasil.

Referências

BERRIEL, A. Tectônica e poética das casas de tábuas. In: **A casa de araucária: arquitetura da madeira em Curitiba**. v. 3. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011. 108 p.

DE ARAUJO, V. A.; GAVA, M.; VASCONCELOS, J. S.; MORALES, E. A. M.; ALVES, P. R. G.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GONÇALVES, M. T. T.; GARCIA, J. N. Machinery of wooden housing industry in the Brazilian State of São Paulo. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 14., 2016, Viena. **Proceedings...** Viena: WCTE, 2016a. p. 1-8.

_____; MALINOVSKI, R. A.; VASCONCELOS, J. S. Análise de viabilidade econômica de um processo de secagem de madeira para empresas madeireiras do Sudoeste Paulista. **Revista Ciência em Extensão**, Assis, v. 7, n. 1, p. 51-70, 2011.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; ALVES, P. R. G.; VASCONCELOS, J. C. S.; GONÇALVES, M. T. T.; GARCIA, J. N. Maquinário na indústria de casas de madeira do Estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 5., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APRE, 2015. p. 1-7.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016b.

GATTO, D. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na região da quarta colônia de imigração italiana no Rio Grande do Sul**. 2002. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento da madeira**. Bauru: Document Center Xerox/USC, 2000. 245 p.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **As árvores plantadas e seus múltiplos usos**. São Paulo: Ibá, 2017. 4 p.

IWAKIRI, S.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; MENDES, L. M.; LATORRACA, J. V. F. Painéis de madeira aglomerada. In: IWAKIRI, S. (Ed.). **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. Capt. 4. p.123-166.

JANKOWSKY, I. P. Equipamento e processos para secagem de madeira. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1995. p. 109-118.

_____. Fundamentos de preservação de madeiras. **Documentos Florestais**, Piracicaba, n. 11, p. 1-12, 1990.

_____; SANTOS, G. R. V.; ANDRADE, A. Secagem da madeira de eucalipto. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 199, p. 1-11, 2003.

_____; SILVA, L. E. Gradiente de umidade durante a secagem da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. **IPEF**, Piracicaba, n. 31, p. 57-59, 1985.

KEINERT JUNIOR, S.; IWAKIRI, S. Painéis de madeira aglomerada. In: IWAKIRI, S. (Ed.). **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. Capt. 2. p. 31-86.

LUCAS FILHO, F. C. **Análise da usinagem da madeira visando a melhoria de processos em indústrias de móveis**. 2004. 176 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

MCLOUGHLIN, C. M.; MCMINN, W. A. M.; MAGEE, T. R. A. Microwave drying of multi-component powder systems. **Drying Technology**, Nova Iorque, v. 21, n. 2, p. 293-309, 2003.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, 2013, p. 556-563.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

RESCH, H. High-frequency electric current for drying of wood – historical perspectives. **Maderas. Ciencia y Tecnologia**, Concepción, v. 8, n. 2, p. 62-82, 2006.

SANTINI, E. J. Secagem de madeira serrada em estufa solar e sua comparação com os métodos convencionais. **Floresta**, Curitiba, v. 14, n. 1, p. 5-13, 1983.

_____. **Secagem de madeira serrada em estufa solar e sua comparação com os métodos convencionais**. 1981. 185 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1981.

SIMPSON, W. T. **Dry kiln operator's manual**. Agricultural Handbook, n. 188. Madison: Forest Products Laboratory, 1991. 274 p.

SUSIN, F.; SANTINI, E. J.; STANGERLIN, D. M.; MORAIS, W. W. C.; MELO, R. R. Taxa de secagem e qualidade da madeira serrada de *hovenia dulcis* submetida a dois métodos de secagem. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 2, p. 243-250, 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE – BUREAU OF ECONOMIC ANALYSIS. **Fixed assets and consumer durable goods in the United States, 1925-99**. Washington: U.S. Government Printing Office, 2003. 380 p.

VIEIRA, G. C.; REZENDE, E. N. A Responsabilidade civil ambiental decorrente da obsolescência programada. **Revista Brasileira de Direito**, Passo Fundo, v. 11, n. 2, p. 66-76, 2015.

VITAL, B. R. **Planejamento e operações de serrarias**. Viçosa: UFV, 2008. 211 p.

VITAL, B. R.; COLLOM, J. L. **Secador solar para madeira**. Viçosa: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1974. 34 p.

WENDLING, T. E. Obsolescence risk and the systematic destruction of wealth. In: 2012 ENTERPRISE RISK MANAGEMENT SYMPOSIUM, 2012, Washington. **Proceedings...** Washington: Casualty Actuarial Society, 2012. p. 1-23.

ZENID, G. J. **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2. ed. São Paulo: IPT, 2009. 103 p.

17 PROFISSIONAIS CAPACITADOS DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Devido à carência de educação para o trabalhador brasileiro, o capítulo teve como intuito verificar a mão-de-obra qualificada por profissionais graduados nos produtores de casas de madeira no Brasil. Para isso, um diagnóstico presencial foi conduzido junto aos proprietários dessas empresas com a finalidade de investigar a contratação direta e a terceirização de profissionais capacitados, averiguar as suas demandas para a contratação direta desses profissionais e indicar soluções práticas para aprimorar a qualidade da capacitação da mão-de-obra. Com índices similares, as empresas revelaram que mais de 65% das mesmas possuem mão-de-obra tanto contratada de forma direta quanto terceirizada. A carência por carpinteiros/*builders*, arquitetos e engenheiros civis especialistas na construção em madeira foram as demandas mais visíveis por mão-de-obra nesse setor. A criação de cursos de pós-graduação sobre habitações em madeira surge como uma alternativa fulcral para capacitar profissionais graduados nesse âmbito.

Palavras-chave: Trabalhador; Empregos diretos; Terceirização; Diagnóstico setorial

Abstract

Due to the lack of education for the Brazilian worker, the chapter aimed to verify the skilled labor of professionals graduated in the wooden housing producers in Brazil. To this end, a face-to-face survey was carried out with these industry owners to investigate the direct employment and the outsourcing of trained professionals, check their demands for direct employment, and also indicate practical solutions to improve the quality of the hand labor qualification. Similarly, the companies revealed that more than 65% of them have both direct and outsourced workforce. The lack of carpenters/builders, architects and civil engineers with expertise in wood construction were the most visible demands for labor in this sector. The creation of postgraduate courses on wooden housing emerges as a key alternative to train graduates in this field.

Keywords: Workforce; Outsourcing; Direct employment; Sectoral research

17.1 Introdução

O processamento da madeira no Brasil concentra um desconhecimento e/ou uma negligência de muitos dos seus aspectos tecnológicos, ocasionando em níveis baixos de aproveitamento da matéria-prima e qualidade do produto (GATTO, 2002). O baixo rendimento em madeira serrada oriundo do seu processamento tem gerado dificuldades, pois empregam tecnologias ultrapassadas e maquinários que impedem bons rendimentos (MURARA JUNIOR et al., 2013).

O setor da construção possui técnicas de construção muitas vezes artesanais, resultado de uma mão-de-obra bastante desqualificada (FRIGO & SILVEIRA, 2012). Além disso, a mão-de-obra com pouco treinamento também pode ser considerada uma das principais características da indústria da madeira serrada, as quais se assemelham às condições econômico-sociais do Brasil (PONCE, 1995).

Essa falta de qualificação da mão de obra é um dos principais entraves ao crescimento sustentado no Brasil, visto que o país está distante do desempenho dos estudantes dos países desenvolvidos, criando um hiato na sustentabilidade também no quesito educação (CNI, 2012a).

No Brasil, a industrialização das habitações se assemelha à evolução dos processos artesanais, por meio de inovações, com o intuito de alcançarem o status de processos industriais, sem uma troca compulsória da tecnologia embarcada para esse setor (CHALITA, 2010). Mesmo com a lenta industrialização do setor brasileiro da madeira em meados do Século XX, muitas serrarias e madeireiras se focaram na produção de casas pré-fabricadas à base de madeira (DE ARAUJO et al., 2016).

Um retrato da demanda por uma mão-de-obra mais qualificada, segundo CNI (2012a), se relaciona com a baixa produtividade do trabalhador brasileiro, a qual é determinada pelo quociente entre bens e serviços produzidos no país e o pessoal ocupado no desempenho de eficiente suas posições.

No campo da educação e cultura, o setor florestal direcionou, em 2015, ao redor de R\$ 12 milhões para a capacitação profissional, o oferecimento de bolsas de estudos e o fornecimento de material didático para 190 mil brasileiros (IBÁ, 2016). No entanto, a ampliação desse tipo de iniciativa, seja de caráter público e/ou privado deve ser realizado para aperfeiçoar a qualidade de sua mão-de-obra.

Sem uma educação básica de qualidade não existe força produtiva para ser treinada, enquanto que sem ensino médio profissionalizante mantém-se o hiato na qualificação para o mercado de trabalho e, por fim, sem educação superior não há ciência, e conseqüentemente, não há tecnologia e tampouco inovação (CNI, 2012a).

De um modo geral, trabalhadores com qualificação técnica e qualidade de vida contribuem para a competitividade das empresas (CNI, 2012b).

Nas técnicas construtivas mais modernas, a pré-fabricação da madeira (em elementos e/ou componentes) de modo mais adequado requer equipes compactas, com uma força de trabalho minimamente qualificada (LANIER & HERMAN, 1997).

Os profissionais do ramo da construção em madeira devem ter a capacidade para perceber, analisar e interpretar as complexas interações da sociedade para influenciar e administrar efetivamente os problemas ambientais (SHIMBO & INO, 1997). Nos países desenvolvidos, industrializar a construção habitacional é sinônimo de produzir previamente a edificação em fábrica, realizando apenas operações de montagem em canteiros de obra (CHALITA, 2010).

A terceirização constitui na descentralização empresarial de atividades para outrem, um terceiro à empresa (DELGADO, 2014), em contraste à contratação direta de um trabalhador, que resulta na forma oficial do mesmo atuar em uma empresa.

O desenvolvimento sustentável de um empreendimento dependerá de ações coletivas e da participação de atores sociais organizados e motivados, articulando os setores da produção (florestas, serrarias, fabricantes e construtoras) e integrando profissionais de diversas áreas de conhecimento (Silvicultura, Engenharia, Ecologia, Arquitetura, Economia, Sociologia, etc.) (SHIMBO & INO, 1997).

Em virtude dessa problemática da carência de educação para o trabalhador brasileiro, exposta por meio da literatura, este estudo teve como intuito verificar a mão-de-obra qualificada por profissionais graduados presentes, sob os aspectos da contratação direta e da terceirização, nos produtores de casas de madeira no Brasil, bem como averiguar as suas principais demandas nesse âmbito profissional. Assim, as seguintes hipóteses foram formuladas para esse setor produtivo:

- A maior parte dessas empresas avaliadas possui algum tipo de mão-de-obra qualificada empregada de modo direto;
- A terceirização de profissionais graduados é bastante popular;
- Os engenheiros civis e os arquitetos constituem nos profissionais diretos com maior presença.

17.2 Material e Métodos

Esse diagnóstico setorial se baseou na aplicação por entrevistas, junto aos empresários produtores de casas de madeira, de um formulário com cinco questões para determinar a presença de mão-de-obra qualificada presente nessas empresas. A sua condução seguiu os mesmos parâmetros indicados no item 6.2 (Capítulo 6).

O primeiro questionamento abordou se “a sua empresa emprega diretamente algum profissional graduado na planta ou em obra?”. As respostas dicotômicas do tipo “sim ou não” foram direcionadas, sendo que na declaração afirmativa, uma série de dez respostas foi estabelecida: arquiteto; engenheiro civil; engenheiro industrial madeireiro; engenheiro de produção; engenheiro mecânico; engenheiro elétrico; engenheiro ambiental; engenheiro de segurança no trabalho; tecnólogo em logística; e administrador. Nessa segunda parte, de caráter híbrido, o entrevistado ainda pode incluir outros tipos de profissionais não descritos, inclusive de formação técnica.

A segunda questão, baseada nessas dez respostas pré-estabelecidas na primeira pergunta supracitada, averiguou se “a sua empresa terceiriza os serviços de algum desses profissionais?”. Respostas dicotômicas foram apontadas. Similar à primeira questão, os entrevistados foram indagados a detalhar nominalmente os tipos de profissionais graduados terceirizados somente na condição afirmativa.

A terceira pergunta se baseou se “a sua empresa tem demanda de alguma mão-de-obra especializada e/ou capacitada?”. As mesmas respostas dicotômicas (sim/não) foram indicadas, cuja resposta afirmativa por parte do entrevistado incluiu uma lista das principais categorias correlatas à construção civil, tais como: arquiteto; engenheiro civil; engenheiro industrial madeireiro; engenheiro de produção; engenheiro mecânico; engenheiro elétrico; engenheiro ambiental; engenheiro de segurança no trabalho; administrador; tecnólogo em logística; carpinteiro/*builder*; encanador; pedreiro; gesseiro; e eletricista. Essas declarações nominais permitiram a inserção de outras categorias não listadas, inclusive as de formação técnica.

O quarto questionamento listou a se “você empresário conhece o curso de Engenharia Industrial Madeireira, cujo enfoque é voltado para as atividades de industrialização da madeira em produtos manufaturados?”. Similar às três questões supracitadas, as respostas dicotômicas (sim/não) foram incluídas.

E a quinta questão verificou se “você empresário contrataria um Engenheiro Industrial Madeireiro para a produção de sua empresa?”. Nesse caso particular, uma lista fechada de quatro respostas foram apontadas: não; sim; sim, se houvesse uma demanda; e, sim, já emprega esse profissional.

Os resultados foram transformados em percentuais, permitindo averiguar as popularidades de cada resposta e, assim, obter a margem de erro. Esse instrumento foi obtido via o *software Raosoft Sample Size Calculator* de amostragem estatística (RAOSOFT, 2004), mediante as suas preconizações estabelecidas (Tabela 10).

17.3 Resultados e Discussão

A Tabela 11 apontou a população total estimada (Figura 5) e a amostragem das empresas realizada neste estudo (Figura 7), com a sua respectiva margem de erro de $\pm 3.325\%$ que, segundo Pinheiro et al. (2011), é aceitável e próxima do ideal.

Os dois primeiros questionamentos envolveram a verificação, por parte dos produtores de casas de madeira no Brasil, sobre o emprego direto (Figura 63a) e a terceirização (Figura 63b) de profissionais graduados, seja em ambiente fabril e/ou no canteiro de obras para a produção das habitações em madeira. As 107 empresas avaliadas acenaram cenários muito similares para os casos avaliados (Figuras 63a,b), cuja popularidade supera 65% ($\pm 3,325\%$) de presença para ambos os casos.

No entanto, uma parcela visível, ao redor de 35%, ainda não possui qualquer tipo de trabalhador qualificado, especialmente como contratação direta. Esse retrato é ruim para o setor, ainda mais que, segundo CNI (2012b), o baixo nível educacional dos trabalhadores brasileiros tem sido diagnosticado como uma causa fundamental tanto para a perda de competitividade nacional. Ao longo do tempo, a redução dessa terça parte das empresas que sequer contratam profissionais especializados pode ser notada, conforme novos graduados vão sendo alçados ao mercado de trabalho.

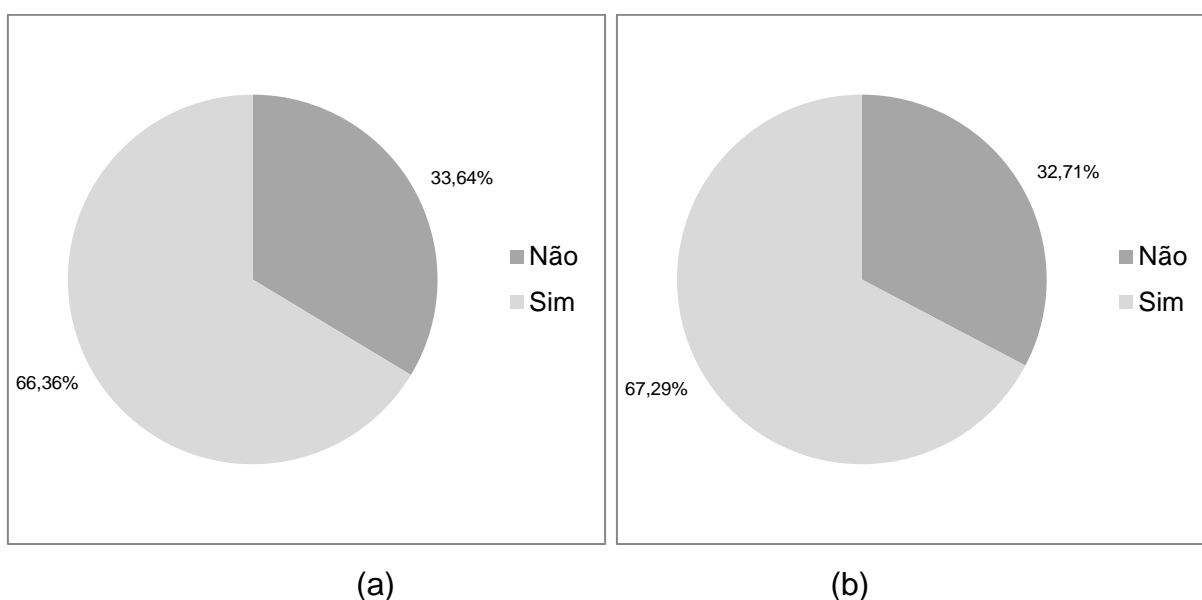


Figura 63: Presença de profissionais graduados na planta ou em canteiro de obra oriundos: (a) do emprego direto e (b) da terceirização.

Essa situação tem sido constatada após a proliferação do ensino superior no Brasil, ocorrida depois de 2003, cujo aumento das vagas nas universidades públicas para os cursos de graduação foi praticamente duplicado (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA, 2013; WESKA et al., 2012). A melhoria da qualidade da educação é fundamental para que o Brasil tenha sucesso em seu desenvolvimento sustentável, em razão da elevação da conscientização ambiental da população e da capacidade dos trabalhadores qualificados para contribuir com processos produtivos sustentáveis (CNI, 2012a).

No tocante aos profissionais graduados presentes nas empresas produtoras de casas de madeira no Brasil, a Engenharia Civil e a Arquitetura surgem como as áreas de capacitação mais populares (Figura 64), com uma ligeira vantagem para os engenheiros, possivelmente, em virtude da possibilidade desse profissional oferecer essencialmente serviços de cálculo estrutural, além do desenho arquitetônico. Os administradores e os engenheiros de segurança no trabalho, elétrico, mecânico e ambiental estão presentes nas duas categorias observadas. Contudo, as formações em Engenharia de Produção e em Engenharia Industrial Madeireira concentram participações, como emprego direto, superior a 5% cada, refletindo em uma nova busca por especialistas na produção fabril da construção em madeira (Figura 64).

A terceira questão verificou as demandas mais essenciais de profissionais capacitados. Então, 85,05% das empresas avaliadas declararam possuir algum tipo de demanda, contra a dispensa dessa demanda por parte de 14,95% desse público.

Assim, a principal demanda dos produtores de casas de madeira no Brasil se voltou para um importante profissional de nível técnico (Figura 65), com um baixo índice de formação no país, o carpinteiro ou *builder*, isto é, o construtor de casas de madeira, cuja carência é sentida por mais de 80% das empresas avaliadas.

Diante dessa profunda demanda observada para o setor produtivo das casas de madeira, o Ministério da Educação (MEC), por meio de suas escolas técnicas estaduais e federais, tem como desafio indispensável ampliar a formação desses profissionais capacitados no ofício da madeira e seus derivados (Figura 65).

Um plano estratégico poderia ser implantado nas escolas técnicas, a partir do estabelecimento de um curso técnico pautado em dois módulos práticos. O primeiro módulo pode ser baseado no beneficiamento da madeira para produção de móveis. Um estágio poderia graduar o profissional na área de marcenaria, cujas tarefas são menos pesadas, por usar matérias-primas lignocelulósicas de menores dimensões.

Sequencialmente, o segundo módulo poderia ser direcionado para a produção de peças e elementos de madeira para construção civil e de casas de madeira. Então, o segundo estágio iria consolidar a formação técnica do profissional em carpintaria.

A grande vantagem dessa formação seria a flexibilidade para o mercado de trabalho, visto que tanto moveleiras, quanto produtores de casas de madeira podem surgir como os principais absorvedores dessa mão-de-obra capacitada no ofício do beneficiamento da madeira. Paralelamente, as construtoras tradicionais também se constituirão como importantes fontes de contratação dessa mão-de-obra, visto que o módulo da carpintaria irá formar profissionais capacitados na produção de telhados e estruturas de cobertura em madeira, amplamente empregadas na construção civil.

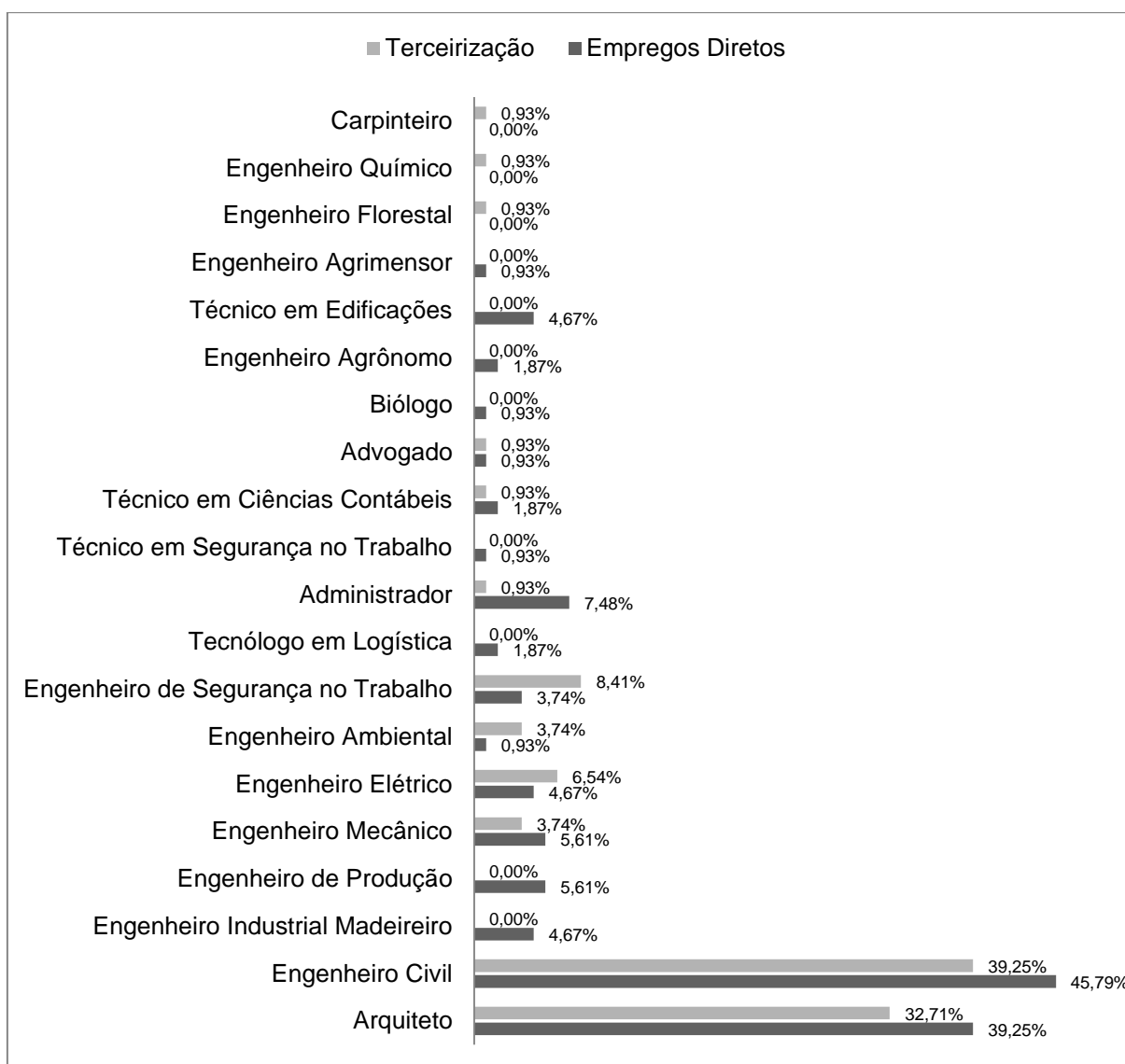


Figura 64: Descrição dos profissionais graduados na planta ou em canteiro de obra à serviço das empresas avaliadas.

Em relação às possíveis localidades para a inserção dos cursos técnicos em carpintaria, os Estados brasileiros com as maiores concentrações dos produtores de casas de madeira surgem como os primeiros destinos: São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná (Figura 5). As regiões com maior incidência de produtores de casas de madeira também devem ser consideradas: Gravataí (RS), São Paulo (SP), Curitiba (PR), Florianópolis (SC), Belo Horizonte (MG), Caxias do Sul (RS), Joinville (SC), Vila Velha (ES), Itatiba (SP) e Campinas (SP).

Ainda poderiam ser incluídos os polos moveleiros que, segundo Ferreira et al. (2008), abrangem: Bento Gonçalves (RS), Araçatuba (PR), Ubá (MG), São Bento do Sul (SC), Votuporanga (SP), Mirassol (SP), Grande São Paulo (SP) e Linhares (ES).

Apesar da popularidade tanto como empregados diretos e/ou terceirizados nesse setor estudado (Figura 64), as áreas da Engenharia Civil e Arquitetura ainda possuem uma demanda bastante visível para o setor (Figura 65), especialmente em relação aos profissionais com especialização na área da construção em madeira, o que tem sido amplamente requisitado sem sucesso por essas empresas avaliadas. Nesse caso, a inserção de disciplinas na área das habitações em madeira pode ser um fator de agregação de conhecimento para esse futuro profissional. Em paralelo, a criação de novas pós-graduações nas áreas da arquitetura e da construção civil em madeira também pode surgir como alternativa extra de capacitação profissional a ser explorada no Brasil. Para isso, tanto o Ministério da Educação (MEC), quanto a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) deveriam estimular as universidades públicas brasileiras na erradicação dessa demanda, a qual incide estrategicamente na produção de habitações de maior qualidade para um país com um, segundo FIESP (2016), notório e alto déficit habitacional.

Os profissionais capacitados na industrialização dos processos produtivos, como das áreas de Engenharia Industrial Madeireira e Engenharia de Produção, são também requeridos por muitas empresas, especialmente aquelas voltadas e/ou com futuro enfoque na produção em maior escala (Figura 65).

No entanto, a categoria de profissionais com uma capacitação mais simples, direcionados para a realização de tarefas pesadas e braçais para a construção civil, como pedreiros, encanadores, eletricitistas, gesseiros e pintores, também se situam como uma demanda muito visível para esse setor observado (Figura 65). A baixa qualificação e a ausência de formação para esses profissionais também constitui em um importante fator a ser observado.

Nos mesmos moldes dos cursos de carpintaria aqui propostos anteriormente, a formação desse tipo de mão-de-obra também pode ser um foco a ser direcionado pelo Ministério da Educação (MEC) em suas escolas técnicas estaduais e federais nas regiões com maior demanda por obras de infraestrutura.

Com o crescimento econômico fortemente baseado na produção de matérias-primas (*commodities*), a produtividade se ressentiu da defasagem de investimentos e da educação da população (CNI, 2012a). Por isso, a capacitação da mão-de-obra voltada para a conversão das matérias-primas produzidas no Brasil em produtos manufaturados de maior valor agregado se torna um importante desafio futuro.

No tocante ao profissional graduado com maior conhecimento adquirido sobre as construções em madeira, isto é, o Engenheiro Industrial Madeireiro, o Brasil já apresenta essa alternativa de formação em quatro diferentes Estados. Segundo o Ministério da Educação (2017), a Engenharia Industrial Madeireira está presente nos seguintes campi: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) em Itapeva (SP); Universidade Federal do Paraná (UFPR) em Curitiba (PR); Universidade Federal de Pelotas (UFPel) em Pelotas (RS); e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) em Jerônimo Monteiro (ES).

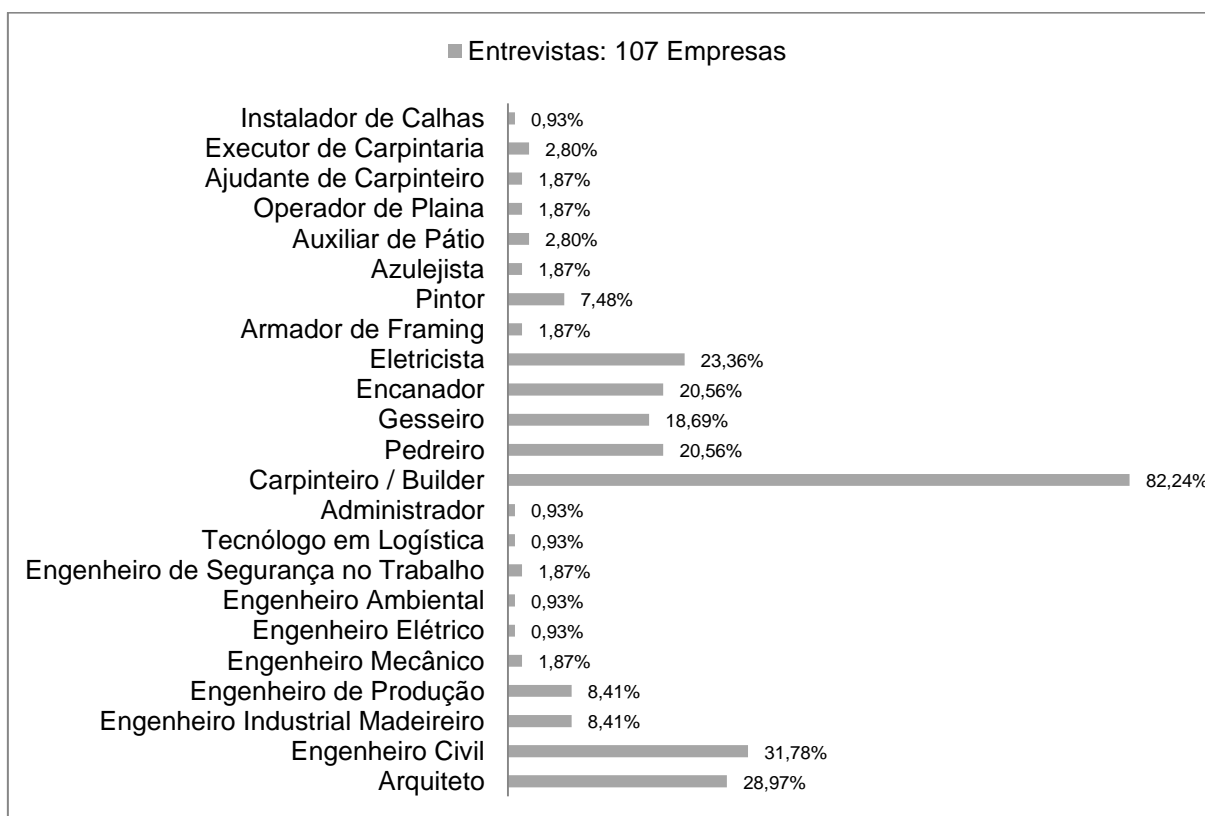


Figura 65: Demanda dos profissionais graduados para as empresas avaliadas.

As suas grandes ausências da Engenharia Industrial Madeireira se situam nos Estados brasileiros de Santa Catarina, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Acre, Pará e Amazonas, os quais concentram importantes maciços empresariais focados em atividades para o processamento da madeira.

Sendo assim, a quarta e a quinta questões foram direcionadas para entender a popularidade desse importante curso para a industrialização de componentes e peças para a construção civil, bem como para produção de casas de madeira.

A quarta questão revelou que 34,58% dos entrevistados disseram conhecer o curso de Engenharia Industrial Madeireira, o que requer uma divulgação mais ampla. No caso daqueles empresários que desconheciam a existência desse curso, isto é, 65,42% desse público, o entrevistador fez um breve relato para a elucidação sobre o mesmo, contribuindo para a sua proliferação no contexto empresarial madeireiro.

Por fim, o quinto questionamento indicou que, após esse esclarecimento base para os entrevistados sobre o enfoque do curso de Engenharia Industrial Madeireira, os profissionais graduados nesse curso seriam facilmente contratados em mais de 78% das empresas avaliadas (Figura 66). Além disso, pouco menos de 5% dessas empresas acenaram já possuírem esse profissional contratado de forma direta. Por fim, somente algo em torno de um sexto do público avaliado decidiu não ter quaisquer intenções de contratações futuras desse profissional especializado, o que retratou a necessidade da exploração da elucidação desse curso inovador para toda a sociedade e, particularmente, para a indústria brasileira.

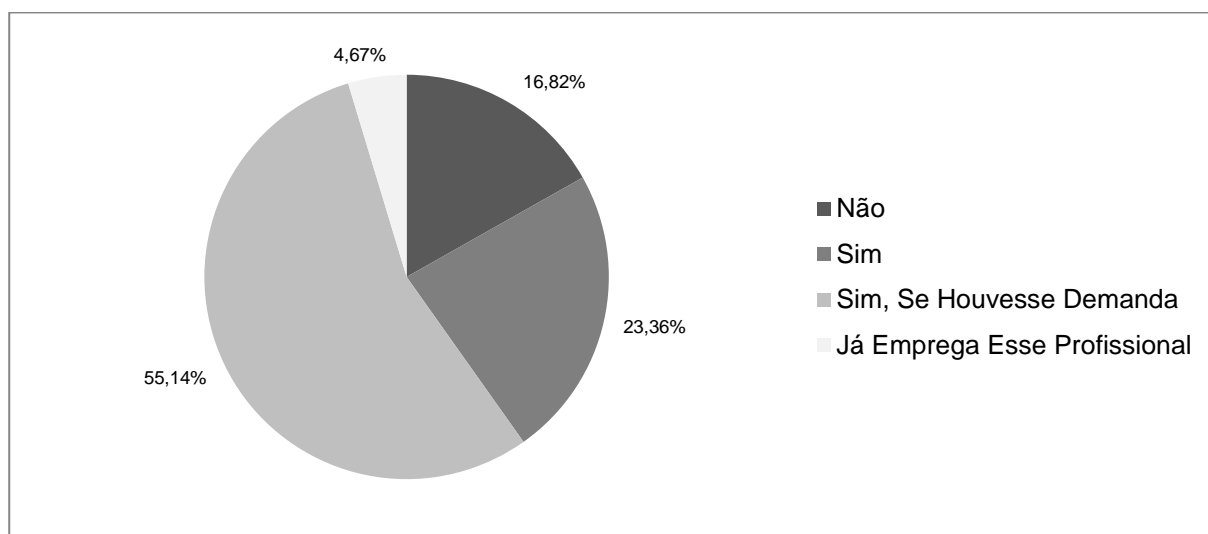


Figura 66: Motivação das empresas amostradas na contratação de um Engenheiro Industrial Madeireiro.

17.4 Conclusões

A maior parte dos produtores de casas de madeira no Brasil emprega algum tipo de mão-de-obra qualificada, quer no cenário de forma direta, quer de maneira terceirizada. Nesse caso, as áreas da engenharia, arquitetura e produção industrial foram as mais frequentes nessas empresas.

A importância da questão sobre as demandas dos produtores de casas de madeira deve ser diretamente relacionada ao direcionamento dos novos planos de ação governamentais para a ampliação da base de profissionais capacitados para o desempenho dessas tecnologias construtivas no Brasil, visando mitigar essa lacuna. Apesar das muitas áreas de formação, a maior demanda ainda se situou no campo das exatas e, particularmente, para as áreas da construção civil e da madeira. A formação técnica de carpinteiros para a construção habitacional em madeira surgiu como a demanda mais urgente a ser combatida, visto que quase todas as empresas do setor estudado têm apresentado grande dificuldade para encontrar especialistas para essa finalidade.

Concomitantemente, a formação de profissionais graduados e pós-graduados em Engenharia Civil e Arquitetura com um maior conhecimento das particularidades e aplicações habitacionais e estruturais da madeira também é bastante requisitada. Essas demandas mais críticas devem ser incluídas nos futuros direcionamentos do Governo brasileiro para a formação de novos profissionais a partir da abertura de novos cursos técnicos e superiores.

Paralelamente, a criação de novos cursos de pós-graduação em habitações em madeira deve ser pensada para aprimorar e capacitar os engenheiros civis, arquitetos e profissionais graduados interessados e/ou envolvidos com a produção dessas habitações à base de madeira.

No caso do curso de Engenharia Industrial Madeireira, a sua popularização tem sido acentuada, apesar da grande parcela das empresas do setor das casas de madeira ainda não terem tido, até antes do momento da entrevista realizada neste estudo, um conhecimento claro do foco elementar dessa proposta de graduação do beneficiamento da madeira. Uma estratégia de disseminação do curso e de suas características pode contribuir para que os graduados na industrialização da madeira possam acessar, em larga escala, mais esse setor produtivo.

Referências

CHALITA, A. C. C. **Estrutura de um projeto para produção de alvenarias de vedação com enfoque na construtibilidade e aumento de eficiência na produção**. 2010. 251 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Avanços da indústria brasileira rumo ao desenvolvimento sustentável**: síntese dos fascículos setoriais. Brasília: CNI, 2012a. 47 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **A indústria brasileira no caminho da sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2012b. 51 p.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016.

DELGADO, M. G. **Curso de direito do trabalho**. 13. ed. São Paulo: LTR, 2014. 1536 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). Levantamento inédito mostra déficit de 6,2 milhões de moradias no Brasil. In: **Portal FIESP**, 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/levantamento-inedito-mostra-deficit-de-62-milhoes-de-moradias-no-brasil/>>. Acesso em 28 mar 2017.

FERREIRA, M. J. B.; GORAYEB, D. S.; ARAUJO, R. D.; MELLO, C. H.; BOEIRA, J. L. F. **Relatório de acompanhamento setorial indústria moveleira**. Vol. 1. Campinas: UNICAMP / ABDI, 2008. 25 p.

FRIGO, J. P.; SILVEIRA, D. S. Educação ambiental e construção civil: práticas de gestão de resíduos em Foz do Iguaçu-PR. **Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 9, n. 9, p. 1938-1952, 2012.

GATTO, D. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na região da quarta colônia de imigração italiana no Rio Grande do Sul**. 2002. 108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **IBÁ 2016**. Relatório Anual. São Paulo: Ibá, 2016. 96 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo da educação superior 2013**. Brasília, INEP, 2013. 23 p.

LANIER, G. M.; HERMAN, B. L. **Everyday architecture of the mid-Atlantic**: looking at buildings and landscapes. Baltimore: John Hopkins, 1997. 424 p.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **e-MEC**: instituições de educação superior e cursos cadastrados. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em 20 abr 2017.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do Rendimento em Madeira Serrada de Pinus para Duas Metodologias de Desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, 2013, p. 556-563.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. São Paulo. 1995. **Anais...** São Paulo, Piracicaba: IPT / IPEF / ESALQ-USP, 1995. p. 50-58.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

WESKA, A. R.; SILVA, A. S.; ILIESCU, D.; NASCIMENTO, H. M.; MARTINS, J. L.; CERQUEIRA, L.; NEDER, M. L. C.; SILVA, T. N.; RODRIGUES, Y. P. **Análise sobre a expansão das universidades federais: 2003 a 2012**. Brasília: MEC, 2012. 55 p.

18 SUPORTE GOVERNAMENTAL PARA O SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo buscou avaliar o acesso, por parte dos produtores de casas de madeira, aos estímulos e políticas possibilitadas por meio de um suporte do governo brasileiro. Inicialmente, uma estimativa das empresas desse setor foi realizada por buscas em websites para delimitar o público alvo, devido à falta de uma entidade de classe. A seguir, entrevistas foram conduzidas em uma área de maior concentração, com o fim de incluir a maior parte do público, dentro das limitações financeiras deste estudo. Com isso, verificou-se que, apesar de sua existência, as políticas públicas são bastante restritas, visto que a maior parte foi idealizada para todos os ramos do setor industrial brasileiro. A sua implantação é necessária para o desenvolvimento do setor produtivo de casas de madeira, contribuindo com a expansão produtiva, qualidade do produto e consumo racional de matéria-prima. A redução de impostos e a isenção fiscal podem atrair novos negócios. A criação de novas políticas públicas direcionadas por esses resultados pode possibilitar em um maior sucesso.

Palavras-chave: Incentivo; Política pública; Casa de madeira; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to evaluate the access by the wooden houses producers to the stimuli and policies made possible by means of a support from the Brazilian Government. Initially, an estimation of the companies of this sector was carried out by website search to delimit the target population, due to the lack of class entities. Next, interviews were carried out in an area of greater industry concentration, in order to include most of the public, within the financial limitations of this study. With this, it was verified that, in spite of its existence, the public policies are quite restricted, since the majority was idealized for all clusters of the Brazilian industrial sector. Then, its implementation is necessary for the development of the wooden housing production sector, contributing to the expansion of productions, product quality, and rational raw material consumption. Tax cuts and tax exemptions could attract new business. The creation of new public policies guided by these results can enable greater success.

Keywords: Incentive; Public policy; Wooden house; Sectoral research

18.1 Introdução

No Brasil, a indústria madeireira voltada para a construção carrega nuances típicos ao cenário da cadeia florestal-madeireira, ou seja, depende de estímulos para a sua consolidação. Independente da técnica construtiva, Batista & Ghavami (2005) indicaram que a maior parte das habitações no Brasil é produzida tradicionalmente de modo simples, isto é, no próprio canteiro de obras.

Similar à indústria da construção civil, Machado & Carvalho (2006) avaliaram que a cadeia da madeira possui em sua maior parte empresas de pequeno porte e, segundo Ponce (1995), “depende de investimentos relativamente baixos e mão-de-obra com pouco treinamento”. Devido a esses baixos investimentos, as madeireiras brasileiras ainda empregam, conforme já alertaram Vital (2008) e Murara Junior et al. (2013), tecnologias ultrapassadas, maquinários de baixo rendimento e equipamentos em mau estado de conservação.

O aperfeiçoamento tecnológico do setor de habitações em madeira constitui em uma notória vertente que contribui com o avanço industrial (DE ARAUJO et al., 2015). A partir de investimentos em tecnologias inovadoras, os produtos oriundos da indústria florestal-madeireira deverão ser lançados visando angariar benefícios para toda a sociedade (IBA, 2017). Porém, para a realização dos avanços tecnológicos se torna fundamental o acesso às linhas de crédito para a aquisição de tecnologias e de máquinas modernas, capacitação de pessoal, expansão produtiva, etc. A redução e a isenção de impostos também contribuem com o direcionamento de montantes financeiros adicionais para melhoria da qualidade produtiva.

Então, Ceni (2003) sugeriu que o governo deve atuar como um facilitador do processo, oferecendo aos empresários, condições bastante favoráveis ao projeto de industrialização, e os empresários realmente investindo na modernização fabril e na qualificação de sua mão-de-obra. Apesar da grande viabilidade exposta ao longo das últimas décadas, o setor florestal brasileiro, quando comparado a outros setores da economia, ainda é tratado de forma inadequada e injusta (CARVALHO et al., 2005). Com isso, a produção de matéria-prima deve se apresentar como outro fator fundamental a ser explorado pelo governo brasileiro, pois, segundo Bacha (2001), é importante definir as novas políticas de incentivo ao reflorestamento, com um maior enfoque nos pequenos e médios produtores rurais. Entretanto, a produção de madeira voltada para a construção civil se constitui em uma orientação ainda não contemplada nas políticas públicas nacionais, visto que a maior parte dos plantios atuais é direcionada para a produção de papel e celulose e painéis derivados.

Silva (2010) verificou em seu estudo que a falta da madeira não consistiu no maior obstáculo para a expansão da cadeia produtiva da habitação em madeira, mas sim a ausência de políticas públicas para incentivar o seu desenvolvimento.

Diante disso, este estudo buscou avaliar o acesso, por parte dos produtores de habitações em madeira, aos estímulos e políticas possibilitadas por meio de um suporte do governo brasileiro. Para tal, as seguintes hipóteses avaliadas:

- A maior parte dos produtores de casas de madeira não possui um acesso a quaisquer tipos de políticas de suporte e estímulo público;
- Por conta da menor expressividade do setor produtivo de casas de madeira, o governo brasileiro não possui qualquer prática de estímulo específico;
- Apesar da existência das linhas de crédito público, por bancos públicos de desenvolvimento, o acesso ainda é limitado e não atende todo esse setor.

18.2 Material e Métodos

Este trabalho partiu da aplicação de um formulário junto aos produtores de casas de madeira situados na macrorregião delimitada (Figura 7), por meio de duas questões para verificar o suporte e incentivo governamental para esse ramo fabril. O modo de condução desta pesquisa foi claramente descrito no item 6.2 (Capítulo 6).

De caráter qualitativo, o primeiro questionamento foi: “a sua empresa conta ou já contou com algum tipo de apoio ou incentivos do governo?”. Respostas do tipo tricotômicas, isto é, “sim”, “não” ou “não informou” foram apontadas aos empresários entrevistados. Na condição afirmativa, cinco múltiplas respostas com múltipla escolha foram listadas para determinar quais os tipos de apoio ou incentivos. Essa segunda parte ocorreu de forma híbrida, isto é, com a possibilidade de inserção, por parte dos empresários, de outras respostas não contempladas no formulário: financiamento para a empresa; redução de impostos; isenção fiscal; presença em incubadoras ou parques tecnológicos; e uso da técnica em madeira em obras públicas.

Com uma concepção similar à questão anterior, a segunda pergunta foi: “a sua empresa tem ou teve acesso a financiamentos para a sua melhoria/expansão?”. Respostas tricotômicas foram estabelecidas (sim/não/não informou), cuja resposta afirmativa direcionou em cinco respostas, tal como na primeira questão, de maneira híbrida e múltipla: BNDES (cartão BNDES ou FINEM); BNDES-FINAME (máquinas e equipamentos); PROGER (emprego e renda); empréstimos em bancos públicos; e fundos de pesquisa (FINEP/FAPESP/CNPq).

Por fim, a obtenção dos resultados coletados na amostragem realizada incluiu a sua respectiva discussão. As respostas obtidas foram convertidas para percentuais para permitir sua representação. E a margem de erro para o estudo foi calculada por meio do *software online Raosoft Sample Size Calculator* de amostragem estatística (RAOSOFT, 2004), para identificar a abrangência e qualidade da amostra, segundo os seus parâmetros estatísticos (Tabela 10).

18.3 Resultados e Discussão

Os resultados das etapas de identificação da população empresarial (Figura 5), amostragem realizada na coleta de dados oriunda da segunda etapa (Figura 7) e do cálculo da margem de erro obtida, isto é, $\pm 3,325\%$, estão dispostos na Tabela 11. A amostragem realizada demonstrou uma margem de erro de $6,65\%$, abaixo do nível aceitável de 10% e próxima do ideal de 5% , tal como indica Pinheiro et al. (2011).

A primeira questão, sobre o acesso das empresas do setor brasileiro de casas de madeira a apoios e/ou incentivos governamentais (Figura 67a), demonstrou que a metade dessas empresas amostradas não possui e/ou possuiu quaisquer acessos a incentivos e/ou apoios governamentais. Porém, a segunda questão, sobre o acesso empresarial a financiamentos públicos voltados para a expansão e/ou melhoria da capacidade produtiva do setor produtivo de casas de madeira (Figura 67b), indicou que a maior parte do público avaliado não possui e/ou não teve acesso às soluções com o foco na melhoria tecnológica e ampliação produtiva. Em ambos os casos, o cenário foi crônico e similar ao que Silva (2010) já apontava em seu estudo, cuja “expansão de toda a cadeia produtiva da habitação em madeira não tem avançado e prosperado pela carência de políticas efetivas para o seu desenvolvimento”.

As políticas públicas devem representar o conjunto das ações direcionadas para o fomento da atividade florestal, o progresso tecnológico e o combate ao déficit habitacional do Brasil, dentro de um plano de desenvolvimento sustentável, nas suas diversas dimensões: econômica, social, política, ambiental e cultural (SILVA, 2010). Sendo assim, a concepção de novas políticas públicas para o setor produtivo de casas de madeira no Brasil deve atender as suas principais demandas e dificuldades e enfoques futuros. O estabelecimento das diretrizes desses planos deve criar um canal indutor do desenvolvimento desse setor, facilitando o acesso pelas empresas.

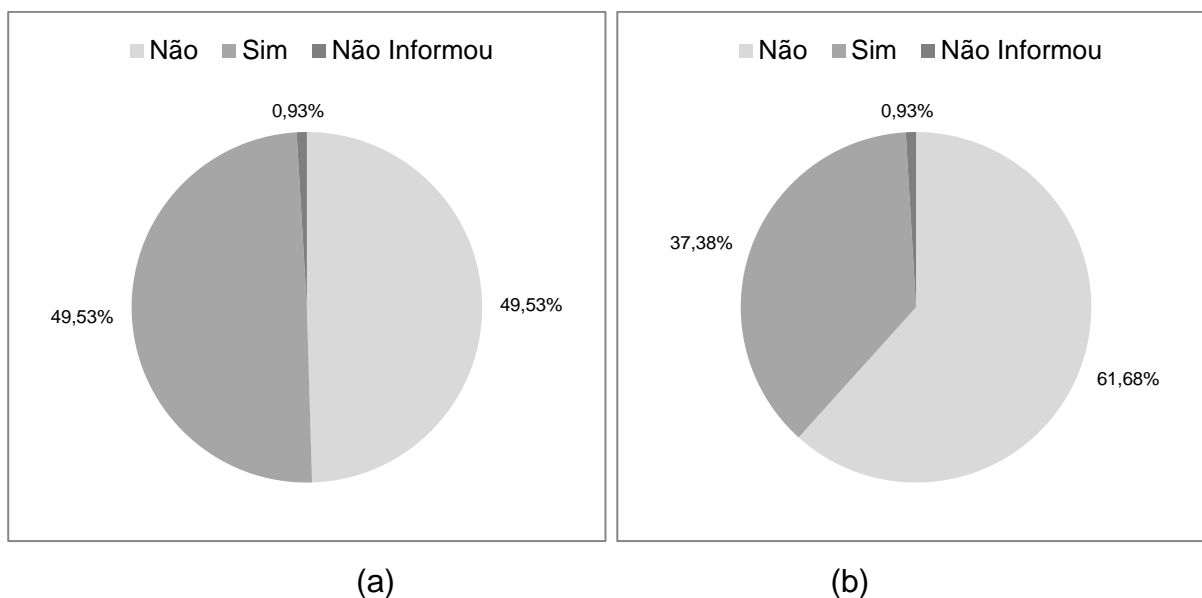


Figura 67: Acessos a (a) incentivos governamentais e (b) financiamentos públicos.

A Figura 68 demonstra que pouco mais de um terço dos produtores avaliados conseguiu algum financiamento público para a melhoria e/ou ampliação produtiva. O resultado idêntico ao obtido na Figura 67b revelou uma declaração bastante precisa por parte dos produtores de casas de madeira, comprovando o conhecimento pleno deles sobre o foco da questão averiguada. Essa estratégia de respostas cruzadas, ou repetidas, serviu como uma tática de contraprova, realizada pelo entrevistador, para averiguar se esses empresários entrevistados tinham uma noção definida sobre o acesso às políticas de financiamento público. No tocante ao resultado, o mesmo foi bastante baixo, em virtude da abrangência restrita desse suporte governamental, cuja presença deve ser ampliada no futuro, ao passo que o país necessita aprimorar e ampliar o seu parque industrial das construções habitacionais em madeira.

Menos de um sexto desses produtores já conseguiram a produção de casas de madeira para alguma obra pública, exibindo uma forte restrição do uso público dessas soluções (Figura 68). Apesar de ser uma tática exemplar à população para o estímulo ao uso dessas habitações, a sua impopularidade se relaciona com a atitude negativa, por parte do Estado, da ausência de manutenção de suas propriedades.

A redução de impostos revelou ser em uma estratégia pouco explorada pelo governo, enquanto que os incentivos para capacitações tecnológicas empresariais e o acesso a incubadoras e parques tecnológicos foram quase imperceptíveis, diante da baixa representatividade (Figura 68). A expansão do acesso a capacitação pessoal e a tecnologia devem ser amplamente incentivados pelo governo brasileiro.

A isenção fiscal, muito frequente em outros setores econômicos, se revelou inexistente em um setor produtivo ainda em desenvolvimento no Brasil (Figura 68). A sua proliferação para novas empresas deve ser estudada e implantada, com o intuito de ampliar a capacidade produtiva do setor, mediante a criação de novos negócios.

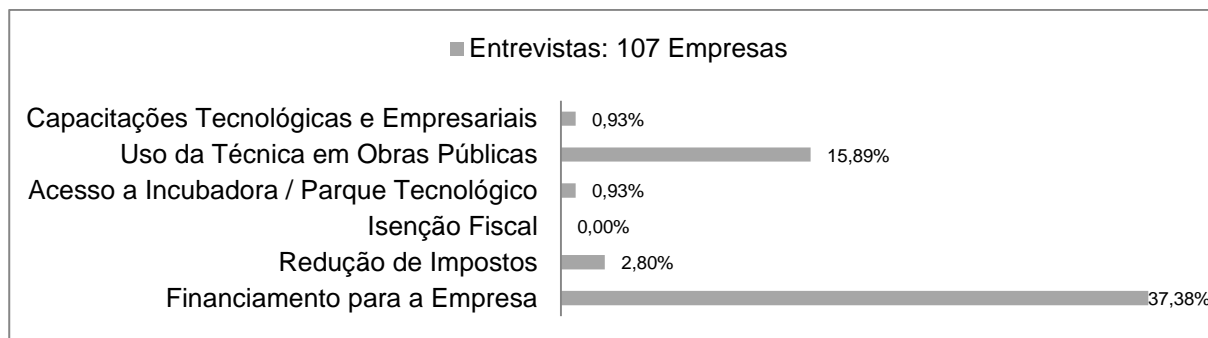


Figura 68: Incentivos governamentais utilizados pelos produtores avaliados.

Em relação aos financiamentos públicos (Figura 69), a utilização do BNDES-Finame, voltado para a aquisição de maquinários e equipamentos, se exibiu como a alternativa mais utilizada nesse contexto, alcançando quase um quinto da amostra. Os financiamentos concebidos estimular, ampliar e criar práticas produtivas, como o cartão BNDES e FINEM, se tornaram a segunda forma de empréstimo público mais popular, estando acessível a quase um quinto dessas empresas. Os financiamentos públicos convencionais, obtidos diretamente nos bancos públicos, como Banco do Brasil e Caixa Econômica Federal, surgiram como o terceiro tipo mais comum ao setor produtivo de casas de madeira. E o baixo acesso ao PROGER (Figura 69), o programa para a geração de emprego e renda, se demonstrou pouco acessível.

O acesso aos fundos de pesquisa para a criação de novos negócios e/ou o desenvolvimento e produção de novas tecnologias e de produtos inovadores revelou uma presença bastante reduzida no setor (Figura 69). Como algumas das técnicas habitacionais em madeira concentram muita tecnologia embarcada, essa tática deve ser fortemente explorada pelo governo brasileiro para atrair novos projetos de produção de habitações sustentáveis. De Araujo et al. (2016) verificaram que a forte industrialização com a pré-fabricação das casas de madeira deve ser o centro das atenções no futuro próximo, consoante à profunda falta de habitação nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento.

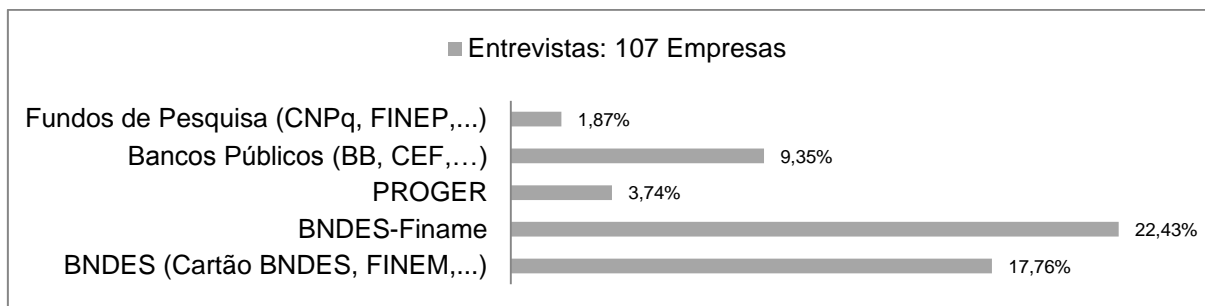


Figura 69: Financiamentos públicos utilizados pelos produtores avaliados.

Em seu estudo, Silva (2010) indicou que a estagnação e o atraso tecnológico da cadeia produtiva da habitação em madeira plantada resultavam de: má gestão do potencial florestal, mau funcionamento do parque tecnológico, baixa capacitação da mão-de-obra e a inconsistência das políticas públicas voltadas para as cadeias florestal, madeireira e da habitação social. Apesar da presença de muitas soluções benéficas para o setor produtivo de habitações em madeira, listadas nas Figuras 68 e 69, ainda são pouco populares ou são restritas a poucos empresários.

A difusão e popularização dessas estratégias já existentes devem ser o foco principal do governo brasileiro, para que todas as empresas desse setor possam usufruir de uma ampliação e de um aprimoramento de suas técnicas e tecnologias produtivas. Acerca disso, Fares et al. (2015) estabeleceram que as políticas e planos devem levar em conta os compromissos entre a capacidade das florestas armazenar carbono e produzir produtos de madeira e outros serviços ecossistêmicos.

18.4 Conclusões

Apesar da existência de algumas políticas e incentivos governamentais para o setor produtivo de casas de madeira, a sua abrangência é bastante restrita. Quase a totalidade dessas estratégias públicas foi idealizada para a indústria nacional, isto é, está acessível a quaisquer ramos industriais, não favorecendo as indústrias limpas.

O desenvolvimento e a implantação de práticas de estímulo são necessários para que o setor estudado brasileiro consiga se desenvolver. Um aprimoramento da tecnologia obsoleta desse setor produtivo de casas de madeira possibilitaria obter produtos com uma maior qualidade e um menor consumo de matéria-prima.

Enquanto isso, a ampliação da capacidade produtiva irá contribuir com o aumento da quantidade de habitações em madeira produzidas no país e auxiliar na redução do alto déficit habitacional brasileiro atual.

Os financiamentos públicos para empresas não estão acessíveis a todos. Isso reforça a necessidade imediata de uma ampliação desse tipo de acesso financeiro, especialmente aos pequenos produtores, os quais usualmente possuem uma maior dificuldade de expansão da capacidade produtiva e de aprimoramento tecnológico.

A redução de impostos e a isenção fiscal para esse maciço empresarial se tornam fatores bastante necessários, com o propósito paralelo de estimular a criação de novos negócios.

Apesar da baixa existência de obras públicas produzidas em madeira, essa alternativa deve ser mais bem explorada pelo governo brasileiro. Isso possibilitaria um maior contato da população com esses exemplos construtivos mais sustentáveis, contribuindo na redução de barreiras culturais negativas ainda existentes. Ademais, essas alternativas de moradia possibilitam a realização de obras públicas em prazos mais curtos e de caráter emergencial para atender populações desabrigadas e/ou oriundas de áreas de risco.

O estabelecimento dessas ações direcionadas para as políticas públicas pode ampliar a produção de moradias para o país, cujo déficit habitacional ainda persiste em elevados índices. Paralelamente, esses estímulos devem ser prioritariamente voltados para estimular as empresas existentes e atrair novos empreendedores na produção de habitações à base de madeiras de florestas plantadas de espécies exóticas e/ou nativas, em prol manutenção das florestas tropicais naturais.

Referências

BACHA, C. J. C. O sistema agroindustrial da madeira no Brasil. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 4, p. 975-993, 2001.

BATISTA, E. M.; GHAVAMI, K. Development of Brazilian steel construction. **Journal of Constructional Steel Research**, Londres, v. 61, n. 8, p. 1009-1024, 2005.

CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 1, p. 105-118, 2005.

CENI, E. A. **Modelo para análise de custos nos processos de beneficiamento da madeira**. 2003. 198 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

DE ARAUJO, V. A.; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; ALVES, P. R. G.; VASCONCELOS, J. C. S.; GONÇALVES, M. T. T.; GARCIA, J. N. Maquinário na indústria de casas de madeira do Estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL PARANAENSE, 5., 2015, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APRE, 2015. p. 1-7.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016.

FARES, S.; MUGNOZZA, G. S.; CORONA, P.; PALAHÍ, M. Five steps for managing Europe's forests. **Nature**, Londres, v. 519, p. 407-409, 2015.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **As árvores plantadas e seus múltiplos usos**. São Paulo: Ibá, 2017. 4 p.

MACHADO, D. D. P. N.; CARVALHO, C. E. Traços culturais de pequenas empresas do setor madeireiro. **Revista Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 16-24, 2006.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, 2013, p. 556-563.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. São Paulo. 1995. **Anais...** São Paulo, Piracicaba: IPT / IPEF / ESALQ-USP, 1995. p. 50-58.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

SILVA, R. D. **Plantando casas**: estudo da cadeia produtiva para a implantação de habitação de interesse social em madeira de *Pinus* spp no Paraná – Brasil. 2010. 198 p. Tese (Doutorado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

VITAL, B. R. **Planejamento e operações de serrarias**. Viçosa: UFV, 2008. 211 p.

19 ENTIDADES DE CLASSE DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL

Resumo

Este capítulo teve como foco averiguar a participação dos produtores de habitações em madeira em organizações generalistas, bem como identificar quais organizações poderiam ser concebidas para representar os seus anseios e defender seus direitos. Um diagnóstico curto foi aplicado *in loco* aos empresários proprietários dos produtores de casas de madeira no Brasil, o qual foi baseado em duas questões qualitativas, cujas respostas foram convertidas para percentuais. Esses produtores de casas de madeira no Brasil não possuem qualquer organização oficial, o que tem forçado na procura por outros tipos de representação em setores correlatos. A falta de representação corporativa e/ou trabalhista é tão grande que motiva àqueles empresários amostrados em declarar a necessidade da criação de associações e de sindicatos. Então, algumas sugestões de novas organizações foram sinalizadas para estabelecer um direcionamento futuro.

Palavras-chave: Associação; Sindicato; Casas de madeira; Diagnóstico setorial

Abstract

This chapter aimed to check the participation of wooden housing producers in generalist organizations, as well as identifying which specific organizations could be designed to represent their desires and defend their rights. A survey was applied *in loco* with the producers of wooden housing in Brazil, which was based on two qualitative questions, whose responses were converted to percentage values. These Brazilian wooden housing producers do not have any official organization, which has forced the search for other types of representation in related sectors. The lack of corporate and/or labor representation is so great that it motivates those companies to declare the need to create associations and unions. Then, some suggestions of new organizations were signaled to establish a future direction.

Keywords: Association; Labor union; Wooden houses; Sectoral research

19.1 Introdução

A partir de meados do Século XIX, quando um grupo de pessoas optasse por fundar uma associação no Brasil era obrigatório que os interessados pedissem uma autorização na delegacia mais próxima do local de suas possíveis reuniões (JESUS, 2007). As organizações privadas com fins públicos são as instituições de caridade, organizações religiosas, entidades voltadas para as artes, associações profissionais, sindicatos, organizações comunitárias e outras organizações voluntárias (HUDSON, 1999).

Uma organização de natureza privada surge sempre quando indivíduos da sociedade civil unem-se com o objetivo de consolidar esforços e recursos para suprir algumas necessidades sociais, as quais não podem ser sustentadas pelo governo (SANTOS et al., 2010). O seu objetivo é comum à promoção do interesse geral, assumindo formas jurídicas e nomenclaturas distintas, com origens relacionadas à formação institucional e à dinâmica presente em cada sociedade (ANDION, 2005).

A criação de uma associação pode ocorrer por incompetência administrativa ou ausência de política pública que permita que recursos e ações sejam destinados a atender a estas necessidades (SANTOS et al., 2010). Loss (2010) determinou que as associações de classe são vistas como um espaço estratégico para identificar as ações das elites econômicas, o caráter e a condução dos seus interesses. Então, tais associações – de classe, profissional, científica, religiosa, desportiva, recreativa, cultural ou beneficente – eram concebidas com o intuito de organizar, explicitar ou defender os interesses materiais, ideológicos, políticos ou civis de um coletivo qualquer (JESUS, 2007). Doucet & Favreau (1991) avaliaram que tais iniciativas se baseiam na comunidade de origem, em especial, por uma rede de relações comuns.

A estrutura básica das associações profissionais ou de classe inclui atividades relacionadas às organizações empresariais e patronais, associações profissionais e organizações sindicais (SALAMON & ANHEIER, 1996).

Santos et al. (2010) classificaram as associações conforme a sua natureza, endógena, no caso das atividades dedicadas ao benefício do quadro social como as associações de classe e patronais, ou exógena, quando visam um bem público em favor de indivíduos de fora de seu quadro social como os sindicatos.

A regulamentação das classes patronais e operárias no Brasil, estabelecida pelo Decreto n. 19 770, de 19 de março de 1931, delimita que as associações de classe podem ser designadas como sindicatos, federações e confederações, cujas esferas são local, estadual e nacional, respectivamente (BRASIL, 1931).

Os sindicatos surgiram no contexto da era industrial, face às reivindicações para defender os direitos dos operários (LOUREIRO, 1967). As ações sindicais não se limitam aos aspectos econômico-políticos, mas também ao campo de formação, em prol de novos saberes, autonomia cidadã, consciência política e politização, para superar os desafios emergentes do mundo capitalista (SOARES & CABRAL, 2012).

Na ótica empresarial, Santos et al. (2010) assinalaram que as associações tem como intuito a promoção de benefícios aos seus associados, como por exemplo, prestação de serviços diversos aos associados, influência junto aos órgãos públicos, união de forças para gerar poder de negociação com fornecedores, entre outros.

Grande parte das profissões existentes na sociedade conta com movimentos associativos e entidades de classe (RIBEIRO et al., 2015). Contudo, alguns nichos como o setor produtivo de casas de madeira ainda não possuem quaisquer tipos de representatividade direta no Brasil, seja para empresários ou para trabalhadores.

No fim do Século XIX, pequenos industriais oriundos do Norte de Portugal, os quais se sentiam marginalizados em uma organização dominada por representantes das grandes fábricas têxteis, se juntaram para criar a União dos Industriais do Porto para defender o trabalho nacional (ALVES, 1996). Em um paralelo com o cenário da construção civil brasileira, algumas associações, câmaras e sindicatos voltados para esse fim direcionam as suas ações preferencialmente ao grupo produtor de obras de alvenaria, em detrimento das outras técnicas construtivas. Diante dessa exclusão, a criação de novas organizações representativas para os produtores e trabalhadores da construção habitacional em madeira se torna necessária, visto que a maior parte das dificuldades enfrentadas por esses produtores, especialmente no que se refere ao campo florestal-madeireiro, se diferem dos obstáculos da construção tradicional.

Mediante essa problemática, o presente estudo teve como objetivo averiguar a participação dos produtores de casas de madeira em organizações generalistas, bem como identificar quais organizações poderiam ser concebidas para representar os seus anseios e lutar por seus direitos. Então, algumas hipóteses foram listadas:

- A maioria dos produtores avaliados não faz parte de quaisquer organizações;
- Existe uma demanda visível para a criação de organizações para representar as empresas que produzem casas de madeira no Brasil.

19.2 Material e Métodos

Este estudo foi formado por uma pesquisa para revelar a situação do setor produtivo de casas de madeira em relação às entidades de representação de classe presentes no Brasil. Duas questões foram aplicadas ao público amostrado, com o fim de averiguar esse contexto, cuja abordagem e a condução deste *survey* está registrada no Capítulo 6 (item 6.2).

O primeiro questionamento de cunho qualitativo perguntou se “a sua empresa participa de organizações com outras empresas da habitação em madeira?”. Então, respostas do tipo tricotômicas, isto é, “sim”, “não” ou “não informou” foram indicadas ao público amostrado. Em caso afirmativo, três outras respostas foram inicialmente indicadas identificar o tipo de organização declarado: sindicatos, associações e cooperativas. Porém, a inserção de outros tipos de organizações foi possível, pelo caráter híbrido do questionamento.

A segunda questão se focou na condição se “a sua empresa sente falta de alguma dessas organizações?”. Similar à primeira questão, respostas tricotômicas foram listadas (sim/não/não informou). Contudo, os respondentes foram estimulados a responder quais tipos de organizações fazem falta para esse setor. As respostas foram abertas, permitindo a criação de um cenário maior de ideias e conceitos.

A conclusão da pesquisa resumiu na obtenção desses dados, conversão para o entendimento e a sua discussão final nesse documento. Essas respostas obtidas foram convertidas para percentuais, possibilitando a sua representatividade. Então, a margem de erro foi verificada, por meio do *software* de amostragem estatística *Raosoft Sample Size Calculator* (RAOSOFT, 2004), para averiguar a abrangência da amostragem, segundo as prescrições desse programa (Tabela 10).

19.3 Resultados e Discussão

A realização da amostragem neste diagnóstico alcançou 50,95% de toda a população (Figura 7). De acordo com Pinheiro et al. (2011), as margens de erro para os estudos censitários devem se situar no nível de 10% para que sejam aceitáveis, ou então, até 5% para serem identificadas como ideais. A partir disso, foi possível verificar a margem de erro para este estudo ($\pm 3,325\%$), que segundo a literatura, se situou próxima do ideal e muito abaixo do patamar máximo de aceitável (Tabela 11). Esse resultado revelou uma amostra com muita representatividade de indivíduos.

A verificação da presença formal desses produtores de casas de madeira em organizações revelou que uma parcela bastante representativa dessa amostra não possui qualquer relação participativa, mesmo em organizações gerais (Figura 70a), visto que não existe qualquer entidade voltada para o setor de casas de madeira.

Essa situação contrasta com a grande demanda pela criação de algum tipo de representação para esse setor, seja na ótica empresarial ou trabalhista, pois mais da metade das empresas avaliadas sentem com a ausência de representações para aglutinar as empresas do setor produtivo de casas de madeira no país (Figura 70b).

Devido à carência de organizações declaradamente voltadas para o setor de casas de madeira, muitas empresas foram motivadas a participar em organizações de outras atividades produtivas correlatas (Figura 70a). Assim, a Figura 71 indicou que sindicatos e associações foram aqueles com maior adesão empresarial.

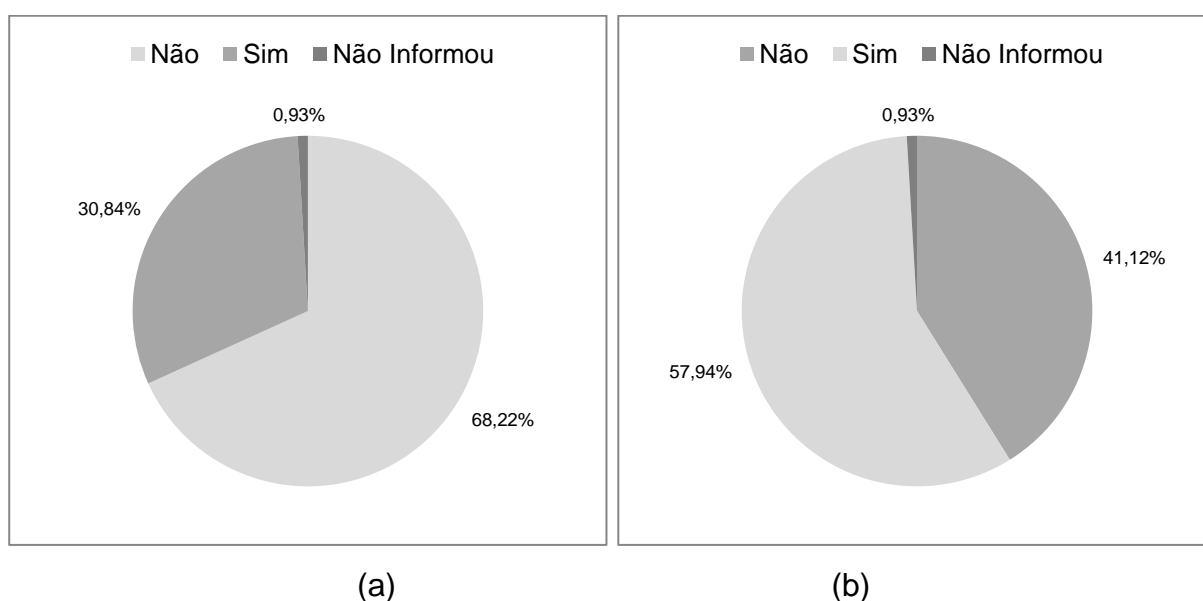


Figura 70: Organizações: (a) participação formal e (b) demanda por parte do setor.

No entanto, uma pequena parcela do público amostrado ainda declarou oficialmente e estrategicamente fazer parte de institutos de tecnologia e pesquisa, comissões de articulação produtiva e setorial e de cooperativas de produção (Figura 71). Esse panorama sugere que algumas empresas, mesmo em um contexto de carência de representatividade, têm se unido a outros setores para se fortalecerem mutuamente.

No tocante às demandas por maior representação específica para o setor produtivo de habitações em madeira, essas empresas avaliadas declararam que as associações constituem em uma necessidade básica e imediata, em virtude de sua visível reivindicação (Figura 72). Esse resultado foi expressivo em relação aos outros devido ao foco particular das associações de classe, as quais representam e lutam pelos direitos empresariais. Contudo, a criação de sindicatos surgiu como a segunda maior demanda do setor, mesmo tendo foco trabalhista.

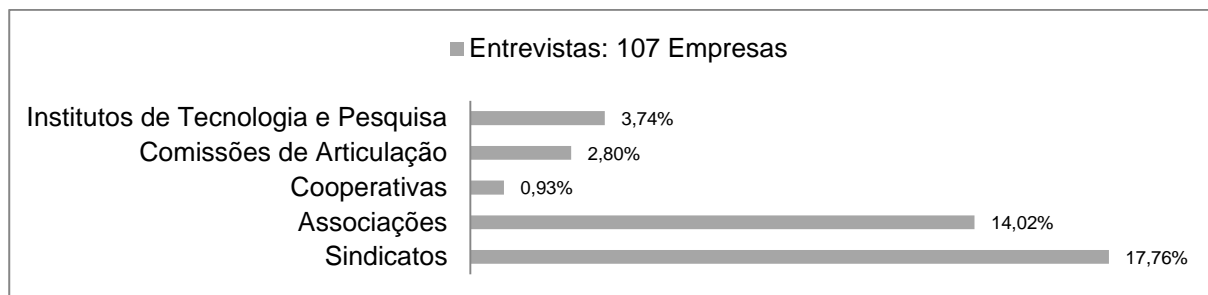


Figura 71: Tipos de organizações setoriais com participação das empresas.

Esse panorama aponta que algumas empresas estão ativas na luta pelos direitos do trabalhador. Uma pequena parte das empresas declarou a necessidade da criação de cooperativas e de institutos de tecnologia e pesquisa sobre as casas de madeira (Figura 72).

Acerca disso, esses empresários avaliados nessa amostragem apontaram as principais organizações reivindicadas (Figura 73). A associação dos produtores de casas de madeira consistiu na maior necessidade, alcançando quase 40% de todos os entrevistados, a uma margem de erro de $\pm 3,325\%$.

Em uma menor escala, outras associações e cooperativas voltadas para a construção civil em madeira, técnica construtiva de *woodframe*, madeireiros e outros enfoques correlatos também foram apontadas.

Devido à desarticulação e informalidade do setor, muitos empresários ainda declararam a necessidade de criação de sindicatos trabalhistas para representar os seus trabalhadores e profissionais (Figura 73), denotando uma carência imediata de representatividade desse setor produtivo de casas de madeira no país, ao passo que essa foi a segunda maior demanda. No entanto, para que tais alternativas sejam eficazes, ainda será necessária a realização de articulações entre seus membros e o auxílio político nos contextos municipais, estaduais e federais.

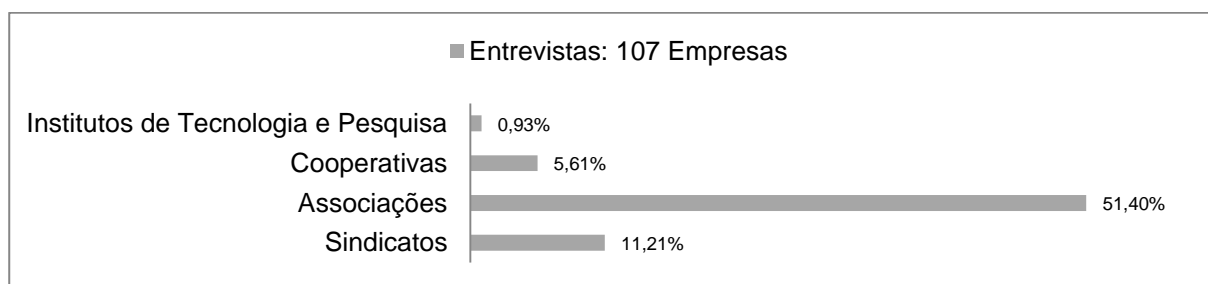


Figura 72: Demandas organizacionais das empresas avaliadas.

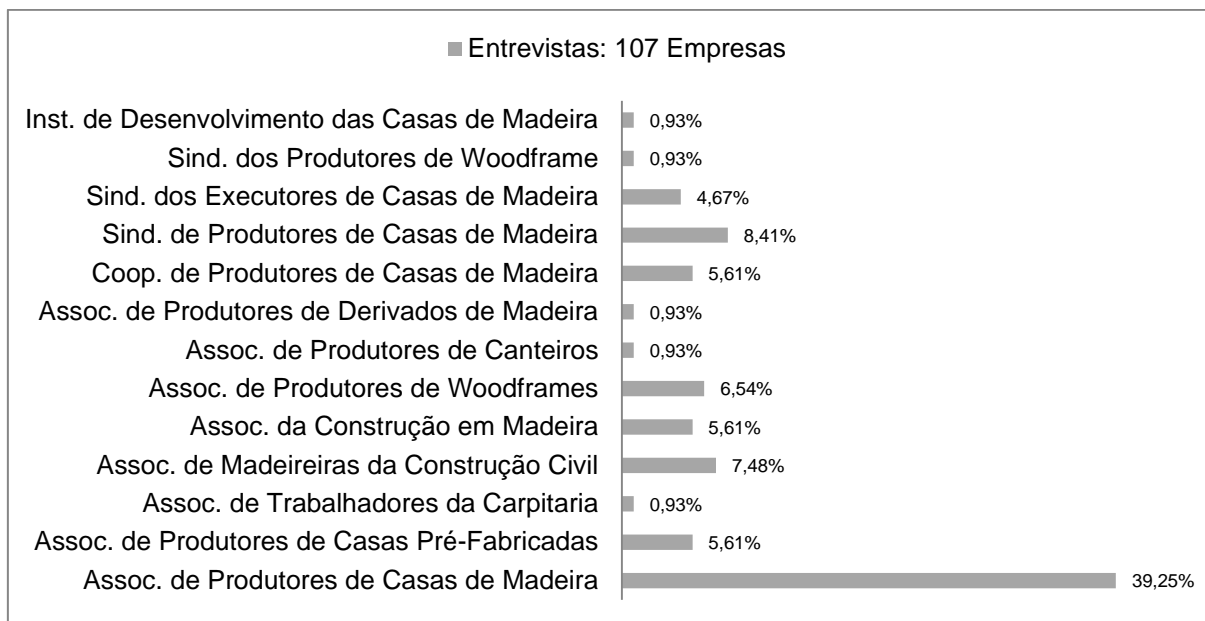


Figura 73: Sugestões organizacionais das empresas avaliadas.

19.4 Conclusões

Os produtores de casas de madeira no Brasil não possuem qualquer tipo de organização oficial, o que tem forçado na procura por outros tipos de representação em setores correlatos. Porém, essa saída se torna um tanto limitada, pois a maioria das representações não está ambientada ao contexto das habitações em madeira, o qual se encontra em estágio inicial de desenvolvimento e expansão, apesar de sua presença desde o Século XIX. Então, a ausência de representação, seja no âmbito corporativo ou trabalhista, é tão grande que motiva os empresários amostrados em declarar a necessidade da criação de associações e sindicatos. Diante da relevância desse tema, sugestões foram pontuadas para que seja possível criar um canal de representação e associação entre produtores e trabalhadores da habitação em madeira, com o fim de lutar por seus interesses e necessidades junto ao governo brasileiro, procurando estimular e melhorar as condições do setor.

Referências

ALVES, J. F. Interesses industriais e clivagens associativas: a união dos industriais do Norte (1897-1900). **Revista da Faculdade de Letras: História**, Porto, v. 13, n. 2, p. 515-534, 1996.

BRASIL. Decreto nº 19.770, de 19 de Março de 1931. Regula a sindicalização das classes patronais e operárias e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília: Chefe do Governo, 1931.

DOUCET, L.; FAVREAU L. **Théorie et pratiques en organisation communautaire**. Québec: Presses de l'Université du Québec, 1991. 488 p.

HUDSON, M. **Administrando organizações do terceiro setor: o desafio de administrar sem receita**. São Paulo: Makron Books, 1999. 309 p.

JESUS, R. P. Associativismo no Brasil do Século XIX: repertório crítico dos registros de sociedades no Conselho de Estado (1860-1889). **Lócus**, Juiz de Fora, v. 13, n. 1, p. 144-170, 2007.

LOSS, C. D.; GOMES, A. P.; GOLDONI, A. G.; TAGLIARI, L. D.; MACULAN, L. S. Valor imobiliário de habitações populares de acordo com padrões de acabamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016. 15 p.

LOUREIRO, J. E. Aspectos do conflito industrial no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 7, n. 24, p. 42-77, 1967.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

RIBEIRO, A. B.; MIRANDA, A. C. D.; REIS, J. M. Movimento associativo e entidades de classe: discussões existentes e a produção científica. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 2-19, 2015.

SALAMON, L. M.; ANHEIER, H. K. The international classification of nonprofit organizations: ICNPO-revision 1, 1996. **Working Papers of the Johns Hopkins Comparative Nonprofit Sector Project**, Baltimore, n. 19, p. 1-24, 1996.

SANTOS, C.; CAMARGO, S. H. C. R. V.; GIULIANI, A. C.; NOVAES NETTO, A. F.; SPERS, V. R. E. Competências de uma associação de classe e o seu exemplo administrativo e ao meio ambiente. **eGesta**, Santos, v. 6, n. 2, p. 102-127, 2010.

SOARES, R. M. F.; CABRAL, C. L. O. A presença das entidades representativas na formação profissional do pedagogo: resgate dos movimentos. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL "EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE", 6., 2012, São Cristovão. **Anais...** São Cristovão: UFS, 2012. p. 1-15.

20 DIFICULDADES DO SETOR DE CASAS DE MADEIRA NO BRASIL: PRODUTO ACABADO, EMPRESA E SETOR

Resumo

Este capítulo final buscou identificar as principais dificuldades encontradas sobre o panorama brasileiro das habitações em madeira nos âmbitos de produto acabado, produtores e setor produtivo. Um formulário com três questões qualitativas e de respostas múltiplas de múltipla escolha permitiu averiguar as dificuldades dos produtores de casas de madeira no Brasil nesses três contextos. Assim, verificou-se que o setor estudado enfrenta dificuldades nos três pontos observados, em especial, nos aspectos de custos gerais, impostos e isenções e mão-de-obra, cujas presenças acarretam na limitação do potencial produtivo e na restrição do mercado. Ações governamentais como a instituição de incentivos e/ou de políticas específicas deve se consolidar como a principal forma para reduzir as dificuldades enfrentadas pelas empresas do setor de casas de madeira no Brasil.

Palavras-chave: Dificuldades; Empresas; Casas de madeira; Diagnóstico setorial

Abstract

This final chapter aimed to identify the main difficulties found in the Brazilian scenario of wooden housing in the fields of finished products, producers, and sector. A questionnaire with three qualitative questions and multiple responses of multiple choice allowed to investigate the difficulties faced by these producers in Brazil in the three contexts. Thus, it was verified that the sector faces difficulties in these three observed points, especially in the aspects of general costs, taxes and exemptions, and hand labor, whose presences culminate in the limitation of production potential and restriction of the market. Government actions such as the institution of incentives and/or specific policies should consolidate as the main way to reduce the difficulties faced by companies from wooden housing sector in Brazil.

Keywords: Difficulties; Companies; Wooden house; Sectoral research

20.1 Introdução

As florestas podem ser utilizadas de modo a produzir benefícios ecológicos nem sempre comercializáveis, como fonte de ecoturismo, e para produzir produtos de base florestal (BACHA, 2004). Embora a indústria madeireira desempenhe um papel significativo na economia da região Norte do Brasil, as florestas tropicais devem ser manejadas a fim de garantir uma fonte sustentável de madeira para o futuro (BERGER et al., 2002). Apesar da oferta de madeira, das potencialidades de reflorestamento e de uma crescente demanda por moradias, o uso da madeira na produção de habitações é ainda irrisório no Brasil (SHIMBO & INO, 1997).

As casas de madeira possuem características que se relacionam bem com o desenvolvimento da construção civil, pois podem ser altamente padronizadas e pré-fabricadas, gerando eficiência no canteiro de obras (GOVERSE et al., 2001).

A ampla variedade de diferentes tipologias e de métodos produtivos e o uso da madeira na construção surgem como pontos a serem observados no tocante às construções habitacionais em madeira (WRABER, 2009).

A indústria de madeira serrada tem características adequadas às condições econômicas e sociais do Brasil, embora possa fornecer madeira para setores com grande potencial de exportação (PONCE, 1995). Grande parte dessas empresas da cadeia da madeira no Brasil é de pequeno porte (MACHADO & CARVALHO, 2006).

As pequenas empresas possuem uma ampla diversidade de padrões de reprodução econômica em meio ao desenvolvimento capitalista brasileiro, pois são responsáveis por parte considerável do emprego da força de trabalho (NERI, 2012).

Em alguns países, a maior parte das casas são em madeira, mas o volume de construção dessas casas em Portugal é atualmente muito reduzido (MORGADO & PEDRO, 2011). No contexto dinamarquês, Wraber (2009) salientou que é necessário esclarecer e enfatizar as questões mais importantes, tanto as dificuldades quanto as potencialidades, em relação à construção de casas pré-fabricadas em madeira.

Na Holanda, a implantação de novas técnicas habitacionais em madeira na construção civil tem encontrado diversas restrições, devido à barreira cultural dos grupos sociais e econômicos, possibilidade de sucesso empresarial e às políticas climáticas e ambientais (GOVERSE et al., 2001). Nos anos 2000, parte da indústria neo-zelandesa da construção era relutante ao uso da madeira (BUCHANAN, 2006).

Diante desses fatores, surge a necessidade da verificação das principais dificuldades do setor produtivo de habitações em madeira no Brasil, com o intuito de explorar as suas potencialidades como uma alternativa interessante de moradia sustentável, bem como estimulando a expansão de toda a cadeia produtiva.

Este estudo procurou identificar as principais dificuldades encontradas sobre o panorama brasileiro das habitações em madeira nos âmbitos de produto acabado, produtores e setor produtivo. Duas hipóteses foram listadas para a averiguação:

- Os custos produtivos e dos insumos representam uma dificuldade visível das empresas produtoras de casas de madeira no Brasil;
- A falta de incentivos e políticas públicas é algo bastante requisitado pelo setor de casas de madeira no Brasil.

20.2 Material e Métodos

Para a verificação das dificuldades partilhadas pelos produtores de casas de madeira no Brasil, três questões foram aplicadas aos seus empresários proprietários para identificar problemas e dificuldades no tocante ao produto, empresa e setor. O *survey* em questão foi delineado e esclarecido passo-a-passo no item 6.2 (Capítulo 6). De caráter qualitativo e múltiplas respostas com múltipla escolha, essas três questões foram concebidas de modo híbrido, por permitirem a inserção de outras respostas pelos entrevistados, possibilitando inserir pontos não contemplados.

A primeira questão foi: “quais são as dificuldades relacionadas ao produto casa de madeira produzido por sua empresa?”. Dez respostas foram indicadas: nenhuma dificuldade apontada; desempenho estrutural; desempenho térmico; desempenho acústico; durabilidade; certificações das técnicas construtivas; defeitos em casas acabadas; financiamentos para os clientes; e preço de venda da casa.

O segundo questionamento foi: “quais são as dificuldades produtivas da sua empresa?”. Dezenove respostas básicas foram mencionadas: nenhuma dificuldade apontada; mão-de-obra qualificada; disponibilidade de madeira serrada; qualidade da madeira serrada; disponibilidade de chapas e vigas; qualidade de chapas e vigas; perdas de matérias-primas; bitolamento da madeira (seções); secagem da madeira; conhecimento da técnica construtiva; adaptação da técnica construtiva ao Brasil; gestão da produção; layout da linha produtiva; custo da madeira serrada; custo de chapas e vigas; custos produtivos gerais para o Brasil; tempo de entrega da casa; manutenção de equipamentos; e logística.

A terceira questão foi: “quais são as dificuldades presentes no setor de casas de madeira no Brasil?”. Treze respostas básicas foram citadas: nenhuma dificuldade apontada; parceiras com outras empresas; políticas públicas; carência de novos investidores; importação de máquinas e insumos; exportação de produtos acabados; impostos e isenções; abastecimento de madeira serrada; abastecimento de painéis e vigas; abastecimento de isolantes térmicos/acústicos; barreira cultural; e uso das casas de madeira em obras públicas.

Com o término da coleta de dados na macrorregião (Figura 7), as respostas de cunho qualitativo foram convertidas para percentuais. A margem de erro foi obtida pelo *software online Raosoft Sample Size Calculator* de amostragem estatística (RAOSOFT, 2004), sob as prescrições determinadas pelo mesmo (Tabela 10).

20.3 Resultados e Discussão

A coleta de dados demonstrou uma margem de erro de 6,65% que, segundo Pinheiro et al. (2011), é abaixo do nível aceitável e próxima do ideal (Tabela 11).

Inicialmente, as principais dificuldades relacionadas ao produto, habitação em madeira oriunda das empresas avaliadas, foram listadas na Figura 74. Uma pequena fração dessas empresas não indicou quaisquer dificuldades, ao passo que 95,33% ($\pm 3,325\%$) das mesmas indicaram apresentar ao menos uma dificuldade.

Dentre todas as dificuldades investigadas incidentes às casas de madeira, o financiamento habitacional para os clientes e a certificação das técnicas construtivas em madeira, cujo fim contribui com o auxílio à obtenção desses financiamentos, foram os principais obstáculos declarados pelos produtores avaliados (Figura 74).

Algumas ações para ampliar a profundidade e popularidade das opções de financiamento das habitações em madeira são necessárias, tais como: estímulo à criação de financiamentos especiais de baixo custo para os exemplos construtivos sustentáveis à base de madeira, tanto para instituições financeiras públicas quanto privadas; estímulo à produção de florestas plantadas e manejadas para a construção civil; estímulo ao aperfeiçoamento da indústria do beneficiamento de madeira; e sensibilização da população nas vantagens e possibilidades das casas de madeira como uma alternativa de moradia mais saudável que a alvenaria. A complexidade do acesso ao financiamento de habitações em madeira já foi mencionada por Santiago (2012), que atribui essa limitação por conta das restrições do emprego da madeira e da baixa quantidade de financeiras disponíveis para essa modalidade construtiva.

Por sua vez, o cenário das certificações construtivas no Brasil ainda está em uma fase inicial, pois abrange poucas técnicas construtivas em madeira. O Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SiNAT) foi estabelecido para harmonizar os requisitos, critérios e métodos para a avaliação técnica dos produtos, processos ou sistemas da construção civil (BRASIL, 2007). No momento, de acordo com PBQP-H (2017), somente a técnica construtiva em *woodframe*, isto é, de entramado leve em madeira, apresenta uma diretriz SiNAT (n. 005) para avaliar os sistemas construtivos em *woodframe* produzidos no país.

Uma pequena parte desses produtores avaliados também cita a carência de seguros específicos como outra dificuldade presente (Figura 74), cuja correlação é dependente dos financiamentos públicos ou privados de casas de madeira no Brasil.

Santiago (2012) indica que essa dificuldade surge por conta da lei que exige que as casas de madeira financiadas sejam asseguradas contra casualidades.

O preço de venda de comercialização das casas de madeira refletiu em uma dificuldade visível, pois muitos dos possíveis clientes buscam por uma alternativa mais viável que a alvenaria (Figura 74). Assim, a competitividade econômica dessas alternativas em madeira deve ser explorada em virtude do tempo de execução, que, segundo Shimbo & Ino (1997) e De Araujo (2016c), é mais eficiente que a alvenaria.

Os defeitos em casas em madeira acabadas surgiram como outro importante obstáculo enfrentado pelas empresas avaliadas, visto que muitas dessas moradias ostentam problemas pós-produção. Paralelamente, o acabamento dessas casas de madeira também surge como um problema a ser encarado pelas empresas (Figura 74). Em algumas técnicas que empregam madeiras verdes e úmidas, a Casema (1998) indica que se faz necessário o rebatimento e/ou o ajuste de algumas peças.

Os desempenhos térmico e acústico das casas de madeira produzidas para o mercado brasileiro também foram outro aspecto complexo para os produtores desse tipo de construção habitacional (Figura 74). A maioria das técnicas construtivas de casas de madeira são satisfatoriamente eficientes, conforme já avaliaram De Araujo et al. (2016b). Porém, mais apropriadas para um clima severo de temperaturas mais frias, as casas de madeira foram concebidas para os países do Hemisfério Norte, visando um isolamento térmico interno mais eficiente. No cenário brasileiro, algumas técnicas estruturalmente menos robustas, como as casas de tábua e mata-junta ou de tábuas horizontais ou verticais pregadas, demandam algum tipo de isolamento térmico e acústico, por conta de sua simplicidade e do emprego de uma estrutura de porte compacto, reduzindo o uso da madeira. Em relação ao aspecto acústico, essas situações são similares. Nesses casos, a inserção de placas ou mantas térmicas e acústicas pode contribuir para mitigar essa dificuldade peculiar a algumas técnicas mais rudimentares. Alguns produtores apontaram os custos elevados dos isolantes termo acústicos como uma dificuldade ainda presente nesse tocante (Figura 74).

A durabilidade e a manutenção das habitações em madeira foram aspectos relatados por uma pequena parcela dos entrevistados (Figura 74). Porém, ambos os atributos são percebidos pelos proprietários ao longo da vida útil das habitações. Highley e Scheffer (1989) avaliaram que a vida útil de todas as madeiras mais usuais depende de sua proteção contra os agentes deterioradores, por procedimentos de construção e manutenção próprios às características físicas e climáticas do canteiro.

Sendo assim, apesar de ser vista como uma dificuldade pelas empresas avaliadas, a durabilidade será um fator dependente da manutenção realizada pelos compradores das habitações em madeira. Com isso, a ausência da manutenção, particularmente para os elementos e componentes estruturais externos e expostos às intempéries, é resultado da negligência desses clientes finais e acarreta na redução da durabilidade das casas de madeira. Highley e Scheffer (1989) indicaram que a madeira utilizada em condições propícias à decomposição requer um tratamento de conservação para uma vida útil prolongada. Ritter & Morrell (1990) salientaram que a eficiência desse tratamento preservativo de manutenção é essencial para prevenir ataques bióticos. Então, as patologias durante a vida útil, outro obstáculo identificado pelas empresas avaliadas (Figura 74), também é um assunto correlato a essa falta de manutenção.

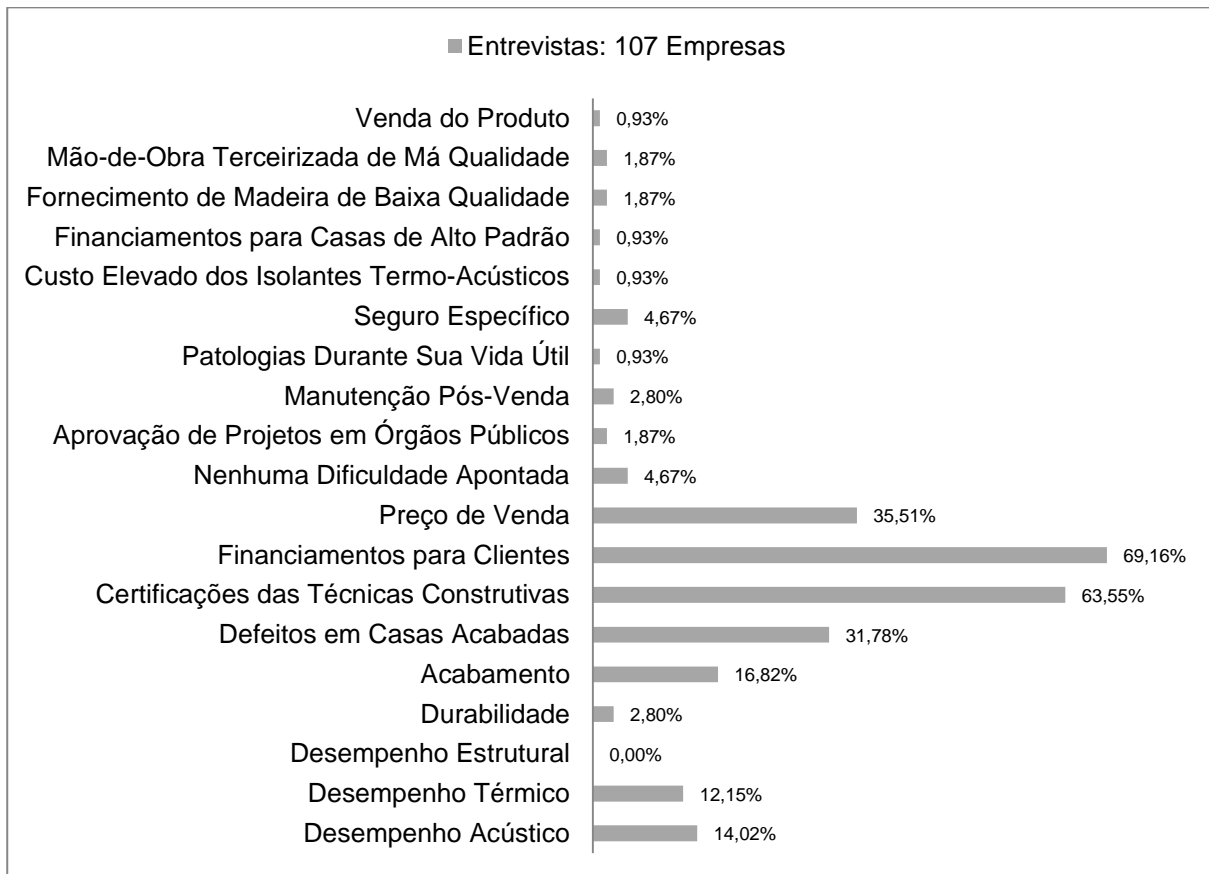


Figura 74: Dificuldades dos produtores avaliados sobre os seus produtos acabados.

Continuamente, as dificuldades dos próprios produtores de casas de madeira situados no Brasil também foram investigadas (Figura 75). Então, 99,07% ($\pm 3,325\%$) das empresas avaliadas acenaram possuir ao menos uma dificuldade empresarial.

Diante de todas as dificuldades (Figura 75), o custo produtivo geral do país se consolidou como o principal obstáculo corporativo para a maior parte dos produtores avaliados. Caldeira (2011) salientou que a diferença dos custos de produção entre o Brasil e outros países, isto é o Custo Brasil, torna os produtos nacionais menos competitivos nos mercados externo e interno e é causado por muitos fatores como a infraestrutura precária, os impostos, as altas taxas de juros e o câmbio apreciado. Esse conceito serve para incluir aqueles itens que compõem os custos das distorções nos sistemas produtivos brasileiros (COSTA & GAMEIRO, 2005). Foelkel (2005) avaliou que os principais componentes do custo Brasil podem ser entendidos como: excessiva carga tributária, encarecimento do trabalho, custo de depreciação, logística deficiente, custo do transporte, custos portuários, custos com infraestrutura, câmbio imprevisível, burocracia demasiada, deficiência nas telecomunicações, e no tocante particular à cadeia florestal, os entraves para os reflorestamentos.

Assim, essas problemáticas incidem não somente às empresas produtoras de habitações em madeira, mas a todos os setores produtivos do país, envolvendo os atores da cadeia produtiva da madeira, tais como: produtores e fornecedores de insumos, transportadores, terceirizados, revendedores de produtos acabados, etc. Caldeira (2011) enfatizou que diminuir esta diferença de custos, tanto interna quanto externamente, se torna fundamental para aumentar a competitividade e incentivar a atividade industrial no país. Foelkel (2005) determinou que uma ação conjunta sobre os itens ligados à logística, tributação e infraestrutura deve gerar bons resultados.

Outras dificuldades relacionadas a esse custo Brasil também foram listadas, como: custo alto e escasso do frete rodoviário, custo alto da mão-de-obra, custo alto dos insumos, logística, e aprovação lenta em repartições públicas (Figura 75).

No que diz respeito às dificuldades econômicas citadas pelos produtores de casas de madeira, o custo da madeira serrada se tornou um obstáculo para mais da metade do público avaliado, ao passo que constitui na principal matéria-prima desse maciço industrial (Figura 75). Santos et al. (2014) apontaram que o elevado preço da madeira serrada de espécies tropicais constitui em um dos atributos que contribuiu com a redução do comércio da madeira na região de Florianópolis. De acordo com a Revista da Madeira (2004), as flutuações da demanda refletiram, também, na oferta da madeira de reflorestamento, especialmente em face da redução da implantação de novas áreas florestais e do acirramento da competição por essa matéria-prima.

Bacha (2008) verificou que, apesar de ainda ser uma atividade lucrativa, o ritmo do reflorestamento vem caindo no Brasil, gerando um quadro de escassez de matéria-prima devido a uma oferta menos concentrada desse produto, resultado de políticas públicas pouco eficazes e de baixa atratividade para o produtor rural.

Os altos custos dos painéis estruturais derivados de madeira foram também apontados como um problema relevante para quase um sexto das empresas (Figura 75). A presença escassa de fabricantes de painéis OSB (*Oriented Strand Board*) e CLT (*Cross Laminated Timber*) cria um ambiente único de domínio do mercado para cada fabricante dessas soluções, impondo um preço muito alto para esses insumos devido à inexistência de concorrentes. No caso das vigas engenheiradas do tipo MLC (madeira laminada colada), a pequena concorrência já vem possibilitando uma competição por custos menores, apesar do custo ainda elevado em comparação com os blocos sólidos de madeira serrada. Campos & Lahr (2007) preveram que o crescimento da produção de painéis, em países como o Brasil, será decorrente de uma maior disponibilidade de matéria-prima de qualidade, competitividade resultante de menores custos operacionais e a abertura de novos mercados.

Tanto a escassez de produção de madeira de florestas plantadas, quanto os poucos fornecedores de derivados de madeira estruturais no país contribuíram para que, respectivamente, as disponibilidades de madeira serrada e de derivados de madeira fossem outras dificuldades igualmente listadas (Figura 75). Diante disso, a estocagem de matéria-prima lignocelulósica também se fez presente em algumas das empresas, com o fim de suprir a produção em meio às dificuldades de obtenção. A necessidade de produção de derivados de madeira foi outro ponto salientado por algumas empresas, em virtude da ausência e ou escassez desse tipo de material.

A aprovação lenta em repartições públicas também foi um obstáculo indicado por uma pequena parcela da população analisada (Figura 75), visto que não existe uma lei nacional que regulamenta a construção de habitações em madeira, ficando a cargo de cada município brasileiro esse tipo de atribuição e permissão.

O custo alto e a escassez do frete rodoviário constituiu em outro fator muito limitante para esses produtores avaliados (Figura 75), especialmente aqueles que dependem de madeiras nativas oriundas da região Norte do Brasil. A Revista da Madeira (2003) enfatizou que os altos preços dos fretes e a dificuldade de retirada e transporte durante as estações chuvosas na região amazônica têm contribuído para reduzir a competitividade das madeiras nativas perante aquelas de reflorestamentos.

Paralelamente, a logística do país se apresentou como um fator crônico, em especial para mais de um terço das empresas avaliadas (Figura 75). Segundo Foelkel (2005), a logística deficiente do Brasil acarretou no aumento dos custos produtivos. Correa & Ramos (2010) indicaram que, pela crise fiscal do Estado, a partir dos anos 80, a malha rodoviária brasileira perdeu investimentos públicos para sua conservação, ampliação e restauro, refletindo na competitividade produtiva local e internacional.

O custo alto da mão-de-obra também foi um obstáculo produtivo lembrado por alguns produtores avaliados (Figura 75). Setores, como da indústria de móveis e da construção civil, ainda se caracterizam pelo uso intensivo de mão-de-obra (ROCHA, 1992). Com isso, tanto o salário quanto os encargos sociais oneram bastante os setores produtivos que dependem diretamente da força de trabalho. Rocha (1992) salientou ainda que os encargos sociais são desembolsos adicionais que tornam o custo do emprego superior à folha de salários. Carvalhaes (2015) completou que a desoneração da folha salarial constitui em uma medida governamental para retomar o crescimento da produção, com o fim de formalizar a mão-de-obra, desvinculando o cálculo do tributo da remuneração do trabalhador para incidir sobre a receita bruta.

Ainda no tocante à mão-de-obra, a complexidade de se obter uma força de trabalho qualificada constituiu na segunda dificuldade mais popular dentre a amostra empresarial avaliada (Figura 75). A mão-de-obra da cadeia da madeira possui pouco treinamento, tal como salientou Ponce (1995). Simultaneamente à carência do ofício em madeira por parte de empreiteiros, os produtores de casas de madeira sofrem com a falta de trabalhadores capacitados para a produção desse tipo de produto. A criação de cursos técnicos e de capacitação profissionalizante na área da carpintaria se torna fundamental para reduzir essa deficiência produtiva. A utilização de escolas técnicas públicas e privadas para a realização desses cursos em cada polo florestal-madeireiro do Brasil se apresenta como uma alternativa eficiente e de menor custo para reduzir essa carência expressiva para o setor da construção civil em madeira.

A elevada rotatividade do trabalho e o emprego informal de baixa qualidade convivem com formas dinâmicas de contratação, muitas vezes superiores às das grandes empresas, o que mostra que o setor das pequenas empresas demandam políticas públicas específicas a essa realidade exposta (NERI, 2012). Esse problema também é frequente no setor da habitação em madeira no Brasil, devido aos fatores como: baixa capacitação dos empregados diretos, salários baixos, quantidade de pequenas empresas rudimentares e a falta de políticas de capacitação nessa área.

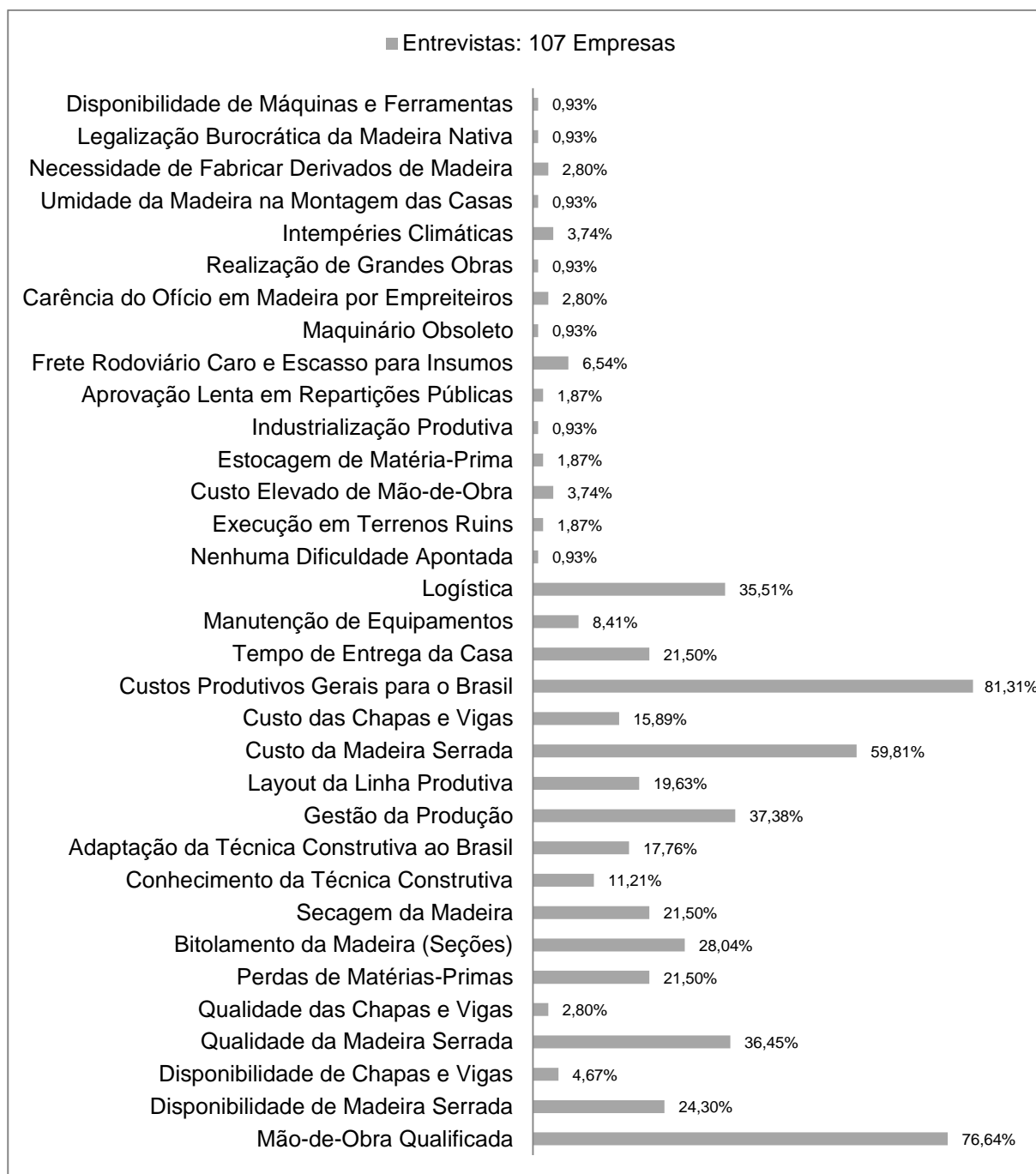


Figura 75: Dificuldades dos produtores avaliados sobre as suas empresas.

No tocante aos fatores produtivos aos produtores observados, as seguintes dificuldades foram constatadas: umidade da madeira na montagem dessas casas, realização de grandes obras, maquinário obsoleto, manutenção de equipamentos, industrialização produtiva, tempo de entrega da casa, layout da linha produtiva e gestão da produção (Figura 75); os três últimos aspectos se denotaram crônicos por sua maior frequência. Em geral, o atraso tecnológico presente na cadeia da madeira constitui no principal entrave que permite a existência desses obstáculos produtivos.

A lenta evolução industrial brasileira, enfatizado por Zani (1997; 2013) e De Araujo et al. (2016a), ainda contribui para o processamento ineficiente da madeira no país.

As intempéries climáticas e a execução das obras em terrenos ruins também são pontualmente identificadas como dificuldades que atrapalham e/ou atrasam a produção das casas de madeira no país (Figura 75).

Em relação às dificuldades relacionadas à matéria-prima (Figura 75), algumas dificuldades são mais frequentes, tais como: secagem da madeira, bitolamento da madeira, perdas de matérias-primas, qualidade das matérias-primas (derivados e madeira serrada). A baixa demanda por habitações em madeira e as carências de direcionamento mercadológico e de padronização da matéria-prima por parte dos fornecedores de insumos produtivos contribuem com essas dificuldades em um grau mais expressivo. A baixa utilização das normas técnicas brasileiras, como a ABNT NBR 7190 (1997), para aferir a qualidade estrutural da madeira e a falta de selos e certificações de qualidade da madeira para a construção civil se apresentam como fatores que contribuem para o surgimento e existência dessas dificuldades citadas.

Quase a totalidade das empresas estudadas, isto é, 99,07% ($\pm 3,325\%$) delas difundiram ao menos uma dificuldade no âmbito do seu setor produtivo (Figura 76).

Os dois principais obstáculos enfrentados por esses produtores de casas de madeira no Brasil são as ausências de impostos e isenções e de políticas públicas voltadas para estimular esse setor produtivo (Figura 76). Segundo Santos (1999), a escassez de pesquisa econômica acerca do setor habitacional brasileiro, entretanto, impossibilitou a avaliação satisfatória dos resultados da política habitacional recente. Bacha (2008) avaliou que o Brasil precisa estabelecer novas políticas de estímulo ao reflorestamento capazes de eliminar a escassez da madeira. Porém, o programa de habitações populares Minha Casa Minha Vida é dominado pela alvenaria, restando uma pequena lacuna para os sistemas pré-fabricados em madeira (SANTOS, 2009). De um modo geral, todo o setor industrial brasileiro depende de maiores estímulos governamentais para ganhar competitividade tanto interna quanto externamente, por meio da adoção de direcionamentos para o encorajamento da produção de florestas plantadas e manejo de florestas nativas, ampliação do consumo de habitações em madeira de cunhos popular a alto padrão, ampliação do sistema de financiamentos habitacionais incluindo as técnicas construtivas em madeira, elucidação do uso ideal e benéfico de matérias-primas construtivas naturais, renováveis e sustentáveis, etc.

Dois apêndices muito importantes para serem projetados e incluídos nessas futuras políticas públicas de incentivo ao setor produtivo de casas de madeira são a exportação de produtos acabados e a importação de máquinas e insumos (Figura 76), os quais também são dois fatores notoriamente identificados como obstáculos para o setor. A exportação de casas pré-fabricadas em madeira é uma solução possível, pois muitos produtores já possuem tal direcionamento. Sendo assim, uma política de desburocratização do comércio internacional de produtos de maior valor agregado à base de madeira oriunda de reflorestamentos ou de florestas nativas manejadas irá fortalecer uma alternativa mercadológica paralela ao comércio interno, possibilitando a manutenção da produção de habitações em madeira mesmo em tempos de crises e/ou instabilidades econômicas no país. No entanto, a ampliação da qualidade dos produtos e dos processos produtivos para atender uma maior demanda produtiva somente será possível com o acesso, por parte dos produtores de casas de madeira e de seus fornecedores de insumos, às máquinas e ferramentas modernas para o beneficiamento da madeira, as quais são geralmente originárias daqueles países com maior tradição na industrialização da madeira, como por exemplo, Alemanha, Suécia, Finlândia, Noruega, Itália, França, Estados Unidos, Canadá, Austrália, entre outros. No entanto, o acesso e a proliferação nas indústrias brasileiras dessas soluções tecnológicas importadas para um beneficiamento eficiente e viável da madeira em bens duráveis de maior valor agregado dependem diretamente da eficiência no processo de importação. Essa tramitação é crônica e desestimulante, ao passo que Agostini & Cruz (2013) sinalizaram que esse processo de importação de bens para o Brasil é caro, burocrático e lento. A eliminação da burocracia demasiada presente no país, a qual já foi identificada por Foekel (2005) como “um fator bastante crônico ao setor industrial de um modo geral, deve ser encarada como uma meta de curto prazo para agilizar as tramitações alfandegárias, estimular os mercados nacional e internacional de produtos brasileiros e possibilitar uma maior arrecadação na balança comercial”.

A inovação é o primeiro passo para compreender as mudanças envolvidas e derivar medidas de política pública que são úteis para estimular as tecnologias em madeira, enquanto que a segunda etapa consiste na inserção dessas mudanças no contexto do setor que ocorrem tais inovações construtivas (GOVERSE et al., 2001).

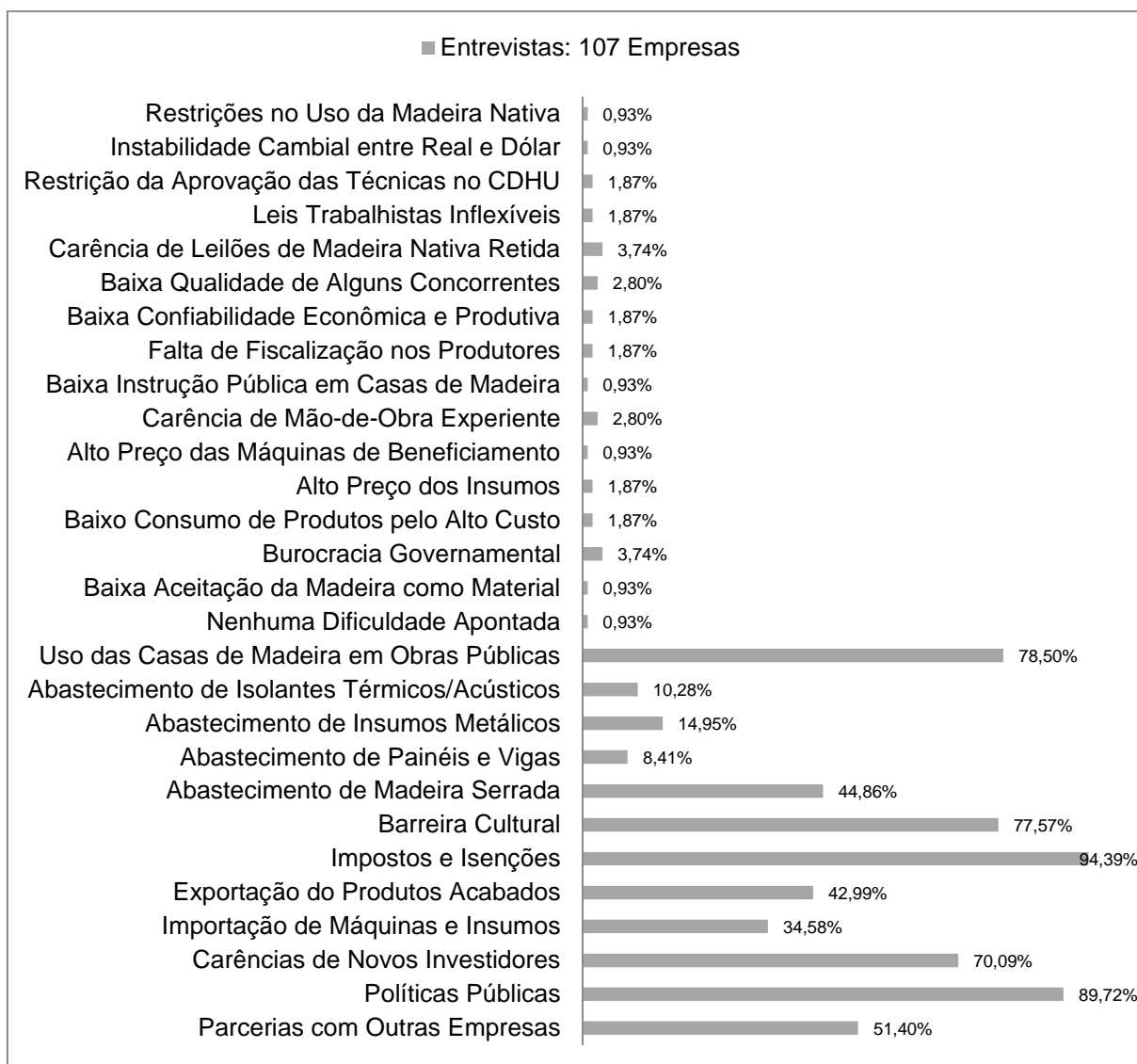


Figura 76: Dificuldades dos produtores avaliados sobre o seu setor produtivo.

A carência de novos investidores para a cadeia florestal-madeireira também se tornou um obstáculo presente no setor de casas de madeira no Brasil (Figura 76), resultando na: baixa produção de florestas plantadas e nativas manejadas para a construção, baixa concorrência na produção de vigas e painéis derivados com fins estruturais (OSB, CLT, MLC, LVL, etc.), produção limitada de isolantes térmicos e acústicos e baixa produção de insumos metálicos de conexão e fixação em madeira. Foelkel (2005) retratou que o Brasil ainda sofre com os entraves para a produção de florestas plantadas, prejudicando diretamente na viabilidade produtiva da indústria de base florestal-madeireira.

Diante desse cenário, os abastecimentos de madeira serrada e de painéis à base de madeira para a construção, dos insumos metálicos e dos isolantes térmicos e acústicos também são outras dificuldades encontradas para esse setor avaliado (Figura 76), em virtude da baixa presença, produção inconstante e indisponibilidade em diversas praças do país. Esse obstáculo contribui com a limitação da produção de casas de madeira, substituição de insumos próprios às habitações em madeira por outros de menor qualidade e/ou de enfoque distinto, aumento dos preços devido à importação de insumos não encontrados e/ou produzidos no país.

Paralelamente, as parcerias com outras empresas também se apresenta como uma dificuldade do setor produtivo (Figura 76), tanto entre empresas com o mesmo objetivo mercadológico quanto entre produtores de casas de madeira e seus fornecedores de insumos produtivos. A carência de uma integração dessa cadeia é um fator que atrapalha na evolução desse setor estudado, ao passo que as mesmas não possuem quaisquer tipos de organização, associação ou entidade setorial que as represente e/ou defenda seus interesses. Esse cenário é comum àqueles setores baseados fortemente em empresas de menor porte. À vista disso, Neri (2012) ainda avaliou que no Brasil, “as empresas de menor porte estão marcadas pelas profundas desigualdades de produtividade, de acesso ao financiamento e recursos próprios para investimento e de capacidades inovativas que levam a distintas estruturas de contratação e proteção do emprego no interior delas”.

A barreira cultural da população brasileira em relação às casas de madeira foi um grande obstáculo mencionado pelos seus produtores (Figura 76), como um foco a ser combatido e superado pelo setor. Shimbo & Ino (1997), Stamato & Oliveira Junior (2008), Batista (2011), Punhagui (2012; 2014), De Araujo et al. (2016a) entre outros autores já mencionaram a existência da forte barreira cultural da população brasileira em relação às casas de madeira. Essa barreira cultural em relação às habitações de madeira também foi vista na Holanda (GOVERSE et al., 2001) e Nova Zelândia (BUCHANAN, 2006). A baixa aceitação dessas casas por seus usuários se resultou da tradição ibérica que valoriza a alvenaria (SHIMBO & INO, 1997), que se mantém por puro preconceito por parte da população desinformada que almeja uma casa de alvenaria (BATISTA, 2011). A baixa instrução pública sobre as qualidades da madeira e seus produtos amplifica esse cenário negativo (Figura 76). Punhagui (2014) revelou que a durabilidade, segurança, manutenção e o valor de revenda das casas de madeira são os principais pontos negativos identificados pela população.

Faz-se necessário resgatar a complexidade arquitetônica das habitações em madeira, que segundo Szücs & Batista (2007), não apresentava barreiras sociais por ser acessível a todas as classes econômicas. De Araujo et al. (2016a) indicaram que essas situações mostram uma ignorância geral sobre as propriedades da madeira e o atraso tecnológico de suas indústrias, as quais basicamente desvalorizam essa importante matéria-prima. Goverse et al. (2001) avaliaram que a forte orientação do setor construtivo holandês para as técnicas tradicionais, a influência dos produtores de materiais não madeireiros, a baixa importância dada à madeira como um tema de pesquisa acadêmica e a preferência dos clientes por materiais à base de materiais minerais dificultam a implantação bem sucedida da madeira na construção civil. Užar (2013) determinou que um importante fator para o uso geral da madeira como um material construtivo é a sua promoção, a qual contribui para uma sensibilização da população para as questões ambientais e características desse material. Assim, com uma solução breve e simples, Sasatani & Eastin (2012) sugeriram que a madeira poderia ser oficialmente avaliada como um material construtivo para programas de construções verdes e amigáveis, contribuindo para o aumento do consumo dessa matéria-prima lignocelulósica no mercado residencial. Bacha (2008) ainda identificou que outra saída seria a mudança de concepção e da valoração dos produtores e dos consumidores a respeito da importância dos recursos naturais, privilegiando a certificação ambiental e produtos ecologicamente corretos. De Araujo et al. (2016c) avaliaram que, paralelamente, uma estratégia oportuna para acelerar a expansão do mercado para as casas de madeira poderia ser a exploração de sua imagem na mídia (revistas, televisão e *internet*), enfatizando as suas vantagens.

Nesse âmbito do mercado das casas de madeira, os produtores desses tipos de habitação ainda identificaram a dificuldade do uso dessas casas de madeira em obras públicas (Figura 76). Essa dificuldade poderia ser solucionada com a inserção dessas alternativas em editais para moradias populares, salas, repartições, etc. De Araujo et al. (2016c) determinaram que uma ampla utilização das casas de madeira pelo governo brasileiro em novos loteamentos populares poderia favorecer na difusão dessa alternativa para as camadas mais pobres, eliminando a ideia de que as casas de madeira modernas são uma moradia exclusiva para pessoas mais ricas. De Araujo et al. (2016a) analisaram que o enfoque nas casas de madeira com maior grau de fabricação deve ser explorado para amenizar a concorrência da alvenaria.

As restrições de uso da madeira nativa e a carência de leilões de madeira nativa retida nos órgãos governamentais foram os maiores obstáculos para aqueles produtores de casas de madeira focados nas técnicas construtivas que valorizam o uso da madeira nativa como matéria-prima (Figura 76).

No tocante aos aspectos econômicos do país, as leis trabalhistas inflexíveis, a instabilidade cambial entre real e dólar, alto preço das máquinas de beneficiamento da madeira, alto preço dos insumos, restrição da aprovação das habitações em madeira no CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano) e a burocracia governamental foram os aspectos indicados pelos produtores (Figura 76).

Por fim, a falta de fiscalização nos produtores de habitações em madeira e a baixa confiabilidade econômica e produtiva do setor surgiram como um contraponto que prejudica e marginaliza o setor (Figura 76). Segundo Bitencourt (2015), Guerra (2015), Leite (2016), Programa de Proteção e Defesa do Consumidor do Estado do Rio Grande do Sul (2015), Rivas (2015) e Torres (2014), alguns fatores como o não cumprimento do prazo dos contratos e golpes nas vendas das casas não entregues consistiram nas práticas criminosas mais comuns no Estado do Rio Grande do Sul. Segundo esses autores supracitados, os negócios de fachada para ludibriar clientes a preços atrativos muito abaixo do mercado surgiram como os golpes mais comuns aplicados. Infelizmente, esse tipo de delito tem manchado a imagem de todo o setor na região Sul.

Porém, essa situação tem prejudicado as empresas mais corretas que tentam sobreviver na construção civil, diante das muitas dificuldades já presentes. Assim, um credenciamento das empresas que entregam as casas de madeira nos prazos e requisitos acordados surgirá como uma alternativa ideal para distinguir os produtores idôneos, mediante uma rotulagem técnica por selos ou certificação de confiabilidade.

20.4 Conclusões

O setor de habitações em madeira no Brasil enfrenta muitas dificuldades nos contextos de produto acabado, empresarial e setorial. Nos três casos, muitas ações são necessárias para mitigar a grande e profunda quantidade de obstáculos que limitam o potencial produtivo desse setor e restringem os mercados interno e externo das habitações em madeira produzidas no Brasil. Então, os custos gerais, impostos e isenções e mão-de-obra se apresentaram como as principais dificuldades globais.

Ao passo que muitas dificuldades relatadas se correlacionam diretamente e outras são independentes e igualmente preocupantes, ações governamentais como a instituição de incentivos e/ou de políticas específicas deve se consolidar como a principal forma para reduzir as dificuldades enfrentadas pelas empresas desse setor estudado.

A necessidade de implantação e expansão de políticas públicas para o setor produtivo das casas de madeira se torna fundamental para difundir essa alternativa sustentável frente àquelas técnicas mais tradicionais à base de materiais minerais não renováveis, criar uma opção válida de construções mais limpas e mais rápidas com acesso a todas as camadas sociais, ampliar e aprimorar o potencial produtivo de toda a cadeia florestal-madeireira presente no país e conferir à madeira um maior valor agregado como elemento e/ou componente construtivo habitacional.

Referências

AGOSTINI, R.; CRUZ, V. Reforma tentará agilizar e baratear comércio exterior. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://m.folha.uol.com.br/mercado/2013/04/1269963-reforma-tentara-agilizar-e-baratear-comercio-exterior.shtml>>. Acesso em 28 mai 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107 p.

BACHA, C. J. C. O uso de recursos florestais e as políticas econômicas brasileiras - uma visão histórica e parcial de um processo de desenvolvimento. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 393-426, 2004.

_____. Análise da evolução do reflorestamento no Brasil. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 55, n. 2, p. 5-24, 2008.

BATISTA, F. D. A casa de madeira: um saber popular. In: **A casa de araucária**: arquitetura da madeira em Curitiba. v. 2. Curitiba: Instituto Arquibrasil, 2011. 101 p.

BERGER, R.; TIMOFEICZYK, JUNIOR, R.; LACOWICZ, P. G.; BRASIL, A. A. Análise econômica da industrialização primária da madeira na região Amazônica. In: **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 9, n. 1, p. 9-17, 2002.

BITENCOURT, T. Delegacia do consumidor investiga golpe da casa pré-fabricada. In: **Rádio Gaúcha**, 2015. Disponível em: <<http://gaucha.clicrbs.com.br/rs/noticia-aberta/delegacia-do-consumidor-investiga-golpe-da-casa-pre-fabricada-134684.html>>. Acesso 27 mai 2017.

BRASIL. Portaria n. 345, de 3 de Agosto de 2007. **Diário Oficial da União**. Brasília: Casa Civil, 2007.

BUCHANAN, A. H. Can timber buildings help reduce global CO₂ emissions? In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING. Portland. 2006. **Proceedings...** Portland: WCTE, 2006. p. 1-8.

CALDEIRA, J. P. **Entenda o custo Brasil**. 2011. Disponível em: <advivo.com.br/materia-artigo/entenda-o-custo-brasil>. Acesso em 25 mai 2017.

CARVALHAES, M. A nova desoneração da folha de pagamento na construção civil com as alterações da Lei 13.161 de 31 de agosto de 2015. In: **Legislação e Tributos**, 2015. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/legislacao-tributos/a-nova-desoneracao-da-folha-de-pagamento-na-construcao-civil-363963-1.aspx>>. Acesso em 25 mai 2017.

CASEMA. **Manual de montagem**. Bom Jesus dos Perdões: Casema, 1998. 47 p.

CORREA, V. H. C.; RAMOS, P. Precariedade do transporte rodoviário brasileiro para o escoamento da produção de soja do Centro-Oeste: situação e perspectivas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 48, n. 2, p. 447-472, 2010.

COSTA, S. B. C.; GAMEIRO, A. H. Entendendo o custo Brasil. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 15, CONGRESSO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 5. Campinas, 2005. **Anais...** Campinas: ESALQ-USP / UNICAMP, 2005. p. 1-13.

DE ARAUJO, V. A.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GARCIA, J. N.; GAVA, M.; LAROCA, C.; CÉSAR, S. F. Woodframe: light framing houses for developing countries. **Revista de la Construcción**, Santiago, v. 15, n. 2, p. 78-87, 2016a.

_____; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; GARCIA, J. N.; SOUZA, A. J.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; MOLINA, J. C.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Classification of wooden housing building systems. **BioResources**, Raileigh, v. 11, n. 3, p. 7889-7901, 2016b.

_____; VASCONCELOS, J. S.; CORTEZ-BARBOSA, J.; MORALES, E. A. M.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; GARCIA, J. N. Wooden residential buildings – a sustainable approach. **Bulletin of the Transilvania University of Brasov Series II**, Brasov, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016c.

FOELKEL, C. E. B. **“Custo Brasil” é desvantagem competitiva**. Porto Alegre: Grau Celsius, 2005. 6 p.

GOVERSE, T.; HEKKERT, M. P.; GROENEWEGEN, P.; WORRELL, E.; SMITS, R. E. H. M. Wood innovation in the residential construction sector; opportunities and constraints. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 53-74, 2001.

GUERRA, G. Construtoras lesam dezenas de compradores de casas pré-fabricadas na Região Metropolitana. In: **Rádio Gaúcha**: acerto de contas, 2015. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/acertodecontas/2015/04/06/construtoras-lesam-dezenas-de-compradores-de-casas-pre-fabricadas-na-regiao-metropolitana/comment-page-1/?topo=52%2C1%2C%2F%2C%2C171%2C77&status=encerrado>>. Acesso 27 mai 2017.

HIGHLEY, T. L.; SCHEFFER, T. **Controlling decay in waterfront structures: evaluation, prevention, and remedial treatments**. FPL-RP-494. Madison: FPL, 1989. 26 p.

LEITE, J. Moradores pagam, mas não recebem casas pré-fabricadas em Canoas, RS. In: **RBSTV**, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2016/03/moradores-pagam-mas-nao-recebem-casas-pre-fabricadas-em-canoas-rs.html?noAudience=tru>>. Acesso 27 mai 2017.

MACHADO, D. D. P. N.; CARVALHO, C. E. Traços culturais de pequenas empresas do setor madeireiro. **Revista Ciências Administrativas**, Fortaleza, v. 12, n. 1, p. 16-24, 2006.

MORGADO, L.; PEDRO, J. B. **Caracterização da oferta de casas de madeira em Portugal**: inquérito às empresas de projecto, fabrico, construção e comercialização. Relatório n.º 118/2011 – NAU. Lisboa: LNEC, 2011. 171 p.

NERI, M. C. Apresentação. In: SANTOS, A. L.; KREIN, J. D.; CALIXTRE, A. B. (Orgs.). **Micro e pequenas empresas**: mercado de trabalho e implicação para o desenvolvimento. Rio de Janeiro: IPEA, 2012. p. 7.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. São Paulo. 1995. **Anais...** São Paulo, Piracicaba: IPT / IPEF / ESALQ-USP, 1995. p. 50-58.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL (PBQP-H). **Diretriz SiNAT**: n. 005 – revisão 02. Brasília: SNH, 2017. 72 p.

PROGRAMA DE PROTEÇÃO E DEFESA DO CONSUMIDOR DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (PROCON-RS). **PROCONRS alerta sobre golpe das construtoras de casas pré-fabricadas na Região Metropolitana**. 2015. Disponível em: <www.procon.rs.gov.br/portal/index.php?menu=noticia_viz&cod_noticia=2367>. Acesso 27 mai 2017.

PUNHAGUI, K. R. G.; CAMPOS, E. F.; GONZÁLEZ, J. M. B.; JOHN, V. M. Prospects for the use of wood in residential construction in Brazil – first results. **Key Engineering Materials**, Zurich, v. 517, n. 2012, 2012. p. 247-260.

RAOSOFT. **Raosoft sample size calculator**. Seattle: Raosoft, 2004. Disponível em: <<http://www.raosoft.com/samplesize.html>>. Acesso em 10 fev 2017.

REVISTA DA MADEIRA. A indústria brasileira de painéis de madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 71, 2003.

REVISTA DA MADEIRA. Tendências do mercado de produtos florestais. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 78, 2004.

RITTER, M. A.; MORRELL, J. J. Bridge Inspection for Decay and Other. In: RITTER, M. A. **Timber bridges: design, construction, inspection, and maintenance**. Madison: USDA/FPL, 1990. Capt 13. p. 1-67.

RIVAS, L. Golpe da casa pré-fabricada já pode ter lesado mais de 80 na região Metropolitana. In: **Rádio Guaíba**, 2015. Disponível em: <<http://www.radioguaiba.com.br/noticia/golpe-da-casa-pre-fabricada-ja-pode-ter-lesado-mais-de-80-na-regiao-metropolitana/>>. Acesso 27 mai 2017.

ROCHA, W. Custo de mão-de-obra e encargos sociais. **Caderno de Estudos**, São Paulo, n. 6, p. 1-26, 1992.

SANTIAGO, F. Financiamento de casas que fogem da alvenaria convencional. In: **Casa**. 2012. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materiaisconstrucao/financiamentodecasasquefogemdaalvenariaconvencional/>>. Acesso em 28 mar 2017.

SANTOS, A. **Alvenaria vai predominar no minha casa, minha vida**. 2009. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/alvenariavaipredominarnominhacasaminhavid/>>. Acesso em 10 fev 2017.

SANTOS, A. S.; CORDEIRO E SILVA, F. A. P. R.; SIMONETTI, R. A.; ROBERT, R. C. G.; FANTINI, A. C. Panorama do comércio de madeira serrada na microrregião geográfica de Florianópolis-SC. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 1, p. 19-29, 2014.

SANTOS, C. H. **Políticas federais de habitação no Brasil: 1964/1998**. Brasília: IPEA, 1999. 30 p.

SASATANI, D.; EASTIN, I. Construction professionals' environmental perceptions of lumber, concrete and steel in Japan and China. **The Forestry Chronicle**, Ottawa, v. 88, n. 5, p. 593-599, 2012.

SHIMBO, I.; INO, A., A madeira de reflorestamento como alternativa sustentável para produção de habitação social. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 1., 1997, Canela. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 157-162.

STAMATO, G. C.; OLIVEIRA JUNIOR, A. C. Projeto “Educação em Madeira”. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: IBRAMEM, 2008. p. 1-15.

SZÜCS, C. A.; BATISTA, F. D. A Arquitetura de Madeira na Região de Curitiba: estudo comparativo entre a casa tradicional e contemporânea. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2., 2007, Campo Grande. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 1997. p. 798-807.

TORRES, E. Fique atento ao golpe da casa própria. In: **Diário Gaúcho**, 2014. Disponível em: <<http://diariogaucha.clicrbs.com.br/rs/policia/noticia/2014/08/fique-atento-ao-golpe-da-casa-propria-4580322.html>>. Acesso 27 mai 2017.

UŽAR, J. Drvo – materijal u suglasnosti s prirodom. **Technical Journal**, Varaždin, v. 7, n. 3, p. 258-262, 2013.

WRABER, I. **Prefab quality**: architectural quality in Danish prefab wooden dwellings. 2009. 261 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Design) – Faculty of Engineering, Science and Medicine, Aalborg University, Aalborg, 2009.

ZANI, A. C. **Arquitetura de madeira: reconhecimento de uma cultura arquitetônica norte paranaense, 1930/1970**. 1997. (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

_____. **Arquitetura em madeira**. Londrina: Edel; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2013. 396 p.

21 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitos dos estudos atuais apresentam amostras não representativas para o entendimento de um problema da Engenharia ou um panorama setorial, tal como foi citado no item 3.8 do Capítulo 3. Em parte, isso se deve aos altos períodos de tempo e custos financeiros demandados para a condução de um *survey*. Outros estudos se baseiam exclusivamente na demonstração gráfica e/ou tabular dos dados referentes à amostra realizada, seja representativa ou não.

Um exemplo disso pode ser enfatizado pelos principais estudos da área madeireira para entender e elucidar, nacional e internacionalmente, tanto aspectos e características das habitações em madeira (BUCK et al., 2015; JONES et al., 2016; KUZMAN & GROŠELJ, 2012; O'CONNOR, 2004; PULAKKA et al. 2016; ROOS et al., 2010; VILUMA, 2017), quanto os setores produtivos dessas casas de madeira (KOPPELHUBER et al., 2017; PUNHAGUI, 2014; SCHLANBUSCH et al., 2016; SOBRAL et al., 2002; VALDÉS et al., 2015; WAHL, 2008; YUBA, 2001) e florestais-madeireiros (ABIMCI, 2009; LENTINI et al., 2012; SMERALDI & VERÍSSIMO, 1999), os quais não empregam instrumentos estatísticos, como a margem de erro, para averiguar e assegurar um tamanho mínimo de indivíduos amostrados.

Diferente dessa tendência mundial que vem persistindo ao longo do tempo, o presente estudo demonstrou as principais características atuais do setor produtivo brasileiro de casas de madeira mediante uma amostragem bastante representativa (Figura 7), a qual revelou uma margem de erro (Tabela 11) de 6,65% ($\pm 3,325\%$) que se encaixa na condição aceitável e se acerca bastante do nível ideal recomendado por Pinheiro et al. (2011) para esse exemplo de estudo setorial e mercadológico.

Essa grande abrangência na coleta de dados pode explicar melhor e apontar as reais condições e demandas desse importante setor produtivo, pois 50,95% da população total estimada dos produtores de casas de madeira foram amostrados, o que resultou em um marco para esse exemplo de estudo científico setorial no país. Outras importantes conquistas inéditas amealhadas por esta pesquisa foram: as quantificações estimadas geral (Tabela 11) e por Estado (Figura 5) da população total dos produtores de casas de madeira e a declaração nominal dessas empresas que compõem o setor avaliado (Apêndice E).

As grandes dimensões geográficas do Brasil comprovaram ser o obstáculo mais complexo percorrido ao longo da condução das entrevistas pessoais *in loco*.

A grande dificuldade de acesso a dados confiáveis e a obtenção informações gerais do setor produtivo de habitações em madeira representou o grande motivo da realização desta pesquisa, devido à carência de um conhecimento mínimo e basilar para o desenvolvimento dessa indústria brasileira. Diante desse inconveniente, cuja existência foi justificada pelos apontamentos identificados pelas empresas avaliadas e demonstrada nesta pesquisa, o início do desenvolvimento do setor produtivo de habitações em madeira deve ser efetivado por meio da criação e estabelecimento de suas organizações setoriais, tanto no âmbito do trabalhador quanto do empresário.

A condução da pesquisa também identificou um setor com uma quantidade expressiva de empresas de pequeno porte (Figura 54), apesar da existência de empresas de tamanho médio. Essa constatação, até então inédita, destruiu algumas das alegações e afirmações que apontavam para um setor produtivo inexpressivo e, pontualmente, até quase inexistente. A estimativa dos 210 produtores brasileiros de casas de madeira, simultaneamente à confirmação presencial das 107 empresas avaliadas (Figura 7 e Apêndice D), comprovou que a literatura nacional anterior a este documento não era assertiva e detalhada (Tabela 9). No que diz respeito a esse cenário bastante impreciso, a conclusão desta pesquisa delimitou, identificou geograficamente e detalhou as suas empresas integrantes (Figura 5 e Apêndice E).

Além da metodologia principal utilizada em todo este trabalho, de entrevistas pessoais *in loco*, o método suplementar de coleta de dados por busca em *websites*, aplicados para as verificações das técnicas construtivas habitacionais, espécies de madeira em oferta e tipos de sistema produtivo conforme a literatura, se tornou um instrumento de confirmação dos resultados obtidos a uma margem de erro bastante pequena. Apesar de um menor custo de condução, as buscas em *websites* não conseguiram revelar questões mais densas, o que impediu o seu uso em todas as questões deste diagnóstico setorial. No entanto, nesses três comparativos diretos supracitados (Capítulos 5, 7 e 15), os resultados de ambas as metodologias foram bastante similares. Os bons índices obtidos referentes à eficácia na detecção das variáveis analisadas e ao maior detalhamento na coleta de dados nas entrevistas resultaram, possivelmente, de um diálogo entre o pesquisador e os empresários.

Dezesseis eixos foram particularmente estudados nos Capítulos 5 a 20 deste diagnóstico setorial, os quais puderam identificar situações, determinar dificuldades, caracterizar contextos e cenários, fazer problematizações, confirmar e refutar dados presentes na literatura e listar possíveis soluções.

Constatou-se que esse setor produtivo de habitações em madeira tem a sua importância no país (Capítulo 12), mesmo sendo impopular. Isso se deve à sua total desarticulação por conta de todos os seus atores, fato demonstrado pelo baixo nível de presença das empresas em entidades representativas e organizações de classe. Outro aspecto relevante que ressalta essa desunião é o fato de que a maioria dos fabricantes ainda desconhece os seus principais concorrentes, ou seja, aqueles que produzem casas em técnicas similares, bem como seus concorrentes indiretos que produzem diferentes modelos tipológicos habitacionais em madeira (Capítulo 19).

A organização produtiva desse setor envolve majoritariamente as empresas de micro e pequeno porte (Capítulo 14), enquanto que um quarto desses produtores é de porte médio. Nenhuma empresa foi classificada como grande, distinguindo esse setor avaliado de outros mais consolidados, como construção civil, celulose, painéis, etc. Essa inexistência de corporações de grande porte se torna um fator saudável, visto que as culturas empresariais nocivas (corrupção, *lobbies*, domínio de mercado, monopólio, etc.) praticadas especialmente pelas organizações mais poderosas não prevalecem nesse estrato setorial. Essa situação se contrasta à daquela vivenciada pelo setor global da construção civil que, segundo Campos (2012), é envolvido por irregularidades e ilegalidades entre as empreiteiras e o Estado brasileiro, revelando os muitos casos de corrupção inseridos nessa lógica capitalista de acumulação.

No tocante à manufatura, a maior parte dos produtores de casas de madeira possuem plantas fabris, próprias ou de serrarias parceiras, com sistemas produtivos voltados para a pré-fabricação de componentes de madeira e seus derivados (Figura 57). Esse panorama difere bastante do setor das habitações em alvenaria, o qual é amplamente baseado em empresas artesanais de produção de casas exclusiva nos canteiro de obras. A elevada popularidade no Brasil do uso dos sistemas produtivos mais rudimentares, isto é, vernacular, semi pré-cortado e pré-cortado (Figura 58), é o resultado da baixa oferta de investimentos públicos para empresas (Capítulo 18), do uso expressivo de ferramentas e máquinas compactas (Figura 59), do emprego de processos produtivos mais simplificados (Capítulo 15), visto que os altos custos de máquinas de alta tecnologia para o beneficiamento da madeira, em geral importadas (Figura 76), são impeditivos para à maioria das empresas de micro a médio portes (Figura 54). Isso coincidiu com a visão de Murara Junior et al. (2013), cuja condição defasada do Brasil reforça a necessidade de maiores investimentos e a implantação de políticas públicas de incentivo para o beneficiamento da madeira.

A maior acessibilidade aos financiamentos empresariais para a ampliação da capacidade produtiva e o aprimoramento tecnológico deve priorizar uma intensa oferta dessas casas de madeira a custos viáveis de produção para a indústria e de compra pelos consumidores (Capítulo 18). Nielsen (2010) retratou que os incentivos brasileiros para a modernização do parque industrial madeireiro deveriam considerar as premissas da melhoria da produtividade e do grau de acabamento dos produtos.

A redução de impostos e a isenção fiscal para novos negócios baseados no uso de matérias-primas oriundas de florestas plantadas, de espécies nativas ou exóticas, deve ser outra estratégia para atrair novos investidores para o setor (Capítulo 20). De acordo com Nielsen (2010), a sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva florestal deveria se inserir em políticas públicas já existentes, mediante estímulos para produtores rurais e a indústria. Hoeflich (2006) já alertou que se faz necessário que haja “uma política estável e duradoura, pois o setor florestal é um setor caracterizado pelo longo prazo, pois a inconstância de regras e de legislação só contribui para o desestímulo dos empreendedores”.

Um maior investimento público na capacitação técnica de profissionais para a produção fabril e a montagem de casas de madeira deve ser priorizado para atender as futuras expansões de mercado, visando à manutenção da qualidade produtiva e o suprimento de mão-de-obra, a qual é escassa e pouco preparada (Figuras 63, 74 e 75). As demandas das empresas nesse contexto apontam que o poder público deve conceder novos cursos de formação pessoal por meio das universidades, escolas técnicas ou programas de capacitação. De acordo com a CNI (2012a), a educação vista como oportunidade será ferramenta para a produtividade e para o crescimento.

O conhecimento sobre as casas de madeira é muito raso, o que cria ceticismo e preconceitos sobre características e custos dessas moradias (BUCK et al., 2015).

A alvenaria de tijolos (de barro e cimento) presente nas casas situadas nas favelas constitui basicamente na mesma estrutura de parede utilizada nas casas dos condomínios e loteamentos fechados de alto padrão, excluindo-se somente a base de reboco e o seu acabamento superficial mais refinado, comuns ao segundo caso. Uma favela composta por restos de madeira é totalmente diferente de qualquer casa à base de madeira beneficiada, ao passo que essa habitação manufaturada constitui em uma opção que emprega alta tecnologia produtiva, bem como valoriza esse material, tanto em termos estruturais quanto estéticos. Dentro desse paralelo mais evidente, se percebe que a barreira cultural ainda é persistente no Brasil (Figura 76).

Essa rejeição impede um maior emprego da madeira nas construções habitacionais e pode ser abrandada com bons argumentos pautados em suas vantagens, isto é, consumo produtivo de água praticamente inexistente, emprego de matérias-primas renováveis (Capítulos 6 e 7), racionalização de materiais (Tabela 21), eficiência na produção e rapidez de montagem (Figura 41), alta fixação de carbono (Capítulo 9) e custo competitivo e viável de muitas das técnicas em madeira perante a alvenaria tradicional (Capítulo 11). Ponce (1995) já avaliou que a madeira pode recuperar o seu uso em virtude de suas características agradáveis ao tato e sua beleza estética.

Quinze técnicas construtivas habitacionais em madeira são produzidas pelo setor estudado, sendo que o paliteiro ainda não estava identificada na literatura das áreas da construção civil ou da madeira. Quase todas as empresas avaliadas já ofertam os exemplos mais modernos, aqueles classificados como contemporâneos, dados pelas casas (de): tábuas pregadas (verticais e horizontais), tábuas horizontais macho-e-fêmea, pilar-viga, paliteiro, *woodframe* (balão, plataforma, misto e modular), modular (em CLT e canteiros de obras) e móvel (Capítulo 5).

Quanto aos insumos produtivos, quarenta e nove espécies de madeira sólida, sendo quarenta nativas e nove exóticas, foram declaradas como material disponível em oferta pelas empresas amostradas para a construção de habitações. No entanto, as madeiras sólidas de espécies exóticas obtidas em florestas plantadas constituem na maior oferta, apesar do possível uso, ainda existente e extensivo, das espécies nativas tropicais. Apesar de uma pequena parcela das empresas ainda se voltarem contra a substituição total das espécies nativas naturais por exóticas e nativas de florestas plantadas, grande parte desse setor pretende substituí-las no futuro, sendo que um terço já oferece exclusivamente essas opções sustentáveis (Capítulo 7).

A ampliação da produção de florestas plantadas de qualidade e crescimento rápido, tanto de espécies nativas quanto exóticas, voltadas para fins construtivos deve ser o principal norteador no desenvolvimento das novas políticas de incentivo, no contexto da produção de matérias-primas sustentáveis. A maior disponibilidade desses insumos produtivos básicos contribui para o seu barateamento e proliferação da utilização como material construtivo, bem como ainda pode interferir na redução do consumo de madeiras nativas, crescentemente mais caras por seu uso cada vez mais restrito e controlado. Dada a maior aceitação das casas em madeira de floresta plantada pelos produtores, (Capítulo 8), devido à maior oferta ao público, poderia reduzir a pressão ainda existente pelo corte de árvores de matas tropicais naturais.

A disponibilidade do padrão de acabamento para as habitações em madeira se concentra principalmente nas casas de médio e alto padrão (Capítulo 11). Apesar da presença dos padrões populares em mais de metade das empresas amostradas, esses resultados indicam uma priorização da oferta para habitações voltadas para um público com maior poder aquisitivo, pois esse público possui maior aceitação. Esse cenário se similarizou ao apontado por Punhagui (2014), o qual enfatizou que o poder aquisitivo dos brasileiros se relacionou com a posse de uma casa de madeira, pois, quanto maior foi o grau de instrução ou de experiência prévia com a madeira, maior seria a probabilidade de aceitação desse material.

Quase metade das variedades disponíveis das casas de madeira produzidas no Brasil resultou em custos unitários básicos menores que a alvenaria artesanal (Capítulo 11), oferecendo valores competitivos por metro quadrado construído nos três padrões de construção, especialmente nos níveis baixo e médio. O padrão alto, na maior parte das técnicas avaliadas, ainda revela maiores custos devido ao uso de madeiras nativas e às estilizações e personalizações de projeto.

Os tempos de produção informados pelas empresas amostradas para todas as quinze técnicas em madeira foram mais eficientes que a alvenaria artesanal (Capítulo 10), enfatizando a vantagem mais notória e perceptível desses exemplos perante o método construtivo mais tradicionalmente utilizado no Brasil.

A expansão do consumo poderia contribuir para reduzir o custo de venda das casas de madeira, caso novos mercados e consumidores sejam acedidos. Apesar de pequena, a participação de mercado das casas de madeira no país é perceptível e pode sofrer um incremento, diante do pequeno e constante crescimento vivido nos últimos três anos. Uma estratégia de expansão mercadológica poderia ser explorada pela mitigação do déficit habitacional atual, o qual deve ser repensado pelo Governo, mediante a facilitação da aquisição, por parte da população, desse tipo de moradia. Os financiamentos públicos integrais das casas de madeira deveriam ser mais bem explorados, visto que ainda são bastante limitados e demandam seguros específicos para a sua obtenção. Nesse caso, somente alguns bancos privados têm ofertado essas operações plenas de subsídio habitacional. Assim, os financiamentos parciais públicos e privados para a aquisição exclusiva de materiais de construção têm sido as alternativas mais oferecidas e utilizadas pelos clientes. Apesar da crise atual do Brasil, a retomada no crédito habitacional para a população constitui em um vetor importante para o crescimento do setor produtivo de casas de madeira (Capítulo 13).

Então, a implantação de políticas assertivas, para a produção em larga escala de habitações a um custo competitivo, pode contribuir com o desenvolvimento de um setor produtivo local com grandes possibilidades de produzir casas sustentáveis e a redução do déficit habitacional atual, que de acordo com a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (2016), ultrapassou as 6,2 milhões de famílias.

Vislumbra-se que esta pesquisa sirva como base para as representações do setor (sindicatos e associações), fabricantes, madeireiras em geral e, principalmente, para o Governo (Municipal, Estadual e Federal), a fim de que se consiga verificar as suas principais falhas, dificuldades, problemas, demandas e obrigações, objetivando a reflexão de seus erros com um foco na expansão, aperfeiçoamento e consolidação desse setor de produtos manufaturados com valor agregado.

O Brasil, diferente da Europa, não estimula favoravelmente o setor industrial da madeira, que ainda assim apresenta grande potencial de crescimento em função da diversidade de seus produtos manufaturados (DE ARAUJO et al., 2017). Então, a partir de fatos crônicos como esse, espera-se também que esse documento possa servir como um instrumento de auto avaliação por parte das empresas desse setor e/ou uma ferramenta de cobrança ao poder público para o mútuo desenvolvimento.

Os primeiros indicadores da real situação atual da cadeia produtiva de casas de madeira no Brasil deverão auxiliar nas futuras discussões direcionadas para incentivar o estabelecimento de novos objetivos e metas, bem como estimular a produção de outros estudos prospectivos e de políticas públicas específicas. Além disso, esses dados poderão estimular ainda mais discussões na literatura brasileira.

A continuidade dos estudos para outros setores que compõem as cadeias da construção civil e florestal-madeireira se faz importante para assegurar mais dados e ampliar as discussões no contexto das construções habitacionais à base de madeira.

A partir desta pesquisa, apontamentos poderiam ser retomados e/ou iniciados sobre o(a): preparo de estudos setoriais refinados para cada técnica construtiva em madeira; desenvolvimento de técnicas e maquinários de beneficiamento da madeira serrada com melhores rendimentos; substituição de espécies nativas tradicionais por exóticas; produção de florestas plantadas para atender o setor da construção civil; melhoramento genético para o crescimento rápido das espécies lenhosas, exóticas e nativas, priorizando a resistência para fins estruturais; desenvolvimento de derivados (painéis e vigas) à base de pinus e/ou eucalipto quimicamente tratados para usos externos; desenvolvimento de preservantes naturais atóxicos e não lixiviáveis; etc.

As seguintes sugestões foram apontadas para facilitar o início das ações para o estímulo ao desenvolvimento do setor produtivo de casas de madeira no Brasil, tais como:

- Criar associações regionais para a abertura de espaço de debates, no nível local, dar suporte de informações e metas para a indústria nacional e permitir um maior autoconhecimento dos atores envolvidos;
- Inserir as suas empresas nos sindicatos da construção civil estaduais para quantificar membros e obter suportes e parcerias para a sua consolidação;
- Criar comitês e redes de encontros oficiais e extraoficiais, informais e sem a cobrança de taxas de participação, com o intuito de ampliar a adesão popular, conferindo acesso pleno a todas as pessoas, independente de seus níveis de formação e saber.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). **Estudo setorial 2009**: ano base 2008. Brasília: ABIMCI, 2009. 33 p.

BUCK, D.; WANG, X.; HAGMAN, O.; GUSTAFSSON, A. Comparison of different assembling techniques, regarding cost, durability, and ecology – a survey of multi-layer wooden panel assembly load-bearing construction elements. **Bioresources**, Raileigh, v. 10, n. 4, p. 8378-8396, 2015.

CAMPOS, P. H. P. **A ditadura dos empreiteiros**: as empresas nacionais de construção pesada, suas formas associativas e o Estado ditatorial brasileiro, 1964-1985. 2012. 584 p. Tese (Doutorado em História Social) – Instituto de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

DE ARAUJO, V. A.; GARCIA, J. N.; CORTEZ-BARBOSA, J.; GAVA, M.; SAVI, A. F.; MORALES, E. A. M.; LAHR, F. A. R.; VASCONCELOS, J. S.; CHRISTOFORO, A. L. Importância da madeira de florestas plantadas para a indústria de manufaturados. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 90, p. 157-168, 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **A indústria brasileira no caminho da sustentabilidade**. Brasília: CNI, 2012. 47 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). Levantamento inédito mostra déficit de 6,2 milhões de moradias no Brasil. **Portal FIESP**. 2016. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/noticias/levantamento-inedito-mostra-deficit-de-62-milhoes-de-moradias-no-brasil/>>. Acesso em: 01 jun. 2017.

HOEFLICH, V. A. **Desenvolvimento florestal sustentável: requerimentos de uma sociedade.** n. 138. Colombo: Embrapa Florestas, 2006. 38 p.

JONES, K.; STEGEMANN, J.; SYKES, J.; WINSLOW, P. Adoption of unconventional approaches in construction: the case of cross-laminated timber. **Construction and Building Materials**, Amsterdam, v. 125, p. 690-702, 2016.

KOPPELHUBER, J.; BAUER, B.; WALL, J.; HECK, D. Industrialized timber building systems for an increased market share – a holistic approach targeting construction management and building economics. **Procedia Engineering**, Londres, v. 171, p. 333-340, 2017.

KUZMAN, M. K.; GROŠELJ, P. Wood as a construction material: comparison of different construction types for residential building using the analytic hierarchy process. **Wood Research**, Bratislava, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2012

LENTINI, M. W.; GOMES, P. C.; SOBRAL, L. **Acertando o alvo 3: desvendando o mercado brasileiro de madeira amazônica certificada FSC.** Piracicaba: Imaflora, 2012. 73 p.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Estimativa do rendimento em madeira serrada de pinus para duas metodologias de desdobro. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 4, 2013, p. 556-563.

NIELSEN, I. R. **Estudo de oportunidades de negócios florestais: papel e celulose; painéis de madeira; madeira serrada.** Projeto BRA/06/032. Brasília-DF: UNDP/SAE, 2010. 258 p.

O'CONNOR, J. Survey on actual service lives for North American buildings. In: WOODFRAME HOUSING DURABILITY AND DISASTER ISSUES CONFERENCE, 2004, Las Vegas, Estados Unidos. **Proceedings...** Las Vegas, Estados Unidos: 2004, p. 1-9.

PINHEIRO, R. M.; CASTRO, G. C.; SILVA, H. H.; NUNES, J. M. G. **Pesquisa de mercado.** Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011. 154 p.

PONCE, R. H. Madeira serrada de eucalipto: desafios e perspectivas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DE MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA. São Paulo. 1995. **Anais...** São Paulo, Piracicaba: IPT; IPEF; ESALQ-USP, 1995. p. 50-58.

PULAKKA, S.; VARES, S.; NYKÄNEN, E.; SAARI, M.; HÄKKINEN, T. Lean production of cost optimal wooden nZEB. **Energy Procedia**, Amsterdam, v. 96, p. 202-211, 2016.

PUNHAGUI, K. R. G. **Potencial de reduccion de las emisiones de CO₂ y de la energia incorporada em la construccion de viviendas en Brasil mediante el incremento del uso de la madera.** 2014. 422 p. Tese (Doutorado em Energia e Meio Ambiente na Arquitetura) – Escola Tècnica Superior d'Arquitectura de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, 2014.

ROOS, A.; WOXBLOM, L.; MCCLUSKEY, D. The influence of architects and structural engineers on timber construction – perceptions and roles. **Silva Fennica**, Helsinki, v. 44, n. 5, p. 871-884, 2010.

SCHLANBUSCH, R. D.; FUFA, S. M.; HÄKKINEN, T.; VARES, S.; BIRGISDOTTIR, H.; YLMÉN, P. Experiences with LCA in the Nordic building industry – challenges, needs and solutions. **Energy Procedia**, Londres, v. 96, p. 82-93, 2016.

SMERALDI, R.; VERÍSSIMO, J. A. **Acertando o alvo**: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal. Piracicaba: Imaflora, 1999. 41 p.

SOBRAL, L.; VERÍSSIMO A.; LIMA, E.; AZEVEDO, T.; SMERALDI, R. **Acertando o alvo 2**: consumo de madeira amazônica e certificação florestal do Estado de São Paulo. Belém: Imazon, 2002. 72 p.

VALDÉS, S. G.; PERALTA, L. G.; LANYON, F. R. Modelo de innovación estratégico de negocios aplicado a viviendas de madera en Chile. **Revista Ingeniería Industrial**, Concepción, v. 14, n. 3, p. 65-79, 2015.

VILUMA, A. The situation with use of wood constructions in contemporary Latvian architecture. **Mokslas – Lietuvos Ateitis**, Vilnius, v. 9, n. 1, p. 9-15, 2017.

WAHL, A (Ed.). **Wood market trends in Europe**. SP-49. Trend 3. Vancouver: FPInnovations, 2008. 40 p.

YUBA, A. N. **Cadeia produtiva de madeira serrada de eucalipto para produção sustentável de habitações**. 2001. 162 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

22 CONCLUSÕES GERAIS

O setor produtivo de casas de madeira ainda não possui qualquer articulação corporativa, frequente nas áreas produtivas mais desenvolvidas. Isso tem impedido o seu desenvolvimento em larga escala. A formação de sindicatos trabalhistas e de associações empresariais consistirá em um vetor essencial, se fortemente aderidos, para a execução de novas políticas de estímulo à produção dessas casas no Brasil.

A barreira cultural negativa em relação à madeira, insistentemente apontada por todos os atores do setor, ainda se faz presente e tem sido lentamente combatida por estudos e eventos florestais-madeireiros, por meio da exposição das vantagens e da eficiência de suas técnicas habitacionais. Um incentivo governamental maciço e perene poderia acelerar a difusão e a popularização desses exemplos sustentáveis.

As principais causas que vem contribuindo para a situação drástica do setor estudado coincidiram, em boa parte, com a baixa aspiração das empresas avaliadas perante o mercado, falta de maior integração entre os produtores, baixa presença de engenheiros e técnicos carpinteiros nos postos de trabalho de planejamento e da produção, pequena quantidade de florestas plantadas voltadas especialmente para a produção de matéria-prima para a construção civil, escassez de madeiras serradas e devidamente padronizadas para o uso na construção civil, entre outros fatores.




Outro importante fator a ser considerado remete ao apoio quase inexistente do Governo brasileiro para a indústria florestal-madeireira, em especial aos setores do beneficiamento da madeira e da produção de florestas plantadas. A carência de estímulos depreciou a indústria e desestimulou o empresariado a investir em novos negócios. A falta de planos globais para o setor de casas de madeira está atrelada, especialmente, ao desconhecimento geral da extensão de sua cadeia produtiva e de seus principais atores. Isso é resultado da pouca quantidade de estudos sobre a sua real situação e da escassez de propostas que visem assertivamente à coesão das empresas, fornecedores e potenciais consumidores relacionados a essa cadeia.

O estabelecimento de incentivos para o aumento da produção e do consumo das casas de madeira deveria ser a estratégia mais importante a cargo do Governo brasileiro para a construção civil, com o fim de criar um modelo paralelo à arquitetura tradicional em alvenaria, sob as égides de: utilização de matérias-primas renováveis e sustentáveis, maiores eficiências produtiva e de montagem, custos competitivos e acessíveis, ampla diversidade visual e arquitetônica, entre outros fatores positivos.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Primeira versão do formulário

	<p>GRUPO DE PESQUISA LIGNO UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (ESALQ/USP) UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP/ITAPEVA)</p> <p>QUESTIONÁRIO EMPRESAS DA CADEIA PRODUTIVA BRASILEIRA DE HABITAÇÕES EM MADEIRA</p>	 
Cidade	Empresa	Responsável

1 EMPRESA:

1. Qual o tempo de execução da obra? (informar o tamanho médio da edificação em m²)

2. A empresa vende seus resíduos madeiros? () NÃO () SIM Quais?

3. Qual a produção de casas? (em número de casas por...)

CASAS / MÊS	CASAS / SEMESTRE	CASAS / ANO
-------------	------------------	-------------

4. Quais os produtos (tipologias) produzidos?

TÁBUA E MATA-JUNTA	WOODFRAME	MODULAR / MÓBILE	TIMBERFRAME (PILAR-VIGA)	ENXAIMEL	LOG-HOME
--------------------	-----------	------------------	--------------------------	----------	----------

5. Quais os tipos de acabamento da casa?

POPULAR	INTERMEDIÁRIO	ALTO-PADRÃO
---------	---------------	-------------

6. Qual o nível de industrialização da empresa?

PLENAMENTE EM OBRA	OBRA MISTA COM FÁBRICA PRÓPRIA	OBRA MISTA COM PARCEIROS (TRELIÇAS)	PLENAMENTE FABRIL (FÁBRICA PRÓPRIA)
--------------------	--------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

7. Quantos empregados diretos a empresa possui?

ATÉ 5	5 A 10	10 A 20	20 A 30	30 A 40	40 A 50	+50
-------	--------	---------	---------	---------	---------	-----

8. Qual o tamanho da empresa?

PEQUENA	MÉDIA	GRANDE
---------	-------	--------

9. Quais as dificuldades produtivas?

QUALIDADE	TÉCNICA	LOGÍSTICA	CUSTO PRODUTIVO	GESTÃO	LAYOUT
PREÇO DA CASA	DESEMPENHO	MANUTENÇÃO	MÃO-DE-OBRA	BARREIRA CULTURAL	INSUMOS (MADEIRA)
PERDA DE MATERIAL	OUTROS				

10. Quais as dificuldades do produto produzido?

QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA	ACABAMENTO	DEFEITOS	SECAGEM	CERTIFICAÇÃO DO PRODUTO	OUTROS
----------------------------	------------	----------	---------	-------------------------	--------

11. Quais as dificuldades do setor?

PARCERIAS	POLÍTICAS PÚBLICAS	IMPORTAÇÃO (MÁQUINA/INSUMOS)	EXPORTAÇÃO (PRODUTOS)	IMPOSTOS E ISENÇÕES	OUTROS
-----------	--------------------	------------------------------	-----------------------	---------------------	--------

12. A empresa conta com o apoio do governo ou políticas públicas? () NÃO () SIM Qual?

FINANCIAMENTO	REDUÇÃO DE IMPOSTOS	ISENÇÃO FISCAL	INCUBAÇÃO (acad./pref./particular)	PARQUE TECNOLÓGICO	OUTROS
---------------	---------------------	----------------	------------------------------------	--------------------	--------

13. Teve ou tem acesso a algum financiamento governamental? () NÃO () SIM Qual?

BNDDES	FINAME (MAQUINA/EQUIPAMENTO)	PROGER (EMPREGO/RENDA)	BANCO DO BRASIL / CAIXA E. FEDERAL	OUTROS
--------	---------------------------------	---------------------------	---------------------------------------	--------

14. A empresa possui convênio de financiamento para as casas (clientes)?

CAIXA E. FEDERAL	BANCO DO BRASIL	BANCOS PRIVADOS	FINANCEIRA PRIVADA	OUTROS
------------------	-----------------	-----------------	--------------------	--------

15. Quais as certificações ou selos que a empresa possui? Almeja qual?

ISO (ABNT)	SINAT	CERFLOR	FSC	CERTIFICAÇÃO (F.BAUER / IPT)	OUTROS
------------	-------	---------	-----	---------------------------------	--------

16. Já buscou auxílio em consultorias / assessorias? () NÃO () SIM Qual?

SEBRAE	CONSULTOR LIBERAL	SINDICATO	PESQUISADOR	EMPRESA JUNIOR / GRUPOS DE PESQ.	OUTROS
--------	----------------------	-----------	-------------	-------------------------------------	--------

17. Qual o foco dessa consultoria / assessoria?

FINANÇAS	ORGANIZACIONAL	CAPACITAÇÕES	MANUTENÇÃO	RENOVAÇÃO DE LINHA	OUTROS
----------	----------------	--------------	------------	--------------------	--------

18. Condição da madeira comprada?

TORA ÚMIDA	PEÇAS UMIDAS	PEÇAS SECAS	PEÇAS PRONTAS	PAINÉIS DERIVADOS
------------	--------------	-------------	---------------	-------------------

19. Qual o tipo de madeira utilizada? () CERTIFICADA () REFLORESTADA Qual?

PINUS	EUCALIPTO	NATIVA. Quais?
-------	-----------	----------------

20. Existe perspectiva de substituição da madeira nativa? () NÃO () SIM Por qual?

21. Qual a obsolescência (idade) das máquinas utilizadas na manufatura?

- 1 ANO	1 A 3 ANOS	3 A 5 ANOS	5 A 10 ANOS	10 A 20 ANOS	20 A 30 ANOS	+30 ANOS
---------	------------	------------	-------------	--------------	--------------	----------

22. Quais os tipos das máquinas e insumos?

FERRAMENTA (alicate, martelo, serrote,...)	MÁQUINA PORTÁTIL (pistola, furadeira, tico-tico)	EQUIPAMENTO MÉDIO (tupia, serra, destopadeira)	EQUIPAMENTO PESADO (grua, prensa, câmara sec)	AUTOMAÇÃO/ROBÓTICO (CNC, mesas robotizadas)
---	---	---	--	--

23. A empresa possui secagem em planta? () NÃO () SIM Qual?

SOLAR	CONFINADA	CÂMARA (AR SECO)	CÂMARA (VAPOR)	VÁCUO	MICROONDAS
-------	-----------	------------------	----------------	-------	------------

24. A empresa participa de organizações com outras empresas madeireiras?

SINDICATOS	ASSOCIAÇÕES	COOPERATIVAS	OUTROS
------------	-------------	--------------	--------

25. A empresa sente falta de alguma destas organizações? () NÃO () SIM Qual?

26. A empresa participa de eventos relacionados à que?

FEIRAS (ouvinte)	FEIRAS (estande)	FEIRAS (organizador)	CONGRESSOS	PALESTRAS TECNICAS
OUTROS				

27. Possui parcerias de avaliações técnicas / certificações produtos / validações?

FALCÃO BAUER	IPT	LABORATÓRIO ACADÊMICO	OUTROS
--------------	-----	-----------------------	--------

28. Qual é a avaliação final do consumidor obtida para a casa de madeira produzida por sua empresa?

RUIM	REGULAR	BOA	ÓTIMA
------	---------	-----	-------




29. Quais as necessidades e demandas da empresa em relação à mão de obra especializada?

ENG. CIVIL / ARQUITETO	ENG. INDUSTRIAL MADEIREIRO	CARPINTEIRO / BUILDER	ELETRICISTA	ENCANADOR	GESSEIRO (DRYWALL)	OUTROS
---------------------------	-------------------------------	--------------------------	-------------	-----------	-----------------------	--------

30. Descreva as etapas do seu processo produtivo:

APÊNDICE B

Segunda versão do formulário

 <p>Grupo de pesquisa de desenvolvimento de produtos lignocelulósicos</p>	<p>GRUPO DE PESQUISA LIGNO UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (ESALQ/USP) UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP/ITAPEVA)</p> <p>QUESTIONÁRIO EMPRESAS DA CADEIA PRODUTIVA BRASILEIRA DE HABITAÇÕES EM MADEIRA</p>	 
<p>Responsável:</p>	<p>Cargo / Função:</p>	

PRODUTO:

1. Quais as tipologias / técnicas em madeira produzidas?

WOODFRAME BALÃO	WOODFRAME PLATAFORMA	WOODFRAME MISTO	LOG-HOME	TÁBUAS HORIZONTAIS PORTANTE (MACHO-FÊMEA / PAINEL PRÉFAB)	
TÁBUAS VERTICAIS	ENXAIMEL / COLUMBAGEM	MODULAR / MÓBILE	TÁBUA E MATA- JUNTA	CASA MÓVEL TRAILER-CASA	PILAR-VIGA
OUTROS					

2. Quais os tipos de acabamento oferecidos?

POPULAR	INTERMEDIÁRIO	ALTO-PADRÃO
---------	---------------	-------------

3. Aqui no Brasil, qual o tempo de execução das suas obras? (informar o tamanho médio da casa em m²)

4. Qual o tipo das madeiras ou das chapas compradas pela empresa?

TORA ÚMIDA	TÁBUA / BLOCO VERDE	TÁBUA / BLOCO SECO	TÁBUA / BLOCO SECO E APARELHADO	
OSB	LVL	MLC	COMPENSADOS	VIGA MISTA "I"
OUTROS				

5. Quais as espécies de madeira utilizadas? () CERTIFICADA () REFLORESTADA

PINUS	EUCALIPTO	NATIVA. Quais?
-------	-----------	----------------

6. Existe perspectiva de substituição da madeira nativa por reflorestada? () NÃO () SIM Por qual?

7. Quanto se utiliza de madeira nessa casa? (m³ de madeira serrada e pacote de chapas)

8. Quanto se gera de resíduos? (em caçamba ou m³)

9. Qual destino dos resíduos de madeira serrada?

REUSA PEÇAS MENORES	CAÇAMBAS PARA ATERROS	QUEIMA COMO BIOMASSA	QUEIMA AO AR LIVRE NO SOLO	DOA / VENDE OS RESÍDUOS
---------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------------------

10. Qual destino dos resíduos das chapas/painéis derivados de madeira?

REUSA APARAS EM PEÇAS MENORES	CAÇAMBAS PARA ATERROS	QUEIMA COMO BIOMASSA	QUEIMA AO AR LIVRE NO SOLO	DOA / VENDE OS RESÍDUOS
----------------------------------	--------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------------------

11. Qual o custo/m² médio das casas ou a faixa de custo/m²?

12. Qual a avaliação final do consumidor?

RUIM	REGULAR	BOA	EXCELENTE	NÃO AVALIADO
------	---------	-----	-----------	--------------

13. Quais as dificuldades relacionadas ao produto produzido?

DESEMPENHO DA CASA	ACABAMENTO DA CASA	DEFEITO EM CASAS ACABADAS	CERTIFICAÇÕES DA TÉCNICA	FINANCIAMENTOS PARA OS CLIENTES	PREÇO DE VENDA DA CASA
OUTROS					

EMPRESA:

14. Qual a produção de casas? (em número de casas por...)

CASAS / MÊS	CASAS / SEMESTRE	CASAS / ANO
-------------	------------------	-------------

15. Qual o nível de industrialização da empresa?

PLENAMENTE EM OBRA	MISTA EM FÁBRICA PRÓPRIA E EM OBRA	MISTA EM OBRA E FÁBRICA PARCEIRA	PLENAMENTE FABRIL (FÁBRICA PRÓPRIA)	MONTADORA (REDE DE PARCERIAS)
--------------------	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

16. Quantos empregados diretos a empresa possui?

ATÉ 5	5 A 10	10 A 20	20 A 30	30 A 40	40 A 50	+50
-------	--------	---------	---------	---------	---------	-----

17. Qual o tamanho da empresa?

PEQUENA	MÉDIA	GRANDE
---------	-------	--------

18. Quais as dificuldades produtivas da empresa?

MÃO-DE-OBRA QUALIFICADA	DISPONIBILIDADE MADEIRA SERRADA	DISPONIBILIDADE DE CHAPAS E VIGAS	QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA	QUALIDADE DAS CHAPAS E VIGAS	PERDAS DE MATÉRIA-PRIMAS
BITOLAMENTO DA MADEIRA (SEÇÕES)	SECAGEM DA MADEIRA	CONHECIMENTO DA TÉCNICA	ADAPTAÇÃO DA TÉCNICA (BRASIL)	GESTÃO DA PRODUÇÃO	LAYOUT DA LINHA PRODUTIVA
CUSTO DA MADEIRA SERRADA	CUSTO DAS CHAPAS E VIGAS	CUSTOS PRODUTIVOS	TEMPO DE ENTREGA DA CASA	MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS	LOGÍSTICA
OUTROS					

19. A empresa possui certificações, selos ou segue procedimentos/normas? () NÃO () SIM Almeja?

ISO 9000, 14000, ... (ABNT / INMETRO)	SINAT (SIST.APROV.TEC.)	DATec (DOC.TEC.AVALIAÇ)	FSC	CERFLOR (INMETRO)	CERT. PARTICULAR (F.BAUER / IPT)
SELO LEED	SELO AQUA	OUTROS			

20. Já buscou auxílio em consultorias/assessorias? () NÃO () SIM Qual?

SEBRAE	CONSULTOR LIBERAL	SINDICATO	PESQUISADOR	EMPRESA JR.	GRUPO DE PESQUISA
OUTROS					

21. Se sim na pergunta anterior, qual o foco dessa consultoria/assessoria?

FINANÇAS	ORGANIZACIONAL	CAPACITAÇÕES	MANUTENÇÃO	LINHA PRODUTIVA	RENOVAÇÃO LINHA
OUTROS					

22. Qual a obsolescência (idade) média das máquinas utilizadas na manufatura?

- 1 ano	1 a 3 anos	3 a 5 anos	5 a 10 anos	10 a 20 anos	20 a 30 anos	+30 anos
---------	------------	------------	-------------	--------------	--------------	----------

23. Quais os tipos das máquinas e insumos utilizados na fabricação das casas?

Ferramentas (alicate, martelo, serrote)	Eq. portáteis (pistola, tico-tico, furadeira)	Equips médios (tupia, serras, destopadeira)	Equip pesados (grua, prensa, câmara sec.)	Automação/robóticos (CNC, mesas-robot.)
---	---	---	---	---

24. A empresa possui secagem em planta? () NÃO () SIM Qual?

SOLAR	CONFINADA	CÂMARA (AR SECO)	CÂMARA (VAPOR)	VÁCUO	MICROONDAS
-------	-----------	------------------	----------------	-------	------------

25. Conhece o curso de Eng.Ind. Madeireira? () NÃO () SIM Contrataria? () NÃO () SIM () JÁ POSSUI

26. A empresa emprega algum engenheiro na planta ou em obra? () NÃO () SIM () TERCEIRIZA

ENG. CIVIL	ARQUITETO	ENG. IND. MADEIREIRO	ENGENHEIRO PRODUÇÃO	ENGENHEIRO MECÂNICO	ENGENHEIRO ELÉTRICO	ENGENHEIRO SEG. TRAB.
OUTROS						

27. Quais as necessidades e demandas da empresa em relação à mão-de-obra especializada?

ENG. CIVIL / ARQUITETO	ENG. IND. MADEIREIRO	ENGENHEIRO PRODUÇÃO	CARPINTEIRO / BUILDER	ELETRICISTA	ENCANADOR	GESSEIRO (DRYWALL)
NÃO POSSUI DEMANDAS	OUTROS					

28. Descreva sucintamente as etapas do seu processo produtivo:

SETOR:

29. Empresa conta com o apoio do governo ou de políticas públicas? () NÃO () SIM Qual?

FINANCIAMENTO PARA A EMPRESA	REDUÇÃO DE IMPOSTOS	ISENÇÃO FISCAL	INCUBADORA/PARQUE TECNOLÓGICO	USO DA TÉCNICA EM OBRA PÚBLICA
OUTROS				

30. Empresa teve / tem acesso a financiamentos para sua melhoria /expansão/ compra? () NÃO () SIM?

BNDES (CARTÃO/FINEM/...)	BNDES-FINAME (MAQUINA/EQUIPAMTO)	PROGER (EMPREGO/RENDA)	BANCOS PÚBLICOS (BB / CEF)	FUNDO PESQUISA (FINEP/FAPESP/...)
--------------------------	----------------------------------	------------------------	----------------------------	-----------------------------------

31. Empresa possui convênio de financiamento das casas para os clientes? () NÃO () SIM Qual?

CAIXA E. FEDERAL	BANCO DO BRASIL	BANCO ESTADUAL	FINANCEIRA PRIV.	BANCO PRIVADO
CRÉDITO ESPECIAL EM BANCO PÚBLICO PARA MATERIAL DE CONSTRUÇÃO (Construcard / BB /.....)				
OUTROS				

32. A empresa participa de organizações com outras empresas madeireiras? () NÃO () SIM Qual?

SINDICATOS	ASSOCIAÇÕES	COOPERATIVAS	OUTROS
------------	-------------	--------------	--------

33. A empresa sente falta de alguma destas organizações? () NÃO () SIM Quais?

34. A empresa participa de eventos do setor madeireiro ou construção civil? () NÃO () SIM Quais?

FEIRAS (ouvinte)	FEIRAS (estande)	FEIRAS (organizador)	CONGRESSOS	PALESTRAS TEC.
OUTROS				




35. Quais as dificuldades do setor de casas de madeira?

PARCERIAS COM OUTRAS EMPRESAS	POLÍTICAS PÚBLICAS	CARÊNCIA DE INVESTIDORES	IMPORTAÇÃO (MÁQS./INSUMOS)	EXPORTAÇÃO (PRODUTOS)	IMPOSTOS E ISENÇÕES
BARREIRA CULTURAL	ABASTECIMENTO DE MAD SERRADA	ABASTECIMENTO PAINÉIS / VIGAS	ABASTECIMENTO INSUMO METÁLICO	ABASTECIMENTO ISOLANTE (T. / AC.)	USO DA TÉCNICA EM OBRA PÚBLICA
OUTROS					

36. O que falta para o setor de casas de madeira **emplacar** ou **avançar** no cenário nacional?

APÊNDICE C

Terceira versão do formulário: definitiva aplicada aos empresários

 Grupo de pesquisa de desenvolvimento de produtos lignocelulósicos	GRUPO DE PESQUISA LIGNO UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (ESALQ/USP) UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP/ITAPEVA) FORMULÁRIO EMPRESAS DA CADEIA PRODUTIVA BRASILEIRA DE HABITAÇÕES EM MADEIRA	 
Nome da Empresa / Marca do Produto:	Cidade / Estado:	
Responsável:	Cargo / Função:	

PRODUTO:

1. Quais são as tipologias / técnicas em madeira produzidas por sua empresa?

WOODFRAME BALÃO	WOODFRAME PLATAFORMA	WOODFRAME MISTO	LOG-HOME	TÁBUAS HORIZONTAIS MACHO-E-FÊMEA	TÁBUAS HORIZONTAIS PAINÉIS PREGADOS
TÁBUAS VERTICAIS PAINÉIS PREGADOS	ENXAIMEL / COLUMBAGEM	MODULAR / MÓBILE	MODULAR CANTEIRO	TÁBUA E MATA-JUNTA	CASA MÓVEL / TRAILER-CASA
PILAR-VIGA	PALITEIRO COM ALVENARIA	OUTROS			

2. Quais são os tipos de acabamento oferecidos por sua empresa?

POPULAR	INTERMEDIÁRIO	ALTO-PADRÃO
---------	---------------	-------------

3. Qual é o tempo de execução de sua empresa para uma habitação térrea de 100m² para cada técnica? (dias)

4. Quais são os tipos das madeiras e/ou dos derivados de madeira utilizados por sua empresa?

TORA ÚMIDA	TÁBUA / BLOCO VERDE	TÁBUA / BLOCO SECO	TÁBUA / BLOCO SECO E APARELHADO	CLT
OSB	LVL	MLC	COMPENSADOS	VIGA MISTA "I"
OUTROS				

5. Quais são as espécies de madeira utilizadas por sua empresa?

EXÓTICA	NATIVA	NATIVA MANEJADA	QUAIS?
---------	--------	-----------------	--------

6. Existe a perspectiva, na sua empresa, de substituição da madeira nativa por madeira de floresta plantada?

NÃO PRETENDE	NÃO PRETENDE, MAS JÁ TENTOU USAR NO PASSADO	NÃO PRETENDE, EMBORA JÁ OFEREÇA ESPÉCIES EXÓTICAS	SIM, PRETENDE USAR SOMENTE NO FUTURO	SIM, JÁ UTILIZA MADEIRA DE FLORESTA PLANTADA
--------------	---	---	--------------------------------------	--

7. Se SIM, SOMENTE NO FUTURO na pergunta anterior, por quais espécies pretende substituir as nativas?

8. Quanto se utiliza de madeira nessa casa térrea de 100m² produzida? (m³ de madeira e pacote de chapas)

9. Qual é a faixa de custo em R\$/m² para cada técnica construtiva em madeira produzida por sua empresa?

10. Qual é a avaliação final do consumidor obtida para a casa de madeira produzida por sua empresa?

RUIM	REGULAR	BOA	EXCELENTE	NÃO AVALIADO
------	---------	-----	-----------	--------------

11. Quais são as dificuldades relacionadas ao produto casa de madeira produzido por sua empresa?

DESEMPENHO ACÚSTICO	DESEMPENHO TÉRMICO	DESEMPENHO ESTRUTURAL	DURABILIDADE DA CASA	ACABAMENTO DA CASA	DEFEITOS EM CASAS ACABADAS
CERTIFICAÇÕES DA TÉCNICA	FINANCIAMENTOS PARA OS CLIENTES	PREÇO DE VENDA DA CASA	OUTROS		

EMPRESA:

12. Qual foi a quantidade anual de casas de madeira comercializada por empresa nos anos de?

2013	2014	2015
------	------	------

13. Qual é o mercado foco das casas de madeira comercializadas por sua empresa?

LOCAL (MUNICÍPIOS)	ESTADUAL	REGIONAL (+ESTADOS)	NACIONAL	INTERNACIONAL
--------------------	----------	---------------------	----------	---------------

ESPECIFICAR LOCAIS:

14. Qual é o nível de industrialização de sua empresa?

PLENAMENTE EM OBRA	MISTA EM FÁBRICA PRÓPRIA E EM OBRA	MISTA EM OBRA E FÁBRICA PARCEIRA	PLENAMENTE FABRIL (FÁBRICA PRÓPRIA)	MONTADORA (REDE DE PARCERIAS)
--------------------	------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

15. Quantos empregados diretos a sua empresa possui?

ATÉ 5	6 A 9	10 A 19	20 A 29	30 A 39	40 A 49	+50
-------	-------	---------	---------	---------	---------	-----

16. Qual o tamanho / porte da sua empresa?

MICRO	PEQUENA	MÉDIA	GRANDE
-------	---------	-------	--------

17. Quais são as dificuldades produtivas da sua empresa?

MÃO-DE-OBRA QUALIFICADA	DISPONIBILIDADE MADEIRA SERRADA	DISPONIBILIDADE CHAPAS/PAINÉIS	QUALIDADE DA MADEIRA SERRADA	QUALIDADE DAS CHAPAS/PAINÉIS	PERDAS DE MATÉRIA-PRIMAS
BITOLAMENTO DA MADEIRA (SEÇÕES)	SECAGEM DA MADEIRA	CONHECIMENTO DA TÉCNICA	ADAPTAÇÃO DA TÉCNICA (BRASIL)	GESTÃO DA PRODUÇÃO	LAYOUT DA LINHA PRODUTIVA
CUSTO DA MADEIRA SERRADA	CUSTO DAS CHAPAS E VIGAS	CUSTOS PRODUTIVOS	TEMPO DE ENTREGA DA CASA	MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS	LOGÍSTICA
OUTROS					

18. A sua empresa segue procedimentos / normas / diretrizes?

 NÃO SIM

MODELOS DE GESTÃO (ISO 9000, ISO 14000,...)	PRÁTICAS PRODUTIVAS (SixSigma, TQM, P+L, JIT, Lean,...)	NORMAS INDIVIDUAIS (ABNT, EN, DIN, ANSI,...)	DIRETRIZES SINAT (Sistema Nacional de Avaliação Técnica)
OUTROS			

19. A sua empresa possui certificações / selos / documentos técnicos?

 NÃO SIM

CERTIFICADO TÉCNICO (F.Bauer / IPT / Vanzolini)	DATEC (Documento Técnico de Avaliação)	SELO FSC (Conselho de Manejo Florestal)	SELO AQUA	SELO LEED	SELO CERFLOR (INMETRO)
OUTROS					

20. A sua empresa pretende obter algum no futuro? NÃO SIM Qual?

21. A sua empresa já buscou auxílio em consultorias / assessorias?

 NÃO SIM

SEBRAE	CONSULTOR LIBERAL	SINDICATOS	PESQUISADORES	EMPRESA JUNIOR	GRUPO DE PESQUISA
OUTROS					

22. Se SIM na pergunta anterior, qual o foco dessa consultoria / assessoria?

FINANÇAS	ORGANIZACIONAL	CAPACITAÇÕES	MANUTENÇÃO	LINHA PRODUTIVA	RENOVAÇÃO DE LINHA
OUTROS					

23. Qual a obsolescência (idade) média das máquinas utilizadas na manufatura de sua empresa?

- 1 ANO	1 A 3 ANOS	3 A 5 ANOS	5 A 10 ANOS	10 A 20 ANOS	20 A 30 ANOS	+30 ANOS
---------	------------	------------	-------------	--------------	--------------	----------

24. Quais são os portes das máquinas utilizadas por sua empresa na fabricação das casas de madeira?

FERRAMENTA (martelo, machado, serrote, cunha, goiva e plaina)	MÁQUINA PORTÁTIL (furadeira, tico-tico, micro-retífica e parafusadeira)	EQUIPAMENTO MÉDIO (desempenadeira, serra de mesa, destopadeira e tupia)	EQUIPAMENTO PESADO (câmara de secagem, grua, prensa e torno)	AUTOMAÇÃO/ROBÓTICO (alimentador, moldureira, mesa-robotizada e CNC)
---	---	---	--	---

25. A sua empresa possui secagem em planta?

 NÃO SIM

Se sim, quais processos de secagem a sua empresa possui:

26. Você empresário conhece o curso de Engenharia Industrial Madeireira, cujo enfoque é voltado para as atividades de industrialização da madeira em produtos manufaturados?

 NÃO SIM

27. Você empresário contrataria um Engenheiro Industrial Madeireiro para a produção de sua empresa?

NÃO	SIM	SIM, SE HOUVESSE DEMANDA	JÁ EMPREGA ESSE PROFISSIONAL
-----	-----	--------------------------	------------------------------

28. A sua empresa emprega diretamente algum profissional graduado (planta ou obra)? () NÃO () SIM

ARQUITETO	ENGENHEIRO CIVIL	ENG.INDUSTRIAL MADEIREIRO	ENGENHEIRO PRODUÇÃO	ENGENHEIRO MECÂNICO	ENGENHEIRO ELÉTRICO	ENGENHEIRO AMBIENTAL
ENG. DE SEGURANÇA	TECNÓLOGO EM LOGÍSTICA	ADMINISTRADOR	OUTROS			

29. A sua empresa terceiriza os serviços de algum desses profissionais? () NÃO () SIM Quais?

30. A sua empresa tem demanda de alguma mão-de-obra especializada e/ou capacitada? () NÃO () SIM

ARQUITETO	ENGENHEIRO CIVIL	ENG.INDUSTRIAL MADEIREIRO	ENGENHEIRO PRODUÇÃO	ENGENHEIRO MECÂNICO	ENGENHEIRO ELÉTRICO	ENGENHEIRO AMBIENTAL
ENG. DE SEGURANÇA	TECNÓLOGO EM LOGÍSTICA	ADMINISTRADOR	TECNÓLOGO EM LOGÍSTICA	CARPINTEIRO / BUILDER	PEDREIRO	GESSEIRO (DRYWALL)
ENCANADOR	ELETRICISTA	OUTROS				

31. Descreva sucintamente as etapas do seu processo produtivo para a manufatura de uma casa de madeira:

SETOR:

32. A sua empresa conta ou já contou com algum tipo de apoio ou incentivos do governo? () NÃO () SIM

FINANCIAMENTO PARA A EMPRESA	REDUÇÃO DE IMPOSTOS	ISENÇÃO FISCAL	INCUBAÇÃO / PARQUE TECNOLÓGICO	USO DA TÉCNICA EM OBRAS PÚBLICAS
OUTROS				

33. A sua empresa tem ou teve acesso a financiamentos para sua melhoria / expansão? () NÃO () SIM

BNDES (CARTÃO BNDES/FINEM)	BNDES-FINAME (MAQUINA/EQUIPAMENTO)	PROGER (EMPREGO/RENDA)	BANCOS PÚBLICOS (BB/CEF/...)	FUNDO DE PESQUISA (FINEP/FAPESP/CNPq/...)
----------------------------	------------------------------------	------------------------	------------------------------	---

34. A sua empresa possui convênio de financiamento das casas para os clientes? () NÃO () SIM

CAIXA E. FEDERAL	BANCO DO BRASIL	BANCO ESTADUAL	FINANCEIRA PRIVADA	BANCO PRIVADO
------------------	-----------------	----------------	--------------------	---------------

35. A sua empresa possui convênio de crédito para a compra de materiais de construção? () NÃO () SIM

CONSTRUCARD (CEF)	BB CONSTRUÇÃO (BB)	OUTROS
-------------------	--------------------	--------

36. A sua empresa participa de organizações com outras empresas da habitação em madeira? () NÃO () SIM

SINDICATOS	ASSOCIAÇÕES	COOPERATIVAS	OUTROS
------------	-------------	--------------	--------

37. A sua empresa sente falta de alguma dessas organizações? () NÃO () SIM Qual?

38. A sua empresa participa de eventos do setor madeireiro ou da construção civil? () NÃO () SIM

FEIRAS (ouvinte)	FEIRAS (estande)	FEIRAS (organizador)	CONGRESSOS	PALESTRAS TÉCNICAS
OUTROS				

39. Quais são as dificuldades presentes no setor de casas de madeira?

PARCERIAS COM EMPRESAS	POLÍTICAS PÚBLICAS	CARÊNCIA DE NOVOS INVESTIDORES	IMPORTAÇÃO (MÁQS./INSUMOS)	EXPORTAÇÃO (PRODUTOS)	IMPOSTOS E ISENÇÕES
BARREIRA CULTURAL	ABASTECIMENTO DE MADEIRA SERRADA	ABASTECIMENTO PAINÉIS / VIGAS	ABASTECIMENTO INSUMO METÁLICO	ABASTECIMENTO DE ISOLANTES	USO DA TÉCNICA EM OBRA PÚBLICA
OUTROS					

40. Em sua opinião, o que falta para o setor de casas de madeira **emplacar** ou **avançar** no cenário nacional?

APÊNDICE D

Empresas entrevistadas nesta pesquisa

EMPRESA	TÉCNICA HABITACIONAL EM MADEIRA PRODUZIDA	ESTADO
Empresa 01	WFP / PVG	DF
Empresa 02	THM / TMJ	PR
Empresa 03	TMJ	PR
Empresa 04	THM	PR
Empresa 05	WFB / WFP / THM / THP	PR
Empresa 06	WFP / LOG / THM / THP / TVP / MOD / TMJ	PR
Empresa 07	THM / TVP	PR
Empresa 08	THM / THP / TMJ	PR
Empresa 09	TMJ	PR
Empresa 10	TVP / TMJ	PR
Empresa 11	THP / TVP	PR
Empresa 12	WFP	PR
Empresa 13	THM	PR
Empresa 14	TMJ	PR
Empresa 15	THM	PR
Empresa 16	THM / THP	PR
Empresa 17	WFP / MOD	PR
Empresa 18	WFP	PR
Empresa 19	WFP	SC
Empresa 20	THM / TVP / TMJ	SC
Empresa 21	ENX	SC
Empresa 22	THM	SC
Empresa 23	THP / TVP	SC
Empresa 24	THM	SC
Empresa 25	THM	SC
Empresa 26	THP / TVP	SC
Empresa 27	WFB / WFP / WFM	SC
Empresa 28	WFP / THM	SC
Empresa 29	THM	SC
Empresa 30	THP / TVP	SC
Empresa 31	THP / TVP	SC
Empresa 32	THM	SC
Empresa 33	THP / TVP	SC
Empresa 34	THM	SC
Empresa 35	THP	SC
Empresa 36	THM	SC
Empresa 37	TVP	SC
Empresa 38	TVP	SC
Empresa 39	TVP	SC
Empresa 40	THP / TVP	SC
Empresa 41	THM	SC
Empresa 42	THP / TVP	SC
Empresa 43	THP / TVP / TMJ	SC
Empresa 44	THP / TVP / TMJ	SC
Empresa 45	THP / TVP	SC
Empresa 46	THP / TVP	SC
Empresa 47	THP	SC
Empresa 48	THP	SC
Empresa 49	PVG / PLT	SC
Empresa 50	THP / TVP	SC
Empresa 51	THM	SP
Empresa 52	THM / TVP	SP
Empresa 53	THM	SP
Empresa 54	THM / TVP	SP
Empresa 55	PVG / PLT	SP
Empresa 56	WFP / MCT	SP
Empresa 57	WFP / LOG / PVG / PLT	SP
Empresa 58	LOG	SP
Empresa 59	THM	SP
Empresa 60	CLT	SP
Empresa 61	LOG / PVG / PLT	SP
Empresa 62	THM	SP
Empresa 63	THP / TVP	SP
Empresa 64	THM / THP / TVP	SP
Empresa 65	PVG	SP
Empresa 66	LOG / THP / PLT	SP
Empresa 67	WFB / WFP	SP
Empresa 68	WFP	SP
Empresa 69	MCT	SP
Empresa 70	LOG / TVP / PVG / PLT	SP
Empresa 71	TMJ	SP
Empresa 72	THM	SP
Empresa 73	TVP / PVG / PLT	SP
Empresa 74	WFB / WFP	SP
Empresa 75	MCT	SP

Empresa 76	WFP / WFM / PVG	SP
Empresa 77	WFP / THP	SP
Empresa 78	WFP / MOD	SP
Empresa 79	THM / THP / PVG	SP
Empresa 80	WFP	SP
Empresa 81	THP	SP
Empresa 82	THM / THP	SP
Empresa 83	THM	RS
Empresa 84	THP	RS
Empresa 85	THP / TVP	RS
Empresa 86	THP	RS
Empresa 87	THP	RS
Empresa 88	THP / TVP	RS
Empresa 89	THP / TVP	RS
Empresa 90	THP / TVP	RS
Empresa 91	THP / TVP	RS
Empresa 92	THP / TVP	RS
Empresa 93	THP / TVP	RS
Empresa 94	THP / TVP	RS
Empresa 95	THP / TVP	RS
Empresa 96	THP / TVP	RS
Empresa 97	THP / TVP	RS
Empresa 98	THP / TVP	RS
Empresa 99	THP	RS
Empresa 100	THP / TVP	RS
Empresa 101	THM / THP	RS
Empresa 102	THM	MG
Empresa 103	WFP	MG
Empresa 104	THM	MG
Empresa 105	THM	MG
Empresa 106	MCT	MG
Empresa 107	MCT	MG

WFP: Woodframe Plataforma; WFB: Woodframe Balão; WFM: Woodframe Misto; LOG: Log-home; ENX: Enxaimel; THM: Tábuas Horizontais Macho-e-fêmea; THP: Tábuas Horizontais Pregadas; TVP: Tábuas Verticais Pregadas; MOD: Modular; MCT: Modular Canteiro; CLT: Modular CLT; TMJ: Tábua e Mata-junta; CMO: Casa Móvel; PVG: Pilar-viga; PLT: Paliteiro; PR: Paraná; RS: Rio Grande do Sul; DF: Distrito Federal; SP: São Paulo; SC: Santa Catarina

APÊNDICE E

Montante das empresas identificadas no Brasil para esta pesquisa

Estado de São Paulo

	EMPRESA	CIDADE
01	Novo Espaço Edificações	Várzea Paulista
02	Boitucasas	Boituva
03	Construcasas	Boituva
04	Brasil Casas	Bragança Paulista
05	Brasil Wood Construções e Soluções	Atibaia
06	Casas Tropical	Atibaia
07	Canteiro Construções Racionalizadas	Santa Isabel
08	KWF Construções Sustentáveis	Avaré
09	Vimaden	Embu das Artes
10	Abitare / Tetti	Capão Bonito
11	SamuCasasdeMadeira	Salto de Pirapora
12	Botucasa	Botucatu
13	Casa de Madeira Rio Preto	São José do Rio Preto
14	TaqPinus	Taquarivaí
15	Shintech	Sorocaba
16	Carpintaria Estruturas de Madeira	São Paulo
17	EcoHouse Construtora	São Paulo
18	Espaço Casas de Madeira	São Paulo
19	Callia Estruturas de Madeira	São Paulo
20	Reis das Casas Pré-fabricadas	São Paulo
21	Santana Casas de Madeira	São Paulo
22	RBA Eco Home	São Paulo
23	Ville House	São Paulo
24	Madeframe - Construfame	Vargem Grande Paulista
25	Ita Construtora	Vargem Grande Paulista
26	SBS / Scali	Itatiba
27	JDO Construções Rústicas	Itatiba
28	Pau Brasil Construções	Campinas
29	Boncasa e Martins	Campinas
30	Cobrire Construções em Madeira	Campinas
31	CasaBella Casa de Madeira	São Carlos
32	Stamade	São Carlos
33	Solução Madeiras	Arujá
34	CG Sistemas	Suzano
35	Beira Rio Casas	Piracicaba
36	Pré Casas Casas Pré-fabricadas em Madeira	Jarinu
37	Caribea – Casa Inteligente	São Manuel

Estado do Paraná

	EMPRESA	CIDADE
01	Casas & Decks	Curitiba
02	Casas Kürten	Curitiba
03	Casas Paraná	Curitiba
04	Reflorestar	Curitiba
05	Nossa Casa	Curitiba
06	InOs / EcOS Haus	Curitiba
07	Tecverde / Rede iVerde	Curitiba
08	Volver Sistemas Construtivos	Curitiba
09	Casas Pompéia	Curitiba
10	Casa da Família Casas Pré-fabricadas	Curitiba
11	Inova Arquitetura & Construção	Curitiba
12	Meu Lar Casas	Curitiba
13	Consikasa	Curitiba
14	Casa Brazil	Curitiba
15	Construtora Casa Rápida	Curitiba
16	Kasaflex	Curitiba
17	Casa & Cia Casas Pré-fabricadas	Ponta Grossa
18	Bassouto Casa de Madeira	Campo Largo
19	Casas Curitiba	Campo Largo
20	ItaCasas	Itaperuçu
21	Arquitetura da Madeira / Madsul Casas	União da Vitória
22	Casas Pré-Cortadas Xavier	Pinhais
23	Montocasas	Pinhais
24	Casas São Dimas	Colombo
25	Casas Maracanã	Colombo
26	Casas Iguaçú	Araucária
27	A Comercial Sul	Piraquara
28	Montaggio	Cascavel
29	Casas Pré-cortadas MadePinus	Fazenda Rio Grande

Estado de Santa Catarina

	EMPRESA	CIDADE
01	Madecenter	São José
02	Madebae	São José
03	Casa Fácil	São José
04	Versátil Casas e Materiais	São José
05	Mont Serrat Casas Pré-Fabricadas	Brusque
06	Condor Casas de Madeira	Porto União
07	Ideal Arquitetura	Garopaba
08	Real Casas Pré-Fabricadas	Canoinhas
09	Rio Vale Casas Pré-Fabricadas	Jaraguá do Sul
10	Vogel Casas	Concórdia
11	Casa Fácil Construções	Imbituba
12	Terra Sol Projetos e Construções	Imbituba
13	Interpraiaas Madeiras	Imbituba
14	Madecasas	São João do Sul
15	Alberici Casas em Madeira	Bom Jesus
16	Casas Vila Rica	Ibicaré
17	Minha Casa Pré-fabricada	Itapema
18	Madeira Rio Amazonas	Camboriú
19	House and Gardens	Camboriú
20	AndréKasas	Florianópolis
21	Casas Madestilo	Florianópolis
22	Coincasas	Florianópolis
23	JA Abrão Casas Pré-fabricadas	Florianópolis
24	Holz Haus	Florianópolis
25	Madeira J. Capistrano	Florianópolis
26	Madefuturo	Florianópolis
27	Madesul Madeira	Florianópolis
28	Casa São Matheus	Florianópolis
29	Humaitá	Florianópolis
30	Madeira Floresta	Florianópolis
31	Bolsoni Carpintaria	Florianópolis
32	Madeira Santos	Florianópolis
33	Real Madeiras	Florianópolis
34	Rio Madeiras	Florianópolis
35	Manoach	Florianópolis
36	Madeira Santo Antonio	Florianópolis
37	Irmãos Costa	Florianópolis
38	Mademelo Madeiras	Canelinha
39	Madeira Santa Isabel	Palhoça
40	Madeira Silva	Palhoça
41	Dois Irmãos Casas Pré-fabricadas	Palhoça
42	L&A Comércio de Madeiras	Palhoça
43	Blockhaus Casas Especiais	Joinville
44	Casas Tangran	Joinville
45	Durigon Homes	Joinville
46	Madeira Farias	Araranguá
47	Madeira Sasso	Araranguá
48	Casas Enxaimel	Blumenau
49	Armazém da Madeira	Blumenau
50	Madeiras Cidade Azul	Tubarão
51	Madeira Menegaz	Tubarão
52	Madeira Madecasa	Tubarão
53	Madeira Catarinense	Chapecó
54	Mansion Wood	Chapecó
55	Casas de Madeira Chapecó	Chapecó
56	Madeira Casagrande	Criciúma
57	Madeira Capivaras	Criciúma
58	Constrular	Lages
59	Top Casa	Navegantes
60	Navega Casas	Navegantes
61	Premontado	Navegantes
62	Fuhrer	Joinville
63	Rei das Casas	Mafra
64	Minha Casa Construtora	São Bento do Sul

Estado do Rio de Janeiro

	EMPRESA	CIDADE
01	Solução Casas Pré-fabricadas	Petrópolis
02	Modular Casas Pré-moldadas e Alvenaria	Várzea das Moças
03	Alfa & Ômega Casas de Madeira	São Gonçalo
04	Casablanca Casas de Madeira / Haus	São Gonçalo
05	Dellani & Cia	Rio das Ostras
06	Estrutura Casas de Madeira e Alvenaria	Niterói
07	Wood House	Niterói
08	Surya Frame	Rio de Janeiro

Estado do Rio Grande do Sul

	EMPRESA	CIDADE
1	Arte Casas	Gravataí
2	Casa das Casas	Gravataí
3	Casas Nevalle	Gravataí
4	Casas Paranaense	Gravataí
5	Casas Vacariense	Gravataí
6	Serraria Paredão	Gravataí
7	N.L. Severo & Cia	Gravataí
8	Itagiel Casas Pré Fabricadas	Gravataí
9	Central das Casas	Gravataí
10	Casas Inovare	Gravataí
11	Serraria Dom Feliciano	Gravataí
12	Aliança Casas de Madeira	Gravataí
13	Construtora Primms	Gravataí
14	Construtora Casa Verde	Gravataí
15	ConstruOuro	Gravataí
16	Casas Brasil Casas Pré-fabricadas	Gravataí
17	CA Construções	Gravataí
18	Casas Canelense	Gravataí
19	JJ Construtora	Gravataí
20	Casas Elite	Gravataí
21	Casa Requite	Gravataí
22	Casas Nobre	Gravataí
23	Casa Lar Casas Pré-fabricadas	Gravataí
24	Ideal Casas Pré-fabricadas	Gravataí
25	União Casas de Madeira	Gravataí
26	Chalé Art	Canoas
27	Getuleão	Porto Alegre
28	Casas Pagliarin	Caxias do Sul
29	Casas Planalto	Caxias do Sul
30	Casas Gaúcha / Industrial Gaúcha	Caxias do Sul
31	Madezatti	Caxias do Sul
32	Serrana Casas	Caxias do Sul
33	Casas Novo Lar	Uruguaiana
34	Paulo Afonso Casas de Madeira	Alvorada
35	IRPA Casas de Madeira	Alvorada
36	Ebral Construções	Alvorada
37	Wunder Haus	Campo Bom
38	Madehouse	Portão
39	Estilo Casas de Madeira	Viamão
40	Flávio Barruffi Casas Pré-fabricadas	Tramandaí
41	Damian CenterLar	Santiago
42	Modelar Indústria e Comércio de Casas Pré-fabricadas	Santana do Livramento
43	Grapiamar	Santa Maria
44	Roberto Ferreira Construções	Pelotas
45	Bella Casa	Pelotas
46	Montanha Casas	Pelotas
47	Casa Chick	Novo Hamburgo
48	Casas Toscana	Novo Hamburgo
49	Top Casas	São Leopoldo
50	Madeiras Status	Igrejinha

Estado de Minas Gerais

	EMPRESA	CIDADE
1	Casa Bonita Madeiras	Belo Horizonte
2	Diamond House	Belo Horizonte
3	Granmarcos	Belo Horizonte
4	Madeiras MG	Belo Horizonte
5	Master Casas	Belo Horizonte
6	Fazcasa	Belo Horizonte
7	Colins Construções	Belo Horizonte
8	Elemental Construtora	Uberlândia
9	Casa Real / Juffo	Uberlândia
10	Casa Maior	Igarapé
11	Casa & Campo	Divinópolis
12	Toledo Casas Especiais de Madeira	Contagem
13	Cerne Engenharia	Santa Luzia

Estado do Espírito Santo

	EMPRESA	CIDADE
01	Northman Log-Homes	Vitória
02	Pau d'Arco	Vila Velha
03	WM Casas e Chalés	Vila Velha
04	JB Casa de Madeira	Vila Velha

Estado de Rondônia

	EMPRESA	CIDADE
01	Amazon House	Porto Velho-RO
02	Lojas Profac	Porto Velho-RO

Estado do Amazonas

	EMPRESA	CIDADE
01	Portela Woods	Manaus-AM

Estado do Ceará

	EMPRESA	CIDADE
01	CBC Incorporações	Fortaleza-CE

Distrito Federal

	EMPRESA	CIDADE
01	Casa Certa	Brasilia-DF

APÊNDICE F

Resultados do teste t

a) Análise dos volumes de madeira consumidos por técnica construtiva

P-valor	WFB	WFP	WFM	LOG	THM	THP	TVP	MOD	MCT	TMJ	PVG	PLT
WFB	x	0,580	0,338	0,485	0,175	0,252	0,196	0,353	0,198	0,011	0,443	0,013
WFP	x	x	0,431	0,054	0,278	0,205	0,099	0,444	0,066	0,004	0,548	0,010
WFM	x	x	x	0,085	0,590	0,838	0,987	0,977	0,520	0,127	0,738	0,080
LOG	x	x	x	x	0,001	0,004	0,003	0,090	0,027	0,0002	0,053	0,080
THM	x	x	x	x	x	0,627	0,278	0,611	0,045	0,002	0,963	0,004
THP	x	x	x	x	x	x	0,555	0,853	0,173	0,041	0,750	0,076
TVP	x	x	x	x	x	x	x	0,972	0,295	0,115	0,507	0,174
MOD	x	x	x	x	x	x	x	x	0,516	0,128	0,751	0,050
MCT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,973	0,240	0,965
TMJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,053	0,978
PVG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,080
PLT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* os valores em negrito e itálico correspondem àqueles menores que 5%, isto é, a hipótese nula (H_0) é rejeitada a 95% de confiança.

b) Análise dos tempos globais por técnica construtiva

P-valor	WFB	WFP	WFM	LOG	THM	THP	TVP	MOD	MCT	TMJ	PVG	PLT
WFB	x	0,891	0,116	0,827	0,796	0,838	0,390	0,018	0,000	0,000	0,056	0,349
WFP	x	x	0,478	0,942	0,935	0,963	0,365	0,236	0,019	0,031	0,084	0,267
WFM	x	x	x	0,406	0,258	0,244	0,052	0,013	0,000	0,000	0,009	0,147
LOG	x	x	x	x	0,962	0,877	0,557	0,231	0,017	0,026	0,118	0,388
THM	x	x	x	x	x	0,844	0,244	0,078	0,001	0,002	0,013	0,117
THP	x	x	x	x	x	x	0,126	0,045	0,000	0,000	0,004	0,064
TVP	x	x	x	x	x	x	x	0,080	0,000	0,002	0,025	0,216
MOD	x	x	x	x	x	x	x	x	0,034	0,909	0,682	0,664
MCT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,002	0,034	0,135
TMJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,515	0,434
PVG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,733
PLT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* os valores em negrito e itálico correspondem àqueles menores que 5%, isto é, a hipótese nula (H_0) é rejeitada a 95% de confiança.

c) Análise dos custos por técnica construtiva (baixo padrão)

P-valor	WFB	WFP	WFM	LOG	THM	THP	TVP	MOD	MCT	TMJ	PVG	PLT
WFB	x	0,540	0,074	0,626	0,092	0,008	0,002	1,000	0,001	0,000	0,031	0,032
WFP	x	x	0,349	0,968	0,162	0,000	0,000	0,580	0,019	0,000	0,016	0,021
WFM	x	x	x	0,507	0,550	0,504	0,280	0,364	0,144	0,001	0,530	0,471
LOG	x	x	x	x	0,381	0,021	0,006	0,691	0,084	0,001	0,101	0,112
THM	x	x	x	x	x	0,001	0,000	0,133	0,011	0,000	0,022	0,022
THP	x	x	x	x	x	x	0,277	0,013	0,417	0,000	0,836	0,674
TVP	x	x	x	x	x	x	x	0,005	0,754	0,003	0,642	0,864
MOD	x	x	x	x	x	x	x	x	0,057	0,000	0,071	0,085
MCT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,007	0,591	0,718
TMJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,001	0,019
PVG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,864
PLT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* os valores em negrito e itálico correspondem àqueles menores que 5%, isto é, a hipótese nula (H_0) é rejeitada a 95% de confiança.

d) Análise dos custos por técnica construtiva (médio padrão)

P-valor	WFB	WFP	WFM	LOG	THM	THP	TVP	MOD	MCT	TMJ	PVG	PLT
WFB	x	0,451	0,162	0,484	0,071	0,009	0,001	0,790	0,003	0,000	0,017	0,024
WFP	x	x	0,532	0,751	0,130	0,000	0,000	0,676	0,008	0,000	0,005	0,007
WFM	x	x	x	0,804	0,985	0,285	0,102	0,408	0,043	0,000	0,225	0,209
LOG	x	x	x	x	0,583	0,061	0,012	0,651	0,098	0,001	0,107	0,116
THM	x	x	x	x	x	0,003	0,000	0,179	0,008	0,000	0,011	0,010
THP	x	x	x	x	x	x	0,198	0,026	0,309	0,000	0,571	0,402
TVP	x	x	x	x	x	x	x	0,005	0,636	0,002	0,812	0,870
MOD	x	x	x	x	x	x	x	x	0,021	0,000	0,044	0,056
MCT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,022	0,589	0,804
TMJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,010	0,039
PVG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,789
PLT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* os valores em negrito e itálico correspondem àqueles menores que 5%, isto é, a hipótese nula (H_0) é rejeitada a 95% de confiança.

e) Análise dos custos por técnica construtiva (alto padrão)

P-valor	WFB	WFP	WFM	LOG	THM	THP	TVP	MOD	MCT	TMJ	PVG	PLT
WFB	x	0,415	0,547	0,354	0,048	0,011	0,001	0,706	0,005	0,000	0,010	0,017
WFP	x	x	0,864	0,518	0,053	0,000	0,000	0,754	0,004	0,000	0,001	0,002
WFM	x	x	x	0,825	0,459	0,126	0,026	0,773	0,082	0,001	0,097	0,115
LOG	x	x	x	x	0,668	0,111	0,016	0,565	0,095	0,000	0,091	0,101
THM	x	x	x	x	x	0,010	0,000	0,171	0,013	0,000	0,009	0,009
THP	x	x	x	x	x	x	0,158	0,040	0,337	0,000	0,443	0,328
TVP	x	x	x	x	x	x	x	0,005	0,699	0,002	0,913	0,794
MOD	x	x	x	x	x	x	x	x	0,018	0,000	0,030	0,042
MCT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,008	0,684	0,900
TMJ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,006	0,028
PVG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0,788
PLT	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* os valores em negrito e itálico correspondem àqueles menores que 5%, isto é, a hipótese nula (H_0) é rejeitada a 95% de confiança.