



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



Ana Beatriz de Figueiredo Oliveira

**INSERÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
INDUSTRIALIZADOS DE CICLO ABERTO ESTRUTURADOS  
EM AÇO NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
RESIDENCIAL BRASILEIRA**

Ouro Preto  
2013

Ana Beatriz de Figueiredo Oliveira

**INSERÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
INDUSTRIALIZADOS DE CICLO ABERTO ESTRUTURADOS  
EM AÇO NO MERCADO DA CONSTRUÇÃO CIVIL  
RESIDENCIAL BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Estruturas Metálicas.

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza

Ouro Preto  
2013

O482i Oliveira, Ana Beatriz de Figueiredo.  
Inserção de sistemas industrializados de ciclo aberto estruturados em aço no mercado da construção civil brasileira [manuscrito] / Ana Beatriz de Figueiredo Oliveira - 2013.  
155f.: il. color.; graf.; tab.

Orientador: Prof. Dr. Henor Artur de Souza.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.  
Área de concentração: Construção Metálica.

1. Construção industrializada - Teses. 2. Aço - Estruturas - *Light Steel Framing* - Teses. 3. Fuller, R. Buckminster (Richard Buckminster), 1895-1983 - Teses. I. Souza, Henor Artur de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 624.014.2:69+72

Catlogação: [sisbin@sisbin.ufop.br](mailto:sisbin@sisbin.ufop.br)

**INSERÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS  
DE CICLO ABERTO ESTRUTURADOS EM AÇO NO MERCADO DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL RESIDENCIAL BRASILEIRA**

**AUTORA: ANA BEATRIZ DE FIGUEIREDO OLIVEIRA**

Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 21 de junho de 2013, pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:



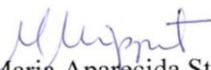
Prof. Dr. Honor Artur de Souza (Orientador / UFOP)



Prof. Dr. Luiz Fernando Loureiro Ribeiro (UFOP)



Profa. Dra. Eliana Ferreira Nunes (Izabela Hendrix)



Profa. Dra. Maria Aparecida Steinherz Hippert (UFJF)

---

## AGRADECIMENTOS

---

À minha família que foi essencial na realização de mais essa etapa na minha vida, que mesmo estando longe não deixaram de participar de todo processo, minha mãe por todo apoio e carinho, meu pai pelo total incentivo e meu irmão por toda motivação.

Ao professor Henor Artur de Souza pela orientação e atenção no desenvolvimento desse trabalho.

À Rovia pelo atendimento preciso à todas as dúvidas durante o curso.

À PROPEC pelo apoio à pesquisa e pela formação recebida.

À todos que se dispuseram a participar dessa pesquisa e que foram essenciais ao desenvolvimento dela: os usuários finais, os arquitetos, as empresas ligadas à construção industrializada e o Grupo de Pesquisa.

À todas as universidades que se dispuseram a fornecer as informações para essa pesquisa.

À Usiminas por me fazer interessar pela área da construção metálica durante o estágio da faculdade.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida que viabilizou a realização desse mestrado.

Aos amigos que fiz durante o mestrado: Priscilla, Anderson e em especial, Helena pela amizade e pela companhia durante as viagens aos congressos e Eveline pela amizade e apoio em Ouro Preto.

À todos os moradores da “República Pinga ni Mim” por toda hospitalidade com que me receberam em Ouro Preto.

À todos que de alguma maneira contribuíram e incentivaram a realização dessa dissertação.

*“A Ciência é a antítese do caos. A Ciência só é obscura para a ignorância arraigada.”*

*(FULLER, 1963a)*

## RESUMO

---

Apesar das inúmeras vantagens oferecidas pelos sistemas construtivos industrializados em relação aos convencionais, seu uso ainda é muito pequeno no Brasil. Grande parte das edificações ainda é realizada utilizando sistemas construtivos convencionais, como o concreto armado e alvenaria. Nesse trabalho são enumeradas e discutidas as razões que impedem a difusão plena de sistemas construtivos industrializados de ciclo aberto na construção civil brasileira, com ênfase no setor residencial. Para isso, são abordados os aspectos prático e educacional do tema, a partir da análise da visão de quatro grupos que atuam no processo da construção, sendo eles: universidades, usuário final, arquitetos e indústria da construção civil. Além disso, são propostas diretrizes para o aperfeiçoamento dos sistemas construtivos industrializados no país. Como método de pesquisa utiliza-se a revisão literária, com a contextualização do tema e o histórico dos sistemas construtivos industrializados; revisão das teorias da arquitetura que valorizam o modelo de construção racional e da teoria do arquiteto e inventor Buckminster Fuller sobre a inserção do conhecimento em industrialização da construção no ensino superior; apresentação de cinco habitações construídas a partir de elementos pré-fabricados; análise da realidade brasileira em relação à construção metálica; além da análise das matrizes curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, de um número significativo de universidades brasileiras; e de entrevistas à representantes dos grupos pesquisados. Com os resultados obtidos foi possível observar que existe um crescimento no setor da construção industrializada, porém muito abaixo do seu potencial. É necessário vencer alguns empecilhos, como a barreira cultural e a questão dos impostos aplicados sobre o produto industrializado, para incentivar e desenvolver a cadeia produtiva dos componentes e inserir esses sistemas no mercado nacional para que eles possam se tornar escolhas reais e viáveis para a construção. Além disso, é necessário inserir de forma mais ampla o tema da industrialização nas universidades, para que o aluno tenha contato com os diversos tipos de estruturas e possa futuramente propor novas maneiras de construir.

Palavras-chave: Construção Industrializada. *Light Steel Framing*. Buckminster Fuller. Ensino em Arquitetura. Ensino em Engenharia Civil.

## ABSTRACT

---

Despite many advantages offered by industrialized building systems compared to conventional systems, its use is still very small in Brazil. Most buildings are still made using conventional construction systems, such as concrete and masonry. In this work, reasons that prevent the wide use of open cycle industrialization in Brazilian construction industry are discussed and listed, with emphasis in residential sector. Thus, this study approaches practical and educational aspects of the subject, with analysis of the opinion of four groups that work in construction, as follows: universities, end users, architects and construction industries. Moreover, it proposes guidelines for the improvement of industrialized building systems in Brazil. As a research method it was used: the literature review with theoretical context of industrialization, history of industrialized building systems, architecture theories that value rational construction, Buckminster Fuller's theory that values the inclusion of knowledge of industrialization in Architecture courses, presentation of five prefab houses and the analysis of Brazilian reality in steel construction. It was also used in this study the analysis of programs of a significant number of Architecture and Civil Engineering universities in Brazil and the interviews with representatives of four groups analyzed. With the results, it was observed growth of industrialized construction sector, but far below its potential. It is necessary to overcome some obstacles such as, cultural barrier and high taxes over industrialized products, to encourage and develop the productive chain of components and insert these systems in national market. In this way, they can become viable choices for construction. In addition, it is necessary to include in universities disciplines that deal with the issue of industrialized building technologies, so the students can learn various types of structures and may propose new ways to build in the future.

Keywords: Industrialized Building System. *Light Steel Framing*. Buckminster Fuller Education in Architecture. Education in Civil Engineering.

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 2.1 - Ilustração do Palácio de Cristal, Londres .....	30
Figura 2.2 - Interior da Estação da Luz, São Paulo .....	30
Figura 2.3 - Esquema do sistema construtivo <i>Balloon Frame</i> .....	33
Figura 2.4 - Esquema do sistema construtivo <i>Platform Frame</i> .....	33
Figura 2.5 - Edifício Garagem América, São Paulo-SP .....	35
Figura 2.6 - Edifício Avenida Central, Rio de Janeiro-RJ.....	35
Figura 2.7 - Edifício Escritório Central da CSN, Volta Redonda-RJ.....	35
Figura 2.8 - Maquete da <i>Dymaxion House</i> .....	44
Figura 2.9 - <i>Wichita House</i> .....	45
Figura 2.10 - <i>La Maison Tropicale</i> em Niger.....	46
Figura 2.11 - Interior de <i>La Maison Tropicale</i> .....	46
Figura 2.12 - Exposição de <i>La Maison Tropicale</i> em Londres .....	47
Figura 2.13 - Réplica de <i>La Maison Tropicale</i> no Inhotim.....	47
Figura 2.14 - Residência <i>The Villa</i> .....	48
Figura 2.15 - Interior da residência <i>The Villa</i> .....	48
Figura 2.16 - Construção da residência <i>The Villa</i> .....	48
Figura 2.17 - Casa Contêiner, vista frontal.....	49
Figura 2.18 - Casa Contêiner, vista lateral .....	50
Figura 2.19 - Interior da Casa Contêiner .....	50
Figura 2.20 - Refúgio São Chico .....	51
Figura 2.21 - Refúgio São Chico em construção.....	51
Figura 2.22 - Instalação do revestimento externo.....	52
Figura 2.23 - Instalação da estrutura metálica para o <i>deck</i> com piso em madeira .....	52
Figura 2.24 - Primeira Agência da CEF em <i>Light Steel Framing</i> .....	58
Figura 2.25 - Unidade da Vila Dignidade em Avaré-SP.....	58
Figura A.1 - 1ª Semana: Fundação .....	152
Figura A.2 - 1ª Semana: Fundação .....	152
Figura A.3 - 2ª Semana: Montagem dos painéis .....	152
Figura A.4 - 2ª Semana: Montagem dos painéis .....	152
Figura A.5 - 3ª Semana: Montagem e transporte dos painéis.....	153
Figura A.6 - 3ª Semana: Montagem e transporte dos painéis.....	153

Figura A.7 - 4ª Semana: Instalação dos painéis.....	153
Figura A.8 - 4ª Semana: Instalação dos painéis.....	153
Figura A.9 - 5ª Semana: Instalação dos painéis.....	153
Figura A.10 - 5ª Semana: Instalação dos painéis .....	153
Figura A.11 - 6ª Semana: Impermeabilização dos painéis .....	154
Figura A.12 - 6ª Semana: Instalação hidráulica .....	154
Figura A.13 - 6ª Semana: Instalação elétrica.....	154
Figura A.14 - 7ª Semana: Instalação dos revestimentos.....	154
Figura A.15 - 7ª Semana: Instalação dos revestimentos.....	154
Figura A.16 - 8ª Semana: Instalação dos revestimentos.....	154
Figura A.17 - 9ª Semana: Instalação da estrutura metálica para <i>deck</i> com piso em madeira.	155
Figura A.18 - Residência finalizada .....	155
Figura A.19 - Residência finalizada, vista <i>deck</i> .....	155
Figura A.20 - Residência finalizada, vista da sala.....	155
Figura A.21 - Residência finalizada, vista da suíte .....	155

## LISTA DE GRÁFICOS

---

Gráfico 2.1 - Concentração dos fabricantes por região do país.....	54
Gráfico 2.2 - Produção de estruturas em aço em 2011 .....	55
Gráfico 3.1 - Resultado da análise das matrizes curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo .....	64
Gráfico 3.2 - Resultado da análise das matrizes curriculares dos cursos de Engenharia Civil	65
Gráfico 3.3 - Avaliação do conhecimento da construção industrializada .....	68
Gráfico 3.4 - Avaliação do conhecimento do sistema construtivo <i>Light Steel Framing</i> .....	69
Gráfico 3.5 - Avaliação da possibilidade do usuário final aceitar o sistema <i>Light Steel Framing</i> .....	70
Gráfico 3.6 - Como a hipótese da obra ser mais rápida influenciaria na escolha do usuário final.....	70
Gráfico 3.7 - Como a hipótese da obra gerar menos entulho influenciaria na escolha do usuário final.....	71
Gráfico 3.8 - Como a hipótese da obra ser mais barata influenciaria na escolha do usuário final.....	71
Gráfico 3.9 - Como a hipótese da obra necessitar de um investimento inicial maior influenciaria na escolha do usuário final.....	72
Gráfico 3.10 - Como a hipótese da obra ser mais cara influenciaria na escolha do usuário final .....	72
Gráfico 3.11 - Como a hipótese de existir algum incentivo financeiro do governo influenciaria na escolha do usuário final .....	73

## LISTA DE QUADROS

---

Quadro 2.1 - Comparação dos tipos de sistemas construtivos residenciais .....	32
Quadro 3.1 - Universidades analisadas.....	62
Quadro 3.2 - Respostas das entrevistas aos Arquitetos .....	78
Quadro 3.3 - Como é feita a decisão da escolha do sistema construtivo a ser utilizado nos projetos de arquitetura.....	95
Quadro 3.4 - Resumo das questões levantadas na pesquisa por cada um dos setores.....	126

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 2.1 - Estado de origem das empresas pesquisadas.....	54
Tabela 2.2 - Área de atuação e volume de produção dos fabricantes de estruturas metálicas no Brasil em 2011.....	56
Tabela 2.3 - Produção de Aço Plano na América Latina (mil toneladas) .....	56
Tabela 2.4 - Consumo aparente de Produtos Laminados per capita (Kg) na América Latina .	56
Tabela 3.1 - Qual o tipo de construção industrializada o usuário final conhece .....	69
Tabela 3.2 - Quais as dúvidas dos usuários finais para a escolha pelo sistema construtivo <i>Light Steel Framing</i> .....	74
Tabela 3.3 - Quais as vantagens mais atrativas do sistema <i>Light Steel Framing</i> na visão dos usuários finais.....	75
Tabela 3.4 - Quantidade de Arquitetos para cada tema.....	99
Tabela 3.5 - Respostas mais citadas .....	99

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

---

ABCEM – Associação Brasileira da Construção Metálica  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ALACERO – *Asociación Latinoamericana del Acero*  
BNH – Banco Nacional da Habitação  
CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço  
CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano  
CEF – Caixa Econômica Federal  
CSN – Companhia Siderúrgica Nacional  
FEM – Fábrica de estruturas Metálicas  
FUMEC – Fundação Mineira de educação e Cultura  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IBS – Instituto Brasileiro de Siderurgia  
IMIH – Instituto Metodista Izabela Hendrix  
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia  
ISO – *International Organization for Standardization*  
LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*  
LSF – *Light Steel Framing*  
MEC – Ministério da Educação  
NBR – Norma Brasileira  
OHSAS – *Occupational Health and Safety Assessment Services*  
OMC – Organização Mundial do Comércio  
OSB – *Oriented Strand Board*  
PBH – Prefeitura Municipal de Belo Horizonte  
PMCMV – Programa Minha Casa Minha Vida  
PUC – Pontifícia Universidade Católica  
UEMA – Universidade estadual do Maranhão  
UFAL – Universidade Federal de Alagoas  
UFAM – Universidade Federal do Amazonas  
UFBA – Universidade Federal da Bahia  
UFC – Universidade Federal do Ceará  
UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UFF – Universidade Federal Fluminense  
UFG – Universidade Federal de Goiás  
UFJF – Universidade Federal de Juiz de Fora  
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais  
UFMS – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
UFMT – Universidade Federal de Mato Grosso  
UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto  
UFPA – Universidade Federal do Pará  
UFPB – Universidade Federal da Paraíba  
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco  
UFPEL – Universidade Federal de Pelotas  
UFPI – Universidade Federal do Piauí  
UFPR – Universidade Federal do Paraná  
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro  
UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
UFRR – Universidade Federal de Roraima  
UFS – Universidade Federal de Sergipe  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UFSJ – Universidade Federal de São João Del Rei  
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria  
UFT – Universidade Federal do Tocantins  
UFV – Universidade Federal de Viçosa  
UIA – União Internacional de Arquitetos (*Union Internationale des Architectes*)  
UnB – Universidade de Brasília  
UniBH – Centro Universitário de Belo Horizonte  
UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas  
UNILESTEMG – Centro Universitário do Leste de Minas Gerais  
USP – Universidade de São Paulo

# SUMÁRIO

---

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1. Objetivos .....	19
1.2. Justificativa e Hipóteses .....	20
1.3. Metodologia adotada .....	21
1.4. Estruturação do Trabalho .....	23
<b>2. INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....</b>	<b>24</b>
2.1. Conceituação .....	25
2.2. Histórico .....	28
2.3. Teorias da Arquitetura.....	36
2.4. Teoria de Buckminster Fuller.....	38
2.5. Industrialização na construção residencial .....	41
2.5.1. <i>Dymaxion House</i> (Arq. Buckminster Fuller).....	43
2.5.2. <i>La Maison Tropicale</i> (Arq. Jean Prouvé) .....	45
2.5.3. <i>The Villa</i> (Arq. Daniel Libeskind) .....	47
2.5.4. Casa Contêiner (Arq. Sebastián Irarrázaval) .....	49
2.5.5. Refúgio São Chico (Arq. Studio Paralelo) .....	50
2.6. Cenário Atual .....	52
<b>3. ANÁLISE DA INSERÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS</b>	
<b>INDUSTRIALIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL .....</b>	<b>59</b>
3.1. Universidade.....	60
3.1.1. Metodologia adotada .....	61
3.1.2. Resultado da Avaliação das Matrizes Curriculares .....	62
3.1.2.1. Arquitetura e Urbanismo .....	64
3.1.2.2. Engenharia Civil .....	64
3.1.3. Considerações Parciais.....	65
3.2. Usuário Final ou Cliente Final .....	66
3.2.1. Metodologia adotada.....	66
3.2.2. Resultado das Entrevistas aos Usuários Finais .....	68
3.2.3. Considerações Parciais.....	75
3.3. Arquitetos .....	76
3.3.1. Metodologia adotada .....	76

3.3.2. Resultado das Entrevistas aos Arquitetos .....	77
3.3.2.1. Profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil e Mão-de-obra.....	82
3.3.2.2. Indústria do Aço no Brasil.....	83
3.3.2.3. <i>Lobby</i> do Cimento.....	84
3.3.2.4. Construtoras .....	85
3.3.2.5. Sistemas Industrializados no Brasil .....	87
3.3.2.6. Sistemas Industrializados na Europa e Estados Unidos .....	88
3.3.2.7. Divulgação das Empresas .....	88
3.3.2.8. Setor Residencial .....	89
3.3.2.9. Usuário Final .....	90
3.3.2.10. Projeto de Arquitetura.....	91
3.3.2.11. Ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil .....	92
3.3.2.12. <i>Dry-Wall</i> .....	93
3.3.2.13. Selos de Certificação Brasileiros .....	94
3.3.2.14. "Como é feita a decisão da escolha do sistema construtivo a ser utilizado nos projetos?" .....	95
3.3.2.15. "O que falta para a construção em aço difundir no Brasil?" .....	97
3.3.3. Considerações Parciais .....	98
3.4. Indústria da Construção Civil e Grupo de Pesquisa .....	100
3.4.1. Metodologia adotada.....	101
3.4.2. Resultado da Entrevista à Indústria Siderúrgica .....	102
3.4.2.1. Indústria do Aço no Brasil .....	102
3.4.2.2. Construtoras .....	103
3.4.2.3. Setor Residencial .....	104
3.4.2.4. Divulgação do Aço .....	106
3.4.2.5. Custo .....	107
3.4.2.6. Empecilhos ao Uso do Aço no Brasil .....	109
3.4.3. Resultado da Entrevista à Construtora na Área de <i>Light Steel Framing</i> .....	111
3.4.3.1. Mão-de-obra.....	111
3.4.3.2. Setor Residencial .....	112
3.4.3.3. Setor Comercial .....	114
3.4.3.4. Setor Público.....	114
3.4.3.5. Projeto Arquitetônico.....	116
3.4.3.6. Custo .....	116

3.4.3.7. "Por que o <i>Light Steel Framing</i> não é um sistema predominante no Brasil?" .....	117
3.4.4. Resultado da Entrevista ao Grupo de Pesquisa .....	118
3.4.4.1. Setor Residencial e o Uso de Sistemas Construtivos Industrializados .....	119
3.4.4.2. Setor Público .....	120
3.4.4.3. Programas Habitacionais .....	121
3.4.5. Considerações Parciais .....	122
3.5. Comparação dos resultados .....	125
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>129</b>
4.1. Conclusões .....	130
4.2. Análise Crítica .....	134
4.3. Diretrizes .....	136
4.4. Sugestões para Pesquisas Futuras .....	137
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>138</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>149</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>150</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>152</b>

## **1.INTRODUÇÃO**

---

Os sistemas construtivos industrializados se desenvolveram ao longo dos anos juntamente com a indústria, se aperfeiçoando e se adaptando cada vez mais às necessidades dos projetos arquitetônicos. Alguns processos desenvolvidos nos canteiros de obras foram transferidos para a indústria, onde é possível controlar melhor sua qualidade sem interferência das condições climáticas. Além disso, os sistemas se tornaram mais flexíveis, funcionando como componentes construtivos e não mais como partes ou blocos inteiros das edificações, o que trazia como consequência um padrão de construção repetido e monótono, características condenadas para uma boa arquitetura. Esse tipo de construção mais flexível é conhecido como Industrialização de Ciclo Aberto e se caracteriza por conceder ao arquiteto maior liberdade de criação. Mesmo com a grande expressividade da indústria siderúrgica brasileira, os sistemas construtivos estruturados em aço ainda são pouco empregados no país, apesar das inúmeras vantagens deles em relação ao método convencional.

No Brasil existe grande demanda por habitações, visto que o governo federal criou programas que buscam sanar esse problema. Com isso, foram criados projetos com prazos determinados e com o intuito de construir um número grande de moradias para famílias de baixa renda (HABITAÇÃO..., 2012). Além disso, o país está passando por um período de grandes transformações de infraestrutura urbana com a realização de importantes eventos internacionais, como é o caso da Copa do Mundo em 2014, Olimpíadas em 2016 e foi o caso da Copa das Confederações em 2013 (CBCA; ABCEM, 2012). Para atender aos eventos e ao grande número de visitantes previsto é necessário construir edifícios e equipamentos urbanos em um curto período de tempo. O cenário atual se mostra propenso à ampliação do uso de sistemas construtivos industrializados. No entanto, o mercado da construção civil ainda não absorveu todo o potencial desse tipo de construção, o que faz com que grandes obras se tornem mais dispendiosas ou demoradas por serem realizadas usando sistemas construtivos convencionais, ou seja, aqueles em que os processos são realizados principalmente dentro do canteiro de obras.

É visto que as comparações diretas entre o sistema industrializado e o convencional resultam em um custo mais elevado no primeiro tipo. Essa análise indica somente o custo de execução dos empreendimentos, levando em conta o material, montagem e mão-de-obra. Entretanto, são deixados de fora dessa análise os aspectos relativos à economia gerada pela racionalização pelo curto tempo de execução (HABITAÇÃO..., 2010). Como são processos construtivos completamente diferentes, a comparação direta não reproduz a realidade. Características como construção rápida, precisa e com menor desperdício de material podem ser consideradas vantagens pelo uso de sistemas construtivos industrializados, que garantem um melhor custo-benefício se comparado ao sistema convencional (KRÜGER, 2000). Isso faz com que o custo superior do sistema seja dissolvido nos demais benefícios gerados dentro da obra.

Apesar de o setor residencial demandar grande quantidade de edificações, o uso da construção industrializada nele é ainda menos usual. Um dos motivos dessa situação vem da ideia de que uma edificação construída a partir de elementos pré-fabricados tira a individualidade de cada habitação. Entretanto, o tipo de sistema construtivo utilizado não garante uma boa arquitetura, assim como defende Gropius (2009): "A 'beleza' será garantida por materiais bem trabalhados e uma edificação clara e simples, e não por ingredientes, [...] um espaço bem plasmado na obra arquitetônica, dependerá então do talento criador do arquiteto construtor.". Ainda sobre a individualidade arquitetônica, Fuller (1963a) observa a realidade das construções dos Estados Unidos que se baseavam nas tarefas realizadas dentro do canteiro de obras:

Não há individualidade nas casas convencionais. Elas são todas caixas retangulares com colunas gregas, de vários comprimentos, de madeira meio podre, pregadas na fachada, e as casas se parecem tanto e as ruas são tão semelhantes, que sem placas de identificação, um estrangeiro não pode distinguir uma cidade americana de outra, nem se falando em descobrir a individualidade nessas patéticas casas.

Para que a utilização de sistemas industrializados seja eficiente é necessário inserir nos processos construtivos inovações tecnológicas, bem como aplicar uma visão sistêmica e global à construção (RIBAS, 2006). A decisão pelo uso desses sistemas deve partir da concepção do projeto, já que existe a necessidade de que todas as etapas da obra sejam planejadas e controladas. No entanto, no mercado nacional, poucos profissionais estão realmente aptos a trabalhar com a construção industrializada, sejam eles arquitetos, engenheiros, investidores ou operários (SANTIAGO, 2008).

Apesar da pouca expressividade, existe uma tendência de ampliação e desenvolvimento do setor da construção industrializada, principalmente aquela estruturada em aço, como pode ser observado com os diversos exemplos de edificações construídas no exterior. O Brasil também segue essa tendência, mesmo que em menor escala, pois o que se observa hoje nesse campo é muito maior do que se tinha há 10 ou 20 anos. Já existem no país várias experiências bem sucedidas no uso de sistemas industrializados. Para a escolha desses sistemas sobressaem vantagens como a racionalização, mão-de-obra treinada e qualificada, bem como o controle dos processos, cronograma e orçamento da obra, que são características incomuns em uma construção convencional (SANTIAGO, 2008).

### **1.1. Objetivos**

O objetivo geral dessa pesquisa é enumerar e discutir as razões que impedem a difusão plena de sistemas construtivos industrializados de ciclo aberto na construção civil brasileira, com foco no setor residencial.

Dentro desse objetivo geral proposto, a pesquisa visa:

- Abordar o aspecto educacional do tema, a partir da análise do setor de formação profissional, ou seja, as universidades;

- Abordar o aspecto prático do tema, a partir da análise do setor produtivo da construção civil, ou seja, arquitetos e indústrias da construção civil; e da análise do usuário final, ou seja, clientes de escritórios de arquitetura que não estão familiarizados com o setor da construção;
- Investigar onde, por que e em quais setores existe uma barreira que impede o desenvolvimento dos sistemas construtivos industrializados no Brasil;
- Traçar diretrizes para o aperfeiçoamento dos sistemas construtivos industrializados no país.

## **1.2. Justificativa e Hipóteses**

Diante da grande demanda por habitações, do crescimento da construção civil e da busca por construções com menor impacto ambiental, os sistemas construtivos industrializados seriam uma opção lógica na escolha dos profissionais e clientes para seus projetos. Porém, essa não é a realidade brasileira, pois a maioria das edificações ainda é realizada utilizando sistemas construtivos convencionais, basicamente artesanais. Isso significa baixa produtividade, grande influência do clima na produção e elevado desperdício de materiais.

A relevância do tema se dá pelo forte potencial ainda não explorado totalmente no Brasil dos sistemas construtivos industrializados de ciclo aberto, principalmente no caso de edificações residenciais. Nesses casos o arquiteto tem maior liberdade nas escolhas por tratar, na maioria das vezes, diretamente com o usuário final. Além disso, o cenário nacional se mostra extremamente favorável ao desenvolvimento e consolidação desses sistemas no país, como é o caso da possibilidade de financiamento de edificações construídas a partir de sistemas industrializados (SANTIAGO, 2012).

Algumas hipóteses indicam as razões para a pouca expressividade da construção industrializada no mercado da construção civil brasileira. Primeiramente existe a diferença de custo dos materiais, pois os sistemas industrializados são mais caros do que os sistemas convencionais se comparados diretamente. Além da viabilidade técnica de um determinado sistema, existe a necessidade de que ele seja uma alternativa economicamente competitiva no mercado da construção civil. No momento em que o sistema industrializado possui custo superior ao sistema convencional, seus benefícios precisam ser capazes de se tornar uma possível fonte de vantagens que irão compensar o valor final da edificação (MILAN et al, 2010).

Uma segunda hipótese diz respeito à barreira cultural para edifícios que não sejam de alvenaria e concreto, que trazem a ideia de fragilidade e de uma arquitetura repetitiva e desagradável. Isso se deve ao fato de existirem poucos exemplos de bons projetos utilizando sistemas industrializados no Brasil, como é o caso do *Light Steel Framing* (LSF). Os modelos de residências foram importados juntamente com o sistema vindo dos Estados Unidos, que apresentavam uma arquitetura que não foi bem aceita no país (CAMPOS; SOUZA, 2010).

Existe a hipótese em relação à falta de mão-de-obra especializada e de profissionais aptos a trabalhar com a construção industrializada. Por se tratar de um sistema diferente do usual, a mão-de-obra existente atualmente no mercado da construção civil não está adaptada a esse tipo de processo construtivo. Ainda em relação aos trabalhadores, existe a hipótese de que a grande oferta de mão-de-obra não qualificada e barata viabiliza a atual conformação do canteiro de obras, baseado no processo artesanal. Dessa forma, as construtoras não teriam interesse em investir em novos sistemas construtivos que estariam voltados para a racionalização dos processos.

Outra questão seria que os profissionais da área de projeto não estão familiarizados e com conhecimento suficiente para propor os sistemas construtivos industrializados aos clientes. Com isso, existe a hipótese de que esses sistemas não estão sendo abordados de forma substancial dentro das universidades brasileiras, nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil. Isso levaria à formação de profissionais que continuam trabalhando com sistemas convencionais e pouco produtivos por falta de informação.

Espera-se com esse trabalho ampliar o conhecimento a respeito da situação da construção industrializada no Brasil a partir da visão de diferentes setores que atuam nesse campo. Além disso, a pesquisa pretende entender quais as dificuldades encontradas no mercado da construção civil para a plena difusão desses sistemas. Com isso, pode ser possível criar estratégias melhor direcionadas para inserir os sistemas industrializados como uma real alternativa aos demais sistemas presentes no Brasil.

### **1.3. Metodologia adotada**

Para atingir o objetivo dessa pesquisa faz-se primeiramente a introdução sobre os sistemas construtivos industrializados por meio de uma revisão literária com a contextualização do tema e os autores que já abordaram o assunto, juntamente com os conceitos a que se refere a

pesquisa. Depois disso, realiza-se o histórico desses sistemas, com destaque ao LSF, exemplo de sistema construtivo industrializado de ciclo aberto. Ainda como referência histórica apresenta-se uma revisão das teorias da arquitetura que valorizam o modelo de construção racional, com ideias e pensamentos dos arquitetos Walter Gropius e Le Corbusier, bem como a teoria do arquiteto e inventor Buckminster Fuller sobre a inserção do conhecimento em industrialização nos cursos de Arquitetura e Urbanismo. Como ênfase no setor da construção residencial apresentam-se cinco exemplo de habitações construídas a partir de elementos pré-fabricados. E, faz-se ainda uma revisão sobre a realidade brasileira e uma comparação com outros países da América Latina.

Posteriormente, a pesquisa aborda a visão de quatro grupos que atuam no processo da construção civil: universidades, usuário final, arquitetos e indústria da construção civil. Para cada grupo é proposta uma forma de avaliação específica que possa obter as informações necessárias para posteriormente confrontar as respostas de cada setor de forma a obter os pontos convergentes e divergentes e entender a razão deles. Inicialmente, a proposta abordaria também o setor das construtoras e incorporadoras. Para isso foram feitos convites a 10 empresas, salientando que não haveria publicação do nome de nenhuma delas. No entanto, somente duas construtoras responderam negando a entrevista.

No caso das universidades, analisa-se as matrizes curriculares dos cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil de 65 universidades públicas e privadas do país. Essa análise é feita a partir das ementas e programas das disciplinas, de forma a avaliar de que maneira o tema da construção industrializada está sendo abordado dentro desses cursos.

Para avaliar os usuários finais, realiza-se uma entrevista a um grupo de 35 pessoas que não são da área da construção civil, ou seja, que não são arquitetos nem engenheiros civis e portanto, não estão familiarizados com os processos de construção. Esse grupo não representa todo o setor de usuários finais, mas pode indicar qual a opinião que essas pessoas têm sobre a construção industrializada. Elas são submetidas a um questionário composto por perguntas relacionadas à escolha dos sistemas construtivos, com ênfase ao LSF.

Em relação aos arquitetos, são feitas entrevistas à sete profissionais que atuam em escritórios de pequeno, médio e grande porte, principalmente na região Sudeste. Cada um deles responde um questionário com perguntas abertas sobre a experiência profissional dentro da sua área de atuação, com ênfase em como é feita a decisão da escolha do sistema construtivo a ser

utilizado nos projetos. As respostas são relacionadas entre elas de modo a obter as mais citadas e os temas mais recorrentes durante as entrevistas.

No caso da indústria da construção civil, são selecionadas duas empresas que atuam na área de sistemas construtivos industrializados em nível nacional. Nesse setor também é inserido um Grupo de Pesquisa que estuda as relações dos processos de projetos à produção do espaço urbano. Em cada entrevista é utilizado um questionário diferente com perguntas abertas, visando extrair da melhor forma as informações relevantes dos representantes de cada instituição.

#### **1.4. Estruturação do Trabalho**

Esse trabalho está estruturado em quatro capítulos. No primeiro capítulo, é abordada a questão a ser analisada nessa pesquisa, com a definição dos objetivos e da justificativa do tema, bem como uma breve explicação sobre a metodologia adotada.

No segundo capítulo são apresentadas as definições sobre a construção industrializada a partir da revisão bibliográfica. Nele são apresentados o histórico sobre o uso de sistemas industrializados, teorias que defendem o assunto, exemplos de aplicação, além do cenário atual do mercado brasileiro.

No terceiro capítulo está o desenvolvimento da pesquisa proposta, com a abordagem dos quatro grupos que atuam na área da construção civil. Nesse capítulo estão apresentadas as metodologias detalhadas de cada etapa do trabalho.

No quarto e último capítulo estão reunidas as considerações finais da pesquisa, uma análise crítica dos resultados, as diretrizes propostas e as sugestões para trabalhos futuros.

Os apêndices apresentados são compostos pelas entrevistas elaboradas para cada grupo analisado e o anexo final é formado pelas imagens utilizadas durante a entrevista aos usuários finais.

## **2.INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

---

A industrialização da construção civil pode ser definida como a “utilização de tecnologias que subsistem a habilidade do artesanato pelo uso da máquina” (ROSSO, 1980). Ela consiste no desenvolvimento das técnicas construtivas a fim de aperfeiçoar o processo e o produto final.

Algumas características complementam o processo industrial, mas não fazem parte de sua essência. Dentre elas é possível destacar a concentração do trabalho dentro de uma fábrica, a produção em série, a racionalização da produção e a integração da equipe responsável pela produção. No entanto, a essência da industrialização é a produção de um objeto por meio de máquinas automatizadas, sem a influência da mão-de-obra artesanal (BLACHÈRE, 1977).

Apesar das vantagens que a industrialização pode trazer à construção civil, ela ainda é pouco utilizada no Brasil. Existe um grande atraso desse setor em relação aos demais processos produtivos. Diversas pesquisas já foram realizadas e vários mecanismos já foram criados para industrializar a construção (BRANDÃO; HEINECK, 2007). Porém, é raro observar alguma obra que não tenha grande parte dos processos construtivos concentrados no canteiro de

obras, sendo influenciados diretamente pela mão-de-obra adotada e as variações climáticas. Bender (1976) descreve essa mesma situação ainda na década de 1970, o que mostra que muito pouco foi feito para mudar essa realidade,

como é possível que na era dos computadores, viagens espaciais e produção em série de qualquer classe de artigo, estamos apenas começando a industrializar o processo de construção? Como pode um dos setores mais importantes da economia mundial estar tão pouco avançado que só recentemente a industrialização da construção foi considerada um tema de discussão importante?

## 2.1. Conceituação

De acordo com Rosso (1980), existem dois tipos de industrialização dentro da construção civil: Industrialização Fechada ou de Ciclo Fechado; e Industrialização Aberta ou de Ciclo Aberto. Cada uma delas define diferentes processos produtivos e construtivos, o que conseqüentemente determinam resultados distintos para a edificação.

Considerada menos flexível, a Industrialização de Ciclo Fechado é caracterizada pela produção de um módulo inteiro da edificação, de forma que “os modelos do produto e dos componentes intermediários são exclusivos da indústria” (ROSSO, 1980). Portanto, existem poucas possibilidades ao arquiteto, que necessita adaptar seu projeto ao módulo que é fornecido pela indústria. Cada empresa cria um projeto, que pode ser decomposto em componentes construtivos, o que permite a produção em série dentro da fábrica. Esse tipo de industrialização só é viável economicamente ao se considerar somente os custos da construção para um grande número de unidades (RIBEIRO; MICHALKA Jr., 2003). Para garantir uma alta produtividade com um menor custo a indústria precisa ter um ritmo constante de produção em um longo período de tempo. Isso inviabiliza muitas vezes a flexibilidade da linha de produção, de forma que quanto maior a mecanização mais rígido é o ciclo produtivo (BRUNA, 1976).

O outro tipo, denominado Industrialização de Ciclo Aberto, é mais flexível e se caracteriza pela produção de componentes pré-fabricados que podem ser combinados de diversas maneiras para compor uma construção. Esses componentes são criados com tamanhos determinados e específicos à sua função arquitetônica. Além disso, eles permitem a liberdade geométrica e de proporções, podendo ser usados em qualquer edificação sem que seja

necessário realizar cortes ou acertos nas peças (RIBEIRO; MICHALKA Jr., 2003). Bruna (1976) define as características básicas de um sistema aberto:

é preciso que tais peças sejam SUBSTITUÍVEIS por outras de diferentes origens; INTERCAMBIÁVEIS, isto é, possam assumir diferentes posições dentro de uma mesma obra; COMBINÁVEIS entre si formando conjuntos maiores [...], e que por sua vez sejam PERMUTÁVEIS por uma peça maior ou por um número de peças menores.

Como o produto final dessa indústria funciona como parte de uma edificação, aumentam as possibilidades de especialização e, conseqüentemente, padronização e produção em massa (BRUNA, 1976). Esse segundo tipo de industrialização garante ao arquiteto grande liberdade de criação, definindo apenas o método construtivo a ser utilizado. Essa pesquisa será direcionada para a Industrialização de Ciclo Aberto.

Para que um processo industrial possa ser utilizado na construção civil é necessário aplicar o conceito de racionalização tanto no produto quanto no processo. Em relação ao produto, Rosso (1980) observa que a racionalização pode ser definida como o uso mais eficiente dos recursos disponíveis para que se tenha um objeto com maior efetividade possível. Assim, com o menor gasto tem-se o melhor resultado, o que satisfaz as necessidades do usuário final. No caso do processo, pode-se entender a racionalização da construção como a otimização das tarefas industriais, por meio da organização, planejamento, continuidade executiva e eficiência (COUTO; COUTO, 2007). Com isso, é possível “eliminar a casualidade nas decisões e incrementar a produtividade do processo” (ROSSO, 1980). Além disso, pode-se interferir no custo final do produto a partir do momento em que o tempo de trabalho é reduzido, alcançando assim maior produtividade e conseqüentemente maior rentabilidade (BLACHÈRE, 1977).

Outra ferramenta essencial para que a construção industrializada seja eficiente é a coordenação modular. Para Blachère (1977) é necessário criar algumas regras para que os componentes industrializados possam ser unidos, constituindo assim, uma edificação ou parte dela. À essas regras que se dá o nome de coordenação modular, que é responsável por “compatibilizar dimensionalmente de forma racional e orgânica os espaços disponíveis e os ocupados.” (ROSSO, 1976). No entanto, a coordenação modular não é apenas um instrumento geométrico, mas também físico e econômico, pois ela “permite relacionar as medidas de projeto com as medidas da produção industrial, sem abandonar as questões da composição geométrica e de proporções.” (BARBOZA et al, 2011). Sem a possibilidade de interação dos

componentes industrializados, tanto entre eles quanto com os métodos construtivos convencionais, esses sistemas tornam-se facilmente obsoletos, já que só podem ser aplicados em determinadas situações.

Existe ainda outra ferramenta que permite a aplicação e desenvolvimento dos sistemas industrializados na construção civil, que é a inovação tecnológica. Ela pode ser entendida como um aperfeiçoamento da tecnologia inserida no processo de produção da edificação visando a melhoria na qualidade, no custo ou no tempo de execução (MARTINS, 2004).

Podem ser definidos seis fatores importantes que incentivam a inserção de inovações tecnológicas no setor da construção civil. Primeiramente existe a evolução do produto final, que nesse caso é a própria edificação, o que demanda alterações nos processos construtivos. A ordem dos acontecimentos pode ser alterada de forma que uma mudança na tecnologia construtiva pode gerar transformações na construção. Outro fator são as necessidades dos clientes, que demandam novas solicitações à etapa de execução da obra, como é o caso de prazos reduzidos ou menor impacto ambiental. Existe ainda o desenvolvimento de novos materiais e componentes, que necessitam da implementação de novas tecnologias no processo construtivo. A concorrência no mercado da construção civil é definida como mais um fator à introdução de inovações tecnológicas, pois as empresas buscam cada vez mais se destacar das demais e assim poder atrair os clientes. Outro fator é a ação do governo que pode ser por meio de financiamento e fomento à pesquisa, da qualificação da mão-de-obra, do desenvolvimento de normas e legislações que busquem o aprimoramento da qualidade das edificações, além da utilização de novas tecnologias em seus projetos públicos. Um último fator é o custo de implantação da inovação tecnológica e quanto maior ele for, maior será a dificuldade de introdução no processo da construção civil (REZENDE; ABIKO, 2004).

No entanto, de acordo com Blachère (1977), existem alguns fatores que freiam o desenvolvimento industrial e a inovação tecnológica. Um fator é a própria regulamentação, que define normas a serem seguidas no setor da construção civil. Em alguns casos ela pode ser muito restrita, o que dificulta a aplicação dos sistemas industrializados. Outra questão é a necessidade da produção em série, que em muitas situações não é viável, podendo ser um obstáculo na utilização de certa tecnologia. O tamanho e o número de empresas ligadas à construção civil também atuam como um freio à industrialização, já que a construção convencional está muitas vezes baseada na produção local e direcionada. Outro fator importante é a falta de cultura científica no setor da construção civil. Muito do que se cria

nesse setor é baseado no empirismo, ou seja, são desenvolvidas técnicas a partir da sua funcionalidade e aceitação na prática. Com isso, as inovações tecnológicas são vistas como soluções milagrosas, fato que desvia do verdadeiro caminho do progresso. Porém, apesar desses fatores funcionarem como obstáculos, eles não impedem o desenvolvimento industrial e “servem de desculpa a muitos, pois explicam os fracassos e dispensam o esforço de iniciar.” (BLACHÈRE, 1977).

Em relação à inovação tecnológica no Brasil, Rezende e Abiko (2004) indicam que as tentativas de mudança no processo de construção ocorridas no final do século XX fracassaram devido à problemas socioeconômicos e ao fato de que as tecnologias inseridas no setor não estavam suficientemente desenvolvidas. De acordo com os autores, isso não representa uma falha técnica, mas uma incapacidade dessas tecnologias em criar vantagens, como a redução nos custos e o aumento da qualidade do produto final.

Por outro lado, é muito difícil controlar alguns aspectos da construção convencional para que se tenha um real ganho de produtividade. Esse tipo de construção pode ser caracterizada pela atividade concentrada no canteiro de obras e pelo uso intensivo de recursos naturais e de mão-de-obra. Isso faz com que os resultados obtidos estejam vinculados à diversos fatores, tornando o controle de qualidade e de tempo muito impreciso (GROPIUS, 2009). Apesar das desvantagens desse sistema em relação ao industrializado, ele está presente na maior parte das edificações.

## **2.2. Histórico**

A evolução dos sistemas construtivos teve um grande salto a partir da Revolução Industrial no final do século XVIII. Antes disso, a construção civil se baseava apenas em técnicas manuais e artesanais, extremamente imprecisas e tratadas caso a caso (BENEVOLO, 2004).

Durante os séculos XVIII e XIX surgiram no mercado novos materiais como o ferro fundido, o vidro e, posteriormente, o aço e o concreto armado, incorporados aos já tradicionais como pedra, tijolo cerâmico e madeira. Além disso, houve o desenvolvimento de novas ferramentas construtivas, que passaram a realizar as tarefas antes feitas pelo homem, trazendo maior produtividade ao canteiro de obras. Essas novidades surgiram a partir de exigências por melhorias na infraestrutura das cidades, como melhores pontes, canais, prédios públicos, galpões industriais, além de edifícios que suportassem melhor a ação do fogo em casos de

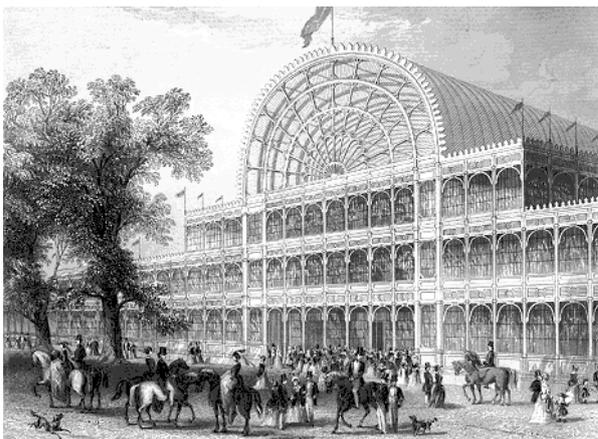
incêndio. Inicialmente foram introduzidos no mercado os pilares de ferro fundido que substituíram as colunas de madeira nas primeiras tecelagens de algodão da Inglaterra. As vantagens desse elemento estrutural foi logo percebida, já que ele oferecia maior resistência com menores dimensões. No entanto, esses materiais ditos industrializados foram utilizados inicialmente por meio de métodos tradicionais, não existindo modificações substanciais na técnica construtiva, ou seja, as construções em si não eram industrializadas, mas somente seus componentes (BRUNA, 1976).

Esses avanços foram percebidos inicialmente nas obras de infraestrutura urbana, como pontes, ferrovias e estações ferroviárias; enquanto que os edifícios residenciais ainda eram realizados com métodos artesanais, assim como observa Benevolo (2004): "na origem da transformação industrial, encontram-se consideráveis progressos técnicos, não existe nenhum, por assim dizer, que se refira às moradias: constrói-se no século XIX como no XVIII e como na Idade Média". Além da questão da técnica construtiva, houve um aumento populacional, devido às melhorias na qualidade de vida e à intensa migração da população rural para os centros urbanos, gerando uma grande demanda por habitações (BENEVOLO, 2004). Tudo isso fez com que a construção civil sofresse transformações e avanços que refletiram na maneira de construir dos dias atuais.

Com o início das Exposições Universais, que são eventos criados para difundir produtos manufaturados de todo o mundo, foram abertos caminhos para que as novas técnicas fossem aplicadas. Os edifícios que abrigavam essas exposições eram temporários e o prazo para a construção era curto, assim, somente uma técnica moderna de construção baseada na industrialização poderia atender a essas condições. A primeira delas aconteceu em Londres no ano de 1851, tendo como sede o Palácio de Cristal (Figura 2.1), que foi idealizado pelo arquiteto inglês Joseph Paxton. Nele foram introduzidos os conceitos de industrialização no canteiro de obras. Toda a estrutura era formada por peças metálicas pré-fabricadas com o fechamento em vidro, além disso, o edifício levou quatro meses para ficar pronto e após o término da exposição ele foi desmontado e remontado em outro local. O Palácio de Cristal foi importante ao estabelecer qualidade e expressividade nas construções que utilizavam sistemas industrializados, valorizando sua arquitetura (BENEVOLO, 2004). Segundo Bruna (1976) o edifício "forneceu a mais completa e indiscutível contribuição de seu tempo, marcando a primeira fuga dos estilos históricos na arquitetura e simultaneamente uma concepção estritamente ligada aos conceitos de produção em massa".

No Brasil, os novos materiais foram importados durante o século XIX e aplicados nas construções ferroviárias, como foi o caso da Estação da Luz em São Paulo (Figura 2.2). As estruturas em ferro fundido eram fabricadas na Europa e trazidas ao Brasil para serem montadas no local. Além das peças estruturais, como vigas e pilares, vinham também peças de acabamento e ornamentação (BRUNA, 1976).

Figura 2.1 - Ilustração do Palácio de Cristal, Londres



Fonte: CRYSTAL PALACE..., 2005.

Figura 2.2 - Interior da Estação da Luz, São Paulo



Fonte: TANAKA, 2008.

Após a Segunda Guerra Mundial, alguns fatores criaram oportunidades para a aplicação dos conceitos de industrialização já desenvolvidos anteriormente. Havia um enorme déficit habitacional, falta de materiais de construção e mão-de-obra especializada, além de poucos recursos financeiros disponíveis. Para os engenheiros, arquitetos e técnicos desse período, a industrialização da construção era a única alternativa operacional para a complexidade dos problemas existentes. Por meio de modificações realizadas dentro do canteiro de obras e de profissionais dispostos a trabalhar com esses novos sistemas, foi possível implementar um grande número de moradias com qualidade superior àquelas realizadas anteriormente. Em poucos anos, o setor da construção industrializada se organizou e teve um crescimento contínuo, o que pode ser visto com o número de construções realizadas e o pleno desenvolvimento da tecnologia aplicada (BRUNA, 1976).

Um dos fatores que levaram à industrialização da construção civil pode parecer contraditório, que é o caso da falta de mão-de-obra qualificada. Entretanto, segundo Blachère (1977), esse fator foi essencial para o desenvolvimento do setor no caso da França. A solução industrializada trouxe a redução no tempo de execução da obra e, conseqüentemente, a diminuição do custo. O que pode parecer inicialmente um problema, passou a ser uma

solução, já que a construção tradicional requer uma grande quantidade de mão-de-obra especializada.

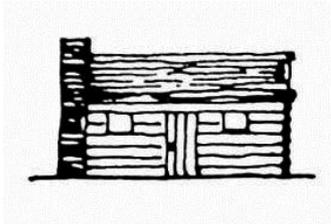
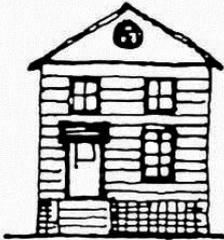
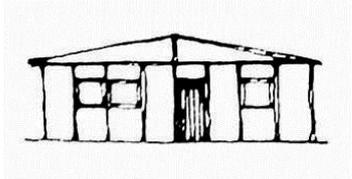
Dentro dessa perspectiva, a construção civil tradicional, principalmente de habitações, onde um grande número de ofícios especializados torna-se necessários (ferreiro, encanador, eletricista, marceneiro, pintor etc.) viu-se em difícil situação, pois a formação de mão-de-obra qualificada revelou-se impraticável. (BRUNA, 1976)

Em meados de 1950, inicia-se a Segunda Revolução Industrial, que foi marcada pela substituição das atividades do homem sobre a máquina, “a diligência, a avaliação, a memória, o raciocínio, a concepção, a vontade, etc., estão sendo substituídos por aparelhos mecânicos ou eletrônicos ou, genericamente, por automatismos.” (BRUNA, 1976). A partir dessas transformações, o sistema industrial baseado na repetição em série de objetos passou a funcionar com o fluxo de informações, permitindo a flexibilidade da produção. Com isso, a indústria teve a possibilidade de adequar seu produto de acordo com as necessidades de cada obra, mantendo a eficiência do processo operacional.

No que se refere à construção residencial, as técnicas construtivas sofreram um processo evolutivo que consistiu na transferência dos trabalhos realizados no canteiro de obras para aqueles realizados dentro da indústria (Quadro 2.1). Nesse processo o trabalho artesanal foi sendo transferido pelo mecanizado, aumentando a produtividade e diminuindo o custo.

A inserção de métodos industriais nas habitações se deu a partir do século XIX, com o sistema construtivo denominado *Balloon Frame* (Figura 2.3). Criado em Chicago por George Washington Snow, esse sistema consistia na utilização de peças uniformes de madeira, dispostas em distâncias modulares e ligadas por meio de rebites de aço. Essas peças formavam painéis que estruturavam a edificação, sem a existência de uma hierarquia entre os componentes, ou seja, era uma estrutura autoportante. Todas as peças de madeira eram fabricadas na indústria, com dimensões idênticas, o que levava a um processo de montagem fácil e rápido. Dessa maneira, não era necessário um conhecimento especializado no canteiro de obras, característica que fazia desse sistema destinado à autoconstrução (BENEVOLO, 2004). Posteriormente, surgiu o *Platform Frame* (Figura 2.4), que possuía como diferença a disposição das estruturas verticais. Enquanto na primeira técnica essas estruturas eram contínuas, desde o piso até o telhado, na segunda, cada andar era independente do outro, ou seja, cada elemento vertical terminava na laje do teto de cada pavimento (CASTRO, 2005a).

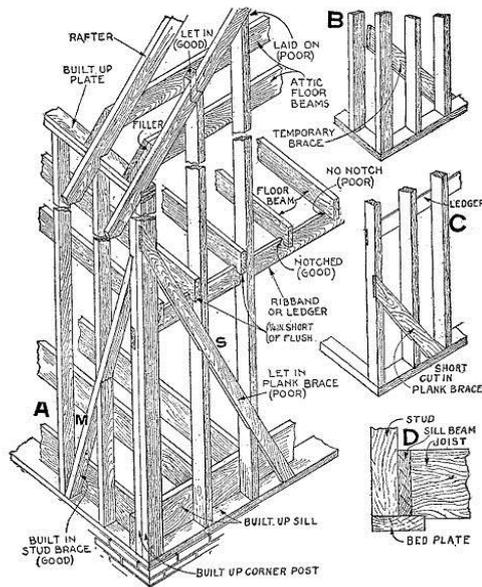
Quadro 2.1 - Comparação dos tipos de sistemas construtivos residenciais

Tipo de casa	Trabalho fora da obra	Trabalho na obra
Cabana 		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cortar árvores;</li> <li>- Conformar e preparar troncos;</li> <li>- Desbastar tábuas para tetos, pisos e móveis.</li> </ul>
Primeiras Estruturas – <i>Balloon</i> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serrar a madeira;</li> <li>- Produção de esquadrias e pintura;</li> <li>- Móveis de fábrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corte e preparação de madeira para estrutura, etc.;</li> <li>- Construção de janelas, portas, degraus e carpintaria;</li> <li>- Gesso;</li> <li>- Pintura e acabamento.</li> </ul>
Estrutura convencional de madeira 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Serrar a madeira;</li> <li>- Produção de esquadrias e pintura;</li> <li>- Móveis, carpintaria, janelas, portas, escadas, divisórias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corte e preparação de madeira para estrutura e fechamentos;</li> <li>- Instalação dos elementos pré-fabricados;</li> <li>- Pintura e acabamento.</li> </ul>
Casa por componentes 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenho e fabricação de um grupo de componentes de construção coordenados para estrutura, fechamentos, áreas técnicas, janelas, portas, divisórias internas e unidades de armazenagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Montagem dos componentes pré-fabricados.</li> </ul>
<i>Mobile Home</i> e casa por blocos 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção completa de uma casa pré-fabricada com todos os acabamentos e necessidades.</li> </ul>	

Fonte: Adaptado de BENDER, 1976.

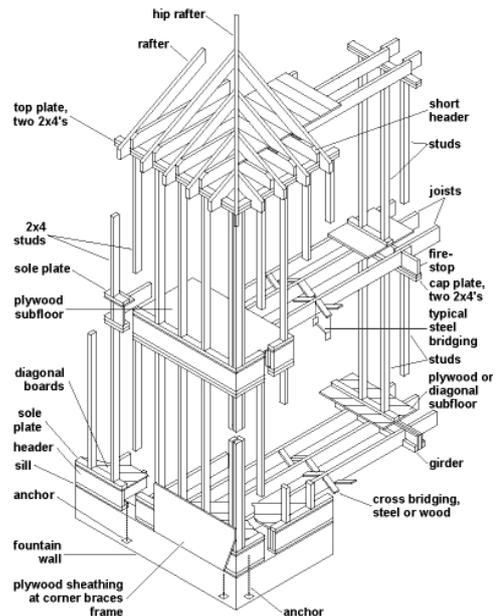
Apesar das técnicas industriais voltadas à construção civil se desenvolverem desde o início da Revolução Industrial e da demanda por habitações crescer em todo o mundo, somente no século XX é que surgem profissionais dispostos a implementar e defender a plena utilização desses sistemas, como é o caso dos arquitetos Walter Gropius e Le Corbusier (BRUNA, 1976).

Figura 2.3 - Esquema do sistema construtivo *Balloon Frame*



Fonte: BALLOON FRAME..., 2006.

Figura 2.4 - Esquema do sistema construtivo *Platform Frame*



Fonte: RAMSEY; SLEEPER, 1989.

Esses arquitetos defendiam a plena utilização da industrialização na construção civil, de forma que a sociedade e os profissionais se adaptariam aos novos processos construtivos (CORBUSIER, 2011). Eles acreditavam que a industrialização era uma evolução do processo de produção e que iria atingir todos os setores do mercado, inclusive a construção civil. Para Gropius e Corbusier a questão da habitação seria tratada no futuro da mesma maneira que o automóvel, não mais como uma peça manufaturada, mas como um produto industrializado e produzido em série. Esse tipo de construção traria algumas vantagens ao homem e ao processo construtivo, pois agregaria maior qualidade e controle sobre as peças produzidas (GROPIUS, 2009).

Alguns fatores foram determinantes para a industrialização da construção no Brasil e, segundo Bruna (1976), foram os mesmos que levaram à industrialização da construção na Europa, sendo eles: grande demanda por habitações, poucos recursos financeiros disponíveis, necessidade de racionalizar os recursos construtivos existentes, além da escassez de mão-de-obra especializada. Com o crescimento demográfico e a migração de grande parte da população rural para as zonas urbanas, o país sofreu um rápido processo de urbanização. Porém, isso trouxe como consequência cidades incompletas e desfavoráveis à vida humana, como é o exemplo das péssimas condições habitacionais e de saneamento. Essa nova parcela de mão-de-obra desqualificada não foi absorvida pelas indústrias, mas sim pelo setor de serviços e pela administração pública. A partir dessa situação, o déficit habitacional se tornava

cada vez maior e o setor público passava a empregar mão-de-obra de baixa produtividade em suas obras, que possuíam sempre um prazo curto de execução.

No Brasil, têm sido desenvolvidos programas de construção de nível técnico muito simples, fazendo largo apelo à mão-de-obra abundante e barata, constituída pelos migrantes rurais. Esta mão-de-obra barata, pelo fato de poder ser desprendida sem dificuldade, é largamente empregada na construção, sem grandes preocupações por sua produtividade. Por esta razão não são utilizadas técnicas novas ou materiais modernos mais eficientes e mais caros. (BRUNA, 1976)

No entanto, para Bruna (1976), o uso intensivo de mão-de-obra desqualificada na construção civil foi o fator responsável pelo baixo nível de execução da arquitetura contemporânea brasileira. Além disso, foi responsável pelo elevado desperdício de material e de horas de trabalho, o que trouxe como consequência direta o alto custo das construções.

No início foram introduzidas no país indústrias de bens de consumo e posteriormente, em 1946, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), instalada na cidade de Volta Redonda-RJ, passou a produzir peças de aço estrutural. Apesar disso, o aço não era uma solução econômica que pudesse concorrer com o concreto armado, que teve grande aceitação no país. Por se tratar de um sistema construtivo muito próximo do processo artesanal utilizado anteriormente, o concreto armado foi facilmente assimilado pela mão-de-obra da construção civil (BRUAND, 2010).

Para difundir o aço na construção civil brasileira a CSN criou em 1953 a Fábrica de Estruturas Metálicas (FEM), que foi desativada em 1998. Sua função era formar mão-de-obra especializada, o que resultou na construção de vários edifícios em estrutura metálica no Brasil. Alguns desses edifícios são: Edifício Garagem América (Figura 2.5) em São Paulo-SP em 1957, que foi o primeiro com projeto e materiais totalmente fabricados no país; Edifício Avenida Central (Figura 2.6) no Rio de Janeiro-RJ em 1961; e o Edifício Escritório Central da CSN (Figura 2.7) em Volta Redonda-RJ no ano de 1966, que foi o primeiro a utilizar perfis soldados. Com o Plano Siderúrgico Nacional, implantado em 1967, aumentou significativamente a quantidade e qualidade da produção do aço no país. Esse plano visava a ampliação, modernização e implantação de novas usinas siderúrgicas, o que fez do Brasil antes importador um grande exportador de aço (BELLEI; PINHO; PINHO, 2008).

Figura 2.5 - Edifício Garagem América,  
São Paulo-SP



Fonte: FARIA, 2008.

Figura 2.6 - Edifício Avenida  
Central, Rio de Janeiro-RJ



Fonte: FARIA, 2008.

Figura 2.7 - Edifício Escritório Central da  
CSN, Volta Redonda-RJ



Fonte: FARIA, 2008.

Na década de 1990, surge no Brasil uma técnica sucessora do *Balloon Frame* conhecida como LSF, que é um sistema construtivo de concepção racional. Sua estrutura é constituída por painéis autoportantes compostos de perfis leves de aço galvanizado formados a frio. O fechamento desses painéis pode ser feito com vários materiais como por exemplo o OSB (*Oriented Strand Board*), placas cimentícias ou gesso acartonado (CASTRO, 2005a). Esse sistema pode ser classificado como Industrializado de Ciclo Aberto, já que os painéis são criados a partir do projeto arquitetônico e podem configurar diferentes dimensões e

volumetrias. Durante essa pesquisa será dado enfoque a esse sistema construtivo ao utilizá-lo como exemplo na construção civil.

Algumas construtoras brasileiras começaram a importar *kits* pré-fabricados em LSF dos Estados Unidos, sem que antes fosse feita alguma adaptação para a realidade brasileira. Apesar disso, o processo construtivo industrializado se mostrou eficiente e desde então vem sofrendo transformações e adaptações em relação ao clima e economia, além de ajustes à cultura construtiva do país, que é baseada em materiais maciços e com pouca exigência de atenção à manutenção (SANTIAGO, 2008).

Cerca de dez anos depois, com a tecnologia já estabelecida, foram publicadas as normas NBR 14762 (ABNT, 2010), que trata do dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio; e NBR 6355 (ABNT, 2012), que trata dos perfis estruturais de aço formados a frio. E, mais recentemente, em 2006 o Instituto Brasileiro de Siderurgia (IBS) e o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA) desenvolveram manuais voltados para a difusão da técnica de construção e concepção projetual do sistema construtivo LSF. São dois manuais, sendo que um deles é voltado aos profissionais de arquitetura, com aspectos de projeto e montagem; e o outro é destinado aos profissionais de engenharia civil, com aspectos de dimensionamento e ligações. Em 2012 foi disponibilizada uma nova versão revisada e atualizada do manual de arquitetura (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012; RODRIGUES, 2006).

Desde então existe uma maior difusão de sistemas industrializados, bem como normas nacionais e sistemas de financiamento específicos para esse tipo de construção. Além disso, alguns órgãos do governo brasileiro passaram a utilizar sistemas industrializados em suas obras como é o caso da Caixa Econômica Federal (CEF) e da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU) (CAMPOS, 2010).

### **2.3. Teorias da Arquitetura**

A indústria surge no final do século XVIII e início do século XIX, mas somente no século XX é que passa a fazer parte das propostas dos arquitetos como uma modificação na maneira de conceber os projetos. Arquitetos como Le Corbusier e Walter Gropius passaram a abordar a questão da industrialização da construção civil em seus tratados de arquitetura. Corbusier defendeu algumas ideias estimulando a produção de casas em série como forma de adaptar a

construção civil à produção industrial. Além disso, fez críticas à maneira desorganizada como eram executadas as construções baseadas no trabalho artesanal. Já Gropius abordou o assunto mais profundamente ao tratar de que forma poderia ser aplicada a industrialização na construção (ROSA, 2006).

Ambos os arquitetos defendiam a industrialização da construção e entendiam que a sociedade e os profissionais deveriam mudar seus conceitos para poder aceitar e trabalhar de forma adequada com as novas formas de construir,

a arquitetura tem como primeiro dever, em uma época de renovação, operar a revisão dos valores, a revisão dos elementos construtivos da casa. [...] É preciso criar o estado de espírito da série. O estado de espírito de construir casas em série. O estado de espírito de residir em casas em série. O estado de espírito de conceber casas em série. (CORBUSIER, 2011).

Assim como aconteceu dentro da indústria de bens de consumo, eles acreditavam que a industrialização era uma evolução do processo e, portanto, inevitável sua implantação, "querer construir na era da industrialização com os recursos de um período artesanal é considerado, cada vez mais, como algo sem futuro." (GROPIUS, 2009). Tendo como referência as indústrias automobilística e de bens de consumo, eles não aceitavam que o processo da construção civil permanecesse atrelado ao trabalho artesanal.

Gropius (2009) tratou especificamente da questão da construção residencial, que estaria muito atrasada na industrialização em relação às demais edificações: "a pré-fabricação já domina mais a construção dos arranha-céus do que a de casas particulares.". Esse autor também citou os benefícios que a pré-fabricação de componentes poderia trazer para o processo construtivo das residências, onde a produção passa a ser feita toda na indústria, restando ao canteiro de obras somente a montagem, como peças de uma máquina. Esse tipo de construção traria independência ao homem das variações climáticas e daria ao construtor maior controle sobre as peças utilizadas que seguiriam um padrão, além de aliviar o trânsito e o canteiro de obras com a retirada das máquinas de produção das ruas, já que elas estariam somente nas fábricas.

O arquiteto também escreveu sobre a questão estética e da qualidade arquitetônica das construções feitas a partir de sistemas construtivos industrializados. Para ele, a qualidade arquitetônica do produto final está relacionada às formas da edificação e não do tipo de sistema construtivo em que ela é produzida (GROPIUS, 2009).

Corbusier (2011) também focou no problema da habitação, que para ele é o tipo de construção mais próxima ao homem e, portanto mais difícil de ser modificada, devido ao apego dado pela família. Segundo o arquiteto, as pessoas têm muito apreço por suas casas, mesmo que elas não sejam adequadas ou confortáveis, e ainda assim, não pensam em construir um melhor lugar para viver. Ele compara essa ligação à própria casa com a religião, ou seja, o “culto sagrado da casa.” (CORBUSIER, 2011). Porém, com a inserção de novas tecnologias e sistemas construtivos industrializados nas edificações, esse “culto” tende a ser questionado pela própria sociedade. O arquiteto previa que com a industrialização da construção a casa deixaria de ser "essa coisa espessa que pretende desafiar os séculos e que é objeto opulento através do qual se manifesta a riqueza; ela será um instrumento, da mesma forma que é o automóvel" (CORBUSIER, 2011). Mas ele entendia que a sociedade deveria se adequar a esse novo sistema, caso contrário, essa nova maneira de construir poderia não ser aceita pelos usuários finais: uma

casa é construída em três dias. Sai da fôrma como uma peça de fundição. Mas a gente se revolta diante das técnicas tão ‘desenvoltas’; não se crê numa casa feita em três dias; é preciso um ano além de telhados pontiagudos, clarabóias e quartos em mansardas!. (CORBUSIER, 2011).

#### **2.4. Teoria de Buckminster Fuller**

Nascido em 1895 nos Estados Unidos, Buckminster Fuller teve sua vida dedicada à investigação e pesquisa de melhores maneiras de utilizar a tecnologia a fim de melhorar as condições de vida dos homens, tendo como principal foco a habitação. Ele acreditava que a solução para a grande demanda de moradia viria da indústria, por meio da utilização de materiais construtivos leves e componentes pré-fabricados, assim como foi feito com os automóveis e aviões (MCHALE, 1962). Sua atuação foi bem abrangente, desde a criação de modelos de casas pré-fabricadas até o desenvolvimento de pensamentos teóricos que embasavam suas criações.

A primeira filha do arquiteto morreu aos quatro anos de idade pelas limitações da medicina no tratamento de meningite. Além disso, as condições de vida na residência em que morava eram péssimas, fato que ele atribuiu ao início da doença da filha. Depois desse episódio, ele passou a estudar as possibilidades de diminuir a ignorância humana em relação à qualidade da habitação. Para Fuller (1963a), as ações em relação ao projeto de uma casa deveriam passar

por uma “patologia preventiva” ao invés da tradicional “patologia curativa”, que ele define como sendo a espera “até alguém estar muito doente e aí, se tivesse sorte, teria-se a oportunidade de receber os remédios apropriados do instituto de pesquisas.” (FULLER, 1963a).

Fuller (1967) definiu a industrialização como sendo a regeneração extra corporal, orgânica e metabólica da humanidade. Para ser considerado produto ou serviço industrial é necessário existir a produção em massa e uma ampla distribuição, de forma a dissipar as despesas e custos de investimentos. Por se constituir de ferramentas, a industrialização representa a exteriorização de funções humanas. O arquiteto classifica essas ferramentas em dois tipos: artesanais e industriais. O primeiro tipo compreende as ferramentas que podem ser inventadas e elaboradas por uma única pessoa, além de ser produzida por recursos extremamente locais e limitados. Já as ferramentas industriais são aquelas que só podem ser produzidas por um grupo de pessoas e que utilizam recursos provenientes de diversos locais.

Os benefícios provenientes da ciência são para Fuller (1967) uma combinação de energia e conhecimento intelectual. De acordo com a lei de conservação, a energia é irredutível, pois ela não pode ser criada nem destruída, mas somente transformada. Já o conhecimento intelectual é utilizado para aumentar o saber e, portanto, só pode ser acumulado. Dessa forma, os avanços e benefícios da ciência são resultado de fatores que levam ao progresso de um determinado conhecimento.

Para o arquiteto e inventor é preciso inserir pesquisa científica na indústria. O que ele chama de Ciência do *Design* corresponde ao estudo dos complexos processos industriais com a finalidade de propor novos sistemas operacionais. Essas propostas ou invenções levam certo tempo para que possam ser absorvidas e efetivamente aplicadas na indústria, porém sempre resultam em alguma melhora ou beneficiamento do processo industrial e conseqüentemente de seu produto final. Fuller ressalta ainda que os progressos não conseguem alterar o passado, mas somente o presente e o futuro. (FULLER, 1967)

Juntamente com um grupo de pesquisa da *Southern Illinois University* nos Estados Unidos, Fuller publicou uma proposta designada “Década Mundial da Ciência do Design 1965-1975” (*World Design Science Decade 1965-1975*) à União Internacional de Arquitetos (UIA) no VII Congresso Mundial de Arquitetos (*VII World Congress of Architects*), realizado em Londres no ano de 1961. Esse documento propunha que as universidades de arquitetura de todo o mundo investissem "os próximos dez anos em um problema constante de como fazer o total

de recursos mundiais servir a 100% da humanidade por meio de um projeto competente." (MCHALE, 1962).

Apesar de ser um problema muito amplo e aparentemente difícil de ser solucionado, esse programa se baseava na resolução por meio de etapas. Dessa forma, a realidade, ainda obscura na época, seria detalhada e analisada, para posteriormente serem criadas propostas para o problema, "O emprego da ciência só requer disciplina dentro da arte da simplificação - à qual se chega por meio da separação dos fatores constituintes do problema, para observá-los um por um, e daí deduzir e classificar os princípios fundamentais envolvidos." (FULLER, 1963a).

Foi desenvolvido um programa dividido em cinco fases, sendo que cada uma delas duraria dois anos, totalizando assim, dez anos. Na primeira fase seriam definidos os problemas mundiais por meio da elaboração de um inventário com as necessidades humanas. Essa etapa seria realizada pelos estudantes de Arquitetura juntamente com a população local de cada região em que se situava a universidade, de forma a obter no final uma realidade que abrangesse todos os continentes (FULLER, 1963b). Fuller (1965a) defendia um estudo mundial, pois a conformação moderna de uma rede globalizada de indústrias requer uma completa integração entre as nações, já que nenhuma delas consegue ser completamente autossuficiente.

A segunda fase seria destinada ao levantamento dos recursos energéticos disponíveis em todo o mundo e à análise da circulação desses recursos, ou seja a exportação e importação das matérias primas. Nessa etapa seria proposto um projeto para a utilização mais eficiente dos materiais extraídos, bem como a possibilidade de reutilização dos mesmos. Como tarefa para a terceira fase foi definida a análise da evolução das ferramentas utilizadas na indústria e sua integração ao processo de produção. Na quarta fase seria investigada a rede mundial das indústrias de serviço, como a comunicação e transporte, e suas interligações entre cidades e países. A quinta e última fase seria destinada à análise da evolução dos produtos finais da indústria, bem como os serviços prestados por ela (FULLER, 1963b).

Para elaborar esses estudos, Fuller (1965b) propôs a criação de uma Universidade Mundial. Essa nova instituição seria na realidade a junção de todas as universidades participantes do programa. Inicialmente cada uma delas criaria grupos de pesquisa destinados a investigar as etapas definidas pela proposta. Posteriormente, esses pequenos grupos se reuniriam e intercalariam suas pesquisas, de forma a obter um estudo que representasse a realidade mundial.

Com o intuito de inserir esse programa nas universidades foi proposta a introdução das temáticas de cada fase na matriz curricular dos cursos de Arquitetura. Seriam criadas disciplinas que combinassem as áreas de *Design* Industrial, Engenharia e Arquitetura, e promovessem o desenvolvimento de estratégias para o aprimoramento dos processos industriais destinados ao atendimento das necessidades humanas. Dessa forma, o aluno realizaria pesquisas, podendo empreender e testar invenções, unindo assim, a ciência e a indústria (FULLER, 1967).

De acordo com Fuller (1963c), os problemas da falta de qualidade de vida adequada de todo o mundo não seria resolvido apenas por estratégias políticas ou por iniciativa privada, mas sim por ambos os setores e por meio da ação das universidades de arquitetura. Para fazer com que os recursos mundiais disponíveis servissem a 100% da humanidade, seria necessária uma evolução do *design* audaciosamente acelerada, a qual aumentaria o desempenho global dos recursos investidos. E isso seria uma tarefa de inovação tecnológica que seria idealizada pelos arquitetos, inventores e cientistas de todo o mundo, por meio das universidades, pois,

o arquiteto pode trabalhar apenas quando financiado por um cliente e não há cliente aparente para designar o arquiteto a resolver este problema mundial, isso só pode ser resolvido pelos arquitetos de todo o mundo que tomarem a iniciativa, assim como os médicos cientistas [...] em vez de deixar o avanço evolutivo para reformas políticas responsáveis por acelerar a frequência das crises no mundo. (FULLER, 1963c).

## **2.5. Industrialização na construção residencial**

No setor residencial o uso de sistemas construtivos industrializados é menos recorrente, seja por motivos econômicos ou culturais. No entanto, pôde ser observado ao longo dos anos o aumento do interesse nesse tipo de construção para habitações e a modificação na visão negativa que a pré-fabricação trazia às pessoas. Os sistemas construtivos industrializados passaram a trazer uma imagem de modernidade e tecnologia visto que “de repente, a pré-fabricação passou de feia, quadrada, ou na melhor das hipóteses, entediante, para elegante, inteligente e bonita.” (HERBERS, 2003).

Outra modificação no uso de construção industrializada em edificações residenciais foi a inserção da flexibilização nos projetos de arquitetura. Brandão e Heineck (2007) definem os três estágios da atividade produtiva. Inicialmente a base de todo produto era o trabalho

artesanal e específico para cada caso. Com a Revolução Industrial inicia-se a produção em série, onde existia a padronização dos produtos com a finalidade de aumentar e agilizar cada vez mais o processo produtivo. O último estágio segue uma tendência oposta, ou seja, a busca pela personalização dos produtos industrializados visando satisfazer os desejos da individualidade.

Em relação às técnicas construtivas estruturadas em aço utilizadas nas edificações residenciais, podem ser definidos dois tipos de sistemas: convencional e pré-fabricado. O primeiro é composto basicamente por pilares e vigas metálicas estruturais, além dos contraventamentos. Esse sistema permite a criação de grandes vão com estruturas de dimensões pequenas, que são compostas de perfis metálicos. Para os fechamentos e a cobertura podem ser utilizados diversos materiais, sendo necessário a possibilidade de serem compatíveis com o processo construtivo e com a estrutura metálica (CASTRO, 2005b). Os perfis podem ter seções com formatos variados e podem ser produzidos de quatro maneiras: laminados, quando são obtidos diretamente por laminação a quente; formados a frio, quando resultam da conformação a frio de chapas ou tiras de bobinas com pequenas espessuras; soldados, quando são obtidos por meio de corte, composição e soldagem de chapas planas laminadas; e tubulares, podendo ser produzidos por meio de calandragem de chapas planas com soldagem ou por extrusão (GUARNIER, 2009).

A outra técnica construtiva em aço é o sistema de pré-fabricação. Esse tipo de construção se caracteriza pelo fornecimento de componentes pela indústria que são utilizados em um projeto e montado diretamente na obra. Existem vários tipos de sistemas pré-fabricados, como é o caso do LSF, citado anteriormente; do contêiner, que são aproveitados e adaptados ao uso como estruturas de residências; das paredes de aço autoportantes, que consiste na disposição de painéis em chapas metálicas galvanizadas formadas a frio e revestidas com gesso acartonado, placas cimentícias ou OSB; e dos *kit's* metálicos, que são desenvolvidos pela indústria e visam o mercado de residências unifamiliares de baixa renda. Nesse último caso, a empresa fornece todos os componentes estruturais da edificação e um manual para a montagem pelo próprio comprador ou por um sistema de mutirão (CASTRO, 2005b).

As duas técnicas em aço citadas, ou seja, sistema convencional e pré-fabricado, podem ser consideradas construções industrializadas, pois os elementos estruturais são fabricados na indústria e chegam à obra prontos para a montagem. Com isso o tempo de execução da obra se torna mais reduzido do que em um sistema convencional de alvenaria e concreto armado.

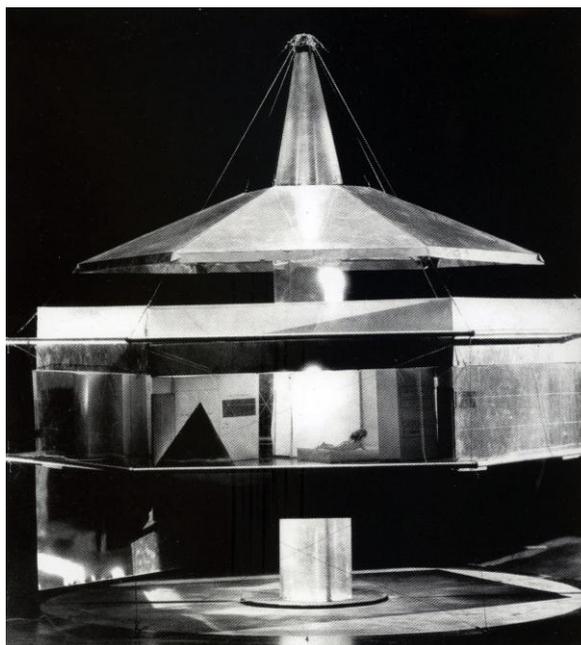
Com o intuito de analisar o que já foi feito nesse setor, são apresentados alguns exemplos de projetos habitacionais que utilizaram sistemas construtivos industrializados. Foram selecionadas cinco residências projetadas com diferentes processos construtivos. Os projetos foram escolhidos pela sua importância histórica ou pela característica de inovação. São dois projetos do século XX, sendo um da década de 1920, a *Dymaxion House*; e outro da década de 1950, a *La Maison Tropicale*. Os demais projetos são contemporâneos, sendo dois deles do ano de 2009, a *The Villa* e a *Casa Contêiner*; e o último, do ano de 2007, é o único exemplo brasileiro, chamado Refúgio São Chico.

### **2.5.1. *Dymaxion House* (Arq. Buckminster Fuller)**

Buscando sempre a aproximação da produção industrial à construção de habitações, o arquiteto estadunidense Buckminster Fuller foi um grande incentivador do desenvolvimento da construção industrializada. O arquiteto relatou que “deveria descobrir os princípios da indústria e deveria fazer um projeto científico de sua aplicação, numa indústria nova de produção em massa de habitações.” (FULLER, 1963a). O projeto de 1927, intitulado como *Dymaxion House* (Figura 2.8), foi uma versão para uma habitação pré-fabricada com dois quartos, dois banheiros, sala de estar, escritório e área de serviços, além de espaço para garagem e área descoberta na cobertura. O nome vem da junção das iniciais de três palavras: *dynamism*, *maximum* e *ions*, que juntas significam “máximo ganho de vantagem com o menor gasto de energia” (MCHALE, 1962). O sistema construtivo era metálico e a volumetria do projeto baseava-se na suspensão das lajes por meio de cabos fixados em um mastro central. Sua estrutura foi projetada para que fosse segura em situações de terremotos e que não necessitasse de nenhuma manutenção posterior, ou seja, não era preciso trocar a cobertura nem realizar pinturas periódicas nas paredes (DYNAMAXION..., 2012).

Além da questão da pré-fabricação, Fuller pretendia desenvolver com esse projeto uma nova característica para as habitações, que é a automação. De acordo com ele,

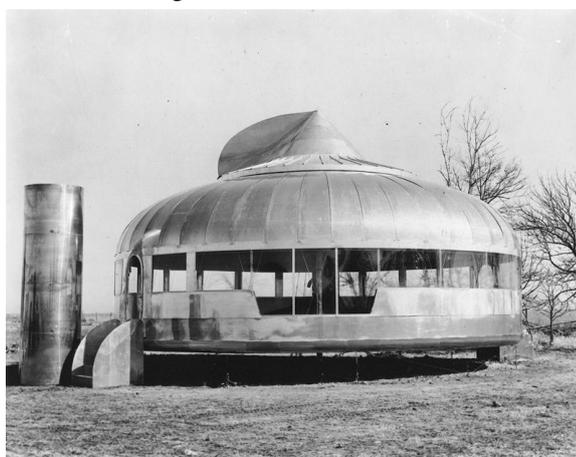
A tecnologia pode ajudá-lo [o homem] a ganhar grande superioridade, em relação às necessidades rotineiras. Assim, poder-se-ia dar ao homem um grande aumento do seu tempo – que é o que ele tem indiscutivelmente de ‘seu’ – e conseqüentemente um certo poder sobre a sua vida. A tecnologia, poderia dar ao homem melhores meios de articular as suas necessidades espontâneas de conhecimento ou expressão na sua casa. (FULLER, 1963a).

Figura 2.8 - Maquete da *Dymaxion House*

Fonte: MCHALE, 1962.

Um sistema de lavanderia e lava-louças previa além da limpeza das peças, o armazenamento automático nos devidos armários. Outras facilidades seriam a aspiração de pó e limpeza dos ambientes por meio de um sistema de ar comprimido e vácuo e a automatização dos equipamentos elétricos e de iluminação. Tudo isso era considerado impossível de se realizar na época em que esse projeto foi proposto, o que mostra a visão muito além de seu tempo do arquiteto Buckminster Fuller. A principal finalidade da *Dymaxion House* era o desenvolvimento de um protótipo para a criação de uma indústria voltada para a produção de habitações que pudesse se instalar em qualquer lugar do mundo. Para isso ele tinha como base a indústria automobilística, aeronáutica e da construção naval (MCHALE, 1962).

Somente no ano de 1947 Fuller construiu um protótipo de uma variação da *Dymaxion House*, que ficou conhecida como *Wichita House* (Figura 2.9) em referência à cidade em que foi construída nos Estados Unidos. A empresa responsável pela construção da residência estimou a possibilidade de produzir 20.000 unidades a um valor de \$1.800,00. Após esse anúncio, cerca de 36.000 pedidos foram feitos à construtora. Apesar disso, nenhuma habitação foi executada além do protótipo. Isso se deve a alguns fatores referentes ao processo de produção, como a falta de capacidade dos construtores de coordenar a execução de muitas habitações em um único dia, a inadequação do projeto às normas construtivas vigentes e a recusa das empresas de instalação elétrica e hidráulica em modificar sua forma de produzir as peças (TAYLOR; LEVITT, 2004).

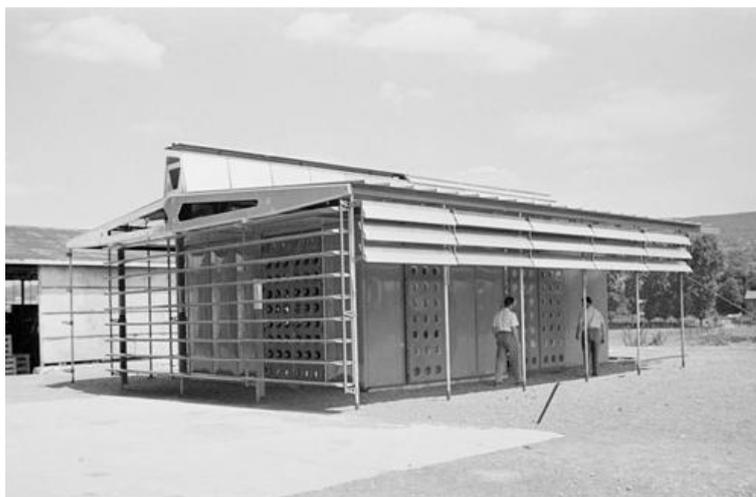
Figura 2.9 - *Wichita House*

Fonte: MCHALE, 1962.

### **2.5.2. *La Maison Tropicale* (Arq. Jean Prouvé)**

Concebida para resolver o problema de escassez de moradias e de edifícios públicos nas colônias francesas do oeste da África, o arquiteto francês Jean Prouvé produziu três protótipos de residências pré-fabricadas entre os anos de 1949 e 1951 (Figura 2.10). O governo francês construiu duas edificações no Congo e uma em Niger. Tendo como influência a produção de aeronaves, seu trabalho baseou-se na pré-fabricação de componentes com economia de recursos e redução de formas (THE HOUSE..., 2008). A proposta do arquiteto

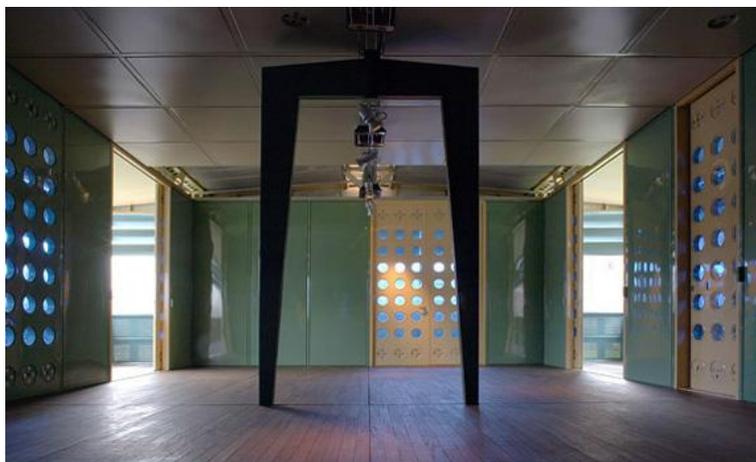
tinha como objetivo imediato produzir uma nova técnica de construção que se utilizasse exclusivamente de recursos industriais, [...] ‘uma técnica a seco’, isto é, um método de construção em que a montagem no canteiro fosse inteiramente isenta de acertos ou ligações à base de concreto e argamassa fundidos no local, e no qual a tolerância de fabricação tivesse a mesma precisão das indústrias mecânicas. (BRUNA, 1976).

Figura 2.10 - *La Maison Tropicale* em Niger

Fonte: MORPHOLOGY..., 2012.

*La Maison Tropicale*, como ficaram conhecidas essas habitações, é o produto de vinte anos de estudos e experimentações de Prouvé na pré-fabricação e produção industrial de edifícios. O sistema construtivo é formado por pórticos estruturais de placas de aço dobradas e painéis de alumínio fixos ou móveis funcionando como os fechamentos. Pequenas aberturas circulares com vidros azuis permitem a entrada de luz ao mesmo tempo em que protegem contra os raios solares (Figura 2.11). Além disso, a estrutura dupla da cobertura possibilita a ventilação natural dos ambientes (THE HOUSE..., 2008).

Para que esse tipo de sistema construtivo funcionasse foi essencial o trabalho de criação dos componentes que iriam ser posteriormente montados no canteiro de obras. As peças eram planas e leves, o que possibilitou o transporte, por meio de aviões de carga, e a montagem, que poderia ser realizada com apenas dois operários (THE HOUSE..., 2008).

Figura 2.11 - Interior de *La Maison Tropicale*

Fonte: THE HOUSE..., 2008.

Os modelos de habitação desenvolvidos por Prouvé nunca tiveram a destinação desejada, que era a produção em massa. Apenas três residências foram construídas devido ao elevado custo dos materiais e do transporte desde a França até as colônias na África. Além disso, houve rejeição por parte dos oficiais das colônias francesas, que seriam os moradores dessas habitações, por considerarem o projeto muito incomum (HUPPATZ, 2010).

As residências erguidas no Congo ficaram no local até o ano de 2000 em um estado de degradação. Após esse período, um negociante de antiguidades se interessou pela edificação e realizou a desmontagem e transporte das peças até a França, onde foram restauradas. No ano de 2008 uma das residências foi remontada em Londres (Figura 2.12) para uma exposição em homenagem ao arquiteto criador (THE HOUSE..., 2008). Existe uma réplica dessa residência no Instituto de Arte Contemporânea e Jardim Botânico Inhotim (Figura 2.13) na cidade de Brumadinho-MG. Essa peça foi produzida originalmente para a 27ª Bienal de São Paulo no ano de 2006 pelo artista argentino Rirkrit Tiravanija (PALM..., 2012).

Figura 2.12 - Exposição de *La Maison Tropicale* em Londres



Fonte: THE HOUSE..., 2008.

Figura 2.13 - Réplica de *La Maison Tropicale* no Inhotim



Fonte: Arquivo pessoal, 2011.

### 2.5.3. *The Villa* (Arq. Daniel Libeskind)

Com um projeto arrojado e incomum para o campo da pré-fabricação, o arquiteto polonês Daniel Libeskind criou uma série limitada de 30 residências (Figura 2.14 e 2.15) que podem ser compradas e construídas em qualquer lugar do mundo. São edificações de dois pavimentos com aproximadamente 500m<sup>2</sup> e compostas por quatro quartos e quatro banheiros (THE VILLA..., 2009). O projeto foi disponibilizado em 2009 e a empresa responsável pela sua comercialização construiu um protótipo na Alemanha. Cada edificação terá um custo de 2 a

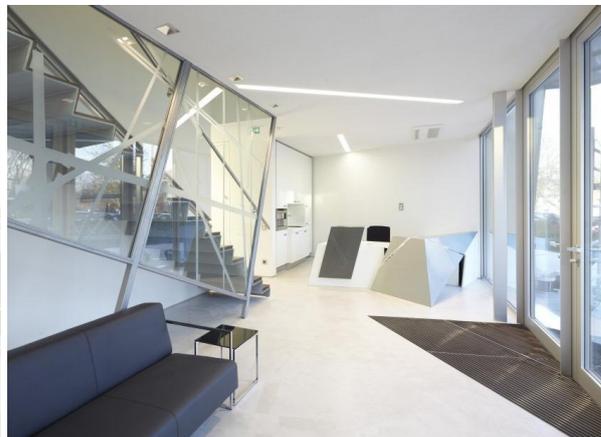
4,2 milhões de dólares, dependendo do local de destino e incluindo o transporte e a montagem (BRASS, 2009).

Figura 2.14 - Residência *The Villa*



Fonte: THE VILLA..., 2009.

Figura 2.15 - Interior da residência *The Villa*



Fonte: THE VILLA..., 2009.

Utilizando como sistema construtivo o *Woodframe* (Figura 2.16), a edificação possui revestimentos externos em placas de alumínio e zinco que atuam para garantir o conforto térmico e acústico, bem como a proteção contra intempéries. Além dessas características, a residência apresenta baixo consumo energético, pois é prevista a instalação de células fotovoltaicas para geração de energia elétrica e aproveitamento de água da chuva por meio de captação na cobertura (CILENTO, 2009).

Figura 2.16 - Construção da residência *The Villa*



Fonte: CILENTO, 2009.

Apesar de não ser um projeto destinado à produção em massa e nem de se caracterizar pelo baixo custo, esse exemplo serve para mostrar novas possibilidades para a pré-fabricação. Libeskind conseguiu manter a liberdade de formas e de criação ao projetar essa série de residências utilizando um sistema construtivo industrializado. Segundo Jill Herbers, que já

publicou um livro sobre construções pré-fabricadas modernas, “talvez uma das coisas que ele [o projeto] irá fazer é modificar a ideia da construção pré-fabricada ou melhorar a ideia do que a pré-fabricação é.” (BRASS, 2009).

#### 2.5.4. Casa Contêiner (Arq. Sebastián Irarrázaval)

Construída na cidade de Chicureo no Chile, a Casa Contêiner (Figura 2.17 e 2.18) funciona como uma residência de hóspedes. Com 93m<sup>2</sup> a edificação foi projetada pelo arquiteto Sebastián Irarrázaval em 2009. A junção de quatro contêineres definiu a volumetria da residência e, quando chegaram ao terreno, as estruturas foram conectados entre si e às instalações de luz e água. Dessa forma, a obra levou quatro meses para ficar pronta e já estava 90% concluída no momento em que os contêineres chegaram ao local definitivo. Além do tempo reduzido de construção, esse tipo de edificação possui como vantagens a possibilidade de mover a obra para outros lugares, a facilidade de instalação em locais de difícil acesso e a economia de recursos naturais, gerando assim uma redução na produção de entulho. De acordo com o arquiteto, a edificação teve um custo 30% menor do que se fosse realizada utilizando sistemas convencionais, tendo um orçamento de US\$1.000,00/m<sup>2</sup>.

Para adaptar a estrutura aos níveis de conforto térmico e acústico de uma residência foi necessário realizar algumas modificações. As fachadas são ventiladas e possuem isolamento de poliuretano expandido e termopainéis. Instalou-se no interior da casa um teto acústico com a finalidade de absorver o eco que os ambientes com formato retangular podem gerar. Além disso, o arquiteto projetou espaços e aberturas que permitem a ventilação cruzada, o que cria correntes de ar frias durante o verão (Figura 2.19) (SOBRAL, 2011).

Figura 2.17 - Casa Contêiner, vista frontal



Fonte: SOBRAL, 2011.

Figura 2.18 - Casa Contêiner, vista lateral



Fonte: SOBRAL, 2011.

Figura 2.19 - Interior da Casa Contêiner



Fonte: SOBRAL, 2011.

### 2.5.5. Refúgio São Chico (Arq. Studio Paralelo)

Projetado pelo escritório brasileiro Studio Paralelo e construído no ano de 2007, o Refúgio São Chico (Figura 2.20) funciona como abrigo para fins de semana na região serrana do Rio Grande do Sul, a 100km de Porto Alegre-RS. Com 82m<sup>2</sup> construídos, a residência situa-se no centro de um lote localizado em um condomínio em meio à mata atlântica. Construído utilizando o sistema LSF (Figura 2.21), a edificação levou apenas dois meses para ficar pronta.

Desenvolvida em estrutura leve e suspensa do solo, a casa é formada por dois volumes retangulares de diferentes texturas que se interceptam, gerando um espaço de distribuição definidor de duas alas ao mesmo tempo em que propõem a transição do meio natural versus artificial, apostando no diálogo por contraste (REFÚGIO..., 2007).

Figura 2.20 - Refúgio São Chico



Fonte: SAYEGH, 2008.

Figura 2.21 - Refúgio São Chico em construção



Fonte: SAYEGH, 2008.

Inicialmente realizaram-se as fundações de forma que a construção ficasse afastada do solo e impedindo assim, o contato com a umidade. Para apoiar a estrutura, que foi toda pré-fabricada, executou-se uma laje em concreto armado, sendo essa a etapa mais demorada de toda a obra. Os painéis que compõem a estrutura são em perfis de aço galvanizado e placas de madeira OSB e foram pré-fabricados em módulos de 1,20m x 1,20m, dando agilidade à construção e permitindo maior controle do processo construtivo. Durante duas semanas uma equipe fabricou as estruturas em um galpão na cidade de Porto Alegre-RS, sendo possível assim, a supervisão diária da equipe técnica.

Na terceira semana, instalaram-se os painéis pré-fabricados sobre a laje em concreto armado, por meio de pinos fixados a pólvora, sendo que a união entre os painéis foi feita por meio de parafusos autobrocantes. Durante a semana seguinte, iniciou-se a montagem das vigas de bordo e das treliças da cobertura, além da finalização da colocação das placas OSB.

Após o término da montagem da volumetria da residência instalou-se uma membrana impermeabilizante nos painéis, que permite a passagem de vapores de dentro para fora e impede a entrada de umidade do exterior na edificação. Posteriormente, executou-se o revestimento externo, que em um dos volumes é composto por lambris de pinus e no outro por telha ondulada (Figura 2.22). Para a cobertura, optou-se por utilizar telhas metálicas trapezoidais com miolo em poliestireno expandido.

Durante a oitava e última semana, instalaram-se as esquadrias e executou-se a montagem da estrutura metálica de sustentação do *deck* com piso em madeira (Figura 2.23). Ao final da montagem das estruturas externas e instalações, realizou-se a finalização das paredes internas, com a aplicação de lã de rocha e placas de gesso acartonado (SAYEGH, 2008).

Figura 2.22 - Instalação do revestimento externo



Fonte: CASA..., 2012.

Figura 2.23 - Instalação da estrutura metálica para o deck com piso em madeira



Fonte: CECÍLIA, 2012.

## 2.6. Cenário Atual

Para entender a situação atual do Brasil em relação à industrialização da construção civil foi analisado o mercado na América Latina, a partir de informações de instituições representantes do setor. Além disso, foram destacadas três notícias e acontecimentos que podem indicar uma abertura no mercado para os sistemas construtivos industrializados.

Em relação à indústria da construção civil, não existem estatísticas específicas que indiquem quantitativamente cada tipo de estrutura utilizada, como o concreto armado e o aço. Apesar disso, o CBCA, desenvolveu uma metodologia para estimar o consumo e a participação da construção em aço no mercado brasileiro a partir das informações de consumo aparente de aços planos e longos na construção civil. Essa metodologia não indica o valor real, mas permite identificar os resultados relativos da participação desse tipo de estrutura no mercado da construção.

Com base nas estatísticas de 2011 do CBCA (CONSTRUÇÃO..., 2011), o consumo aparente de produtos siderúrgicos, que significa o total das vendas internas das usinas siderúrgicas somado às importações de distribuidores e consumidores finais, apresentou valor inferior ao esperado. Houve redução de 4,1% em relação ao ano de 2010, o que representou um consumo de 25 milhões de toneladas. No entanto, no ano de 2010 o valor total representou um recorde em relação aos demais anos. O consumo *per capita* também foi menor do que no ano anterior, resultando em 130 quilos de produtos siderúrgicos por habitante. De acordo com o CBCA, em

2011 os países da América Latina viveram um período de aumento da desindustrialização, que é consequência do aumento das importações diretas e indiretas de aço.

Apesar da queda no consumo de produtos de aço, o setor da construção civil foi o único que apresentou expansão. Registrou-se aumento de 7,3% em relação a 2010, o que representou uma ampliação da participação no consumo aparente total de 31,6% em 2010 para 35,4% em 2011, considerando tanto o aço plano quanto o longo. No caso do consumo de aço para estruturas metálicas, observou-se crescimento de 9,4% em relação ao ano de 2010. Além disso, o CBCA, por meio das estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na Pesquisa Industrial Anual do ano de 2010, indica que houve crescimento de 12% ao ano em relação a 2002, em construções pré-fabricadas, estruturas, pontes e torres (CONSTRUÇÃO..., 2011). Isso reforça a ideia de que esse setor da construção civil está crescendo e possui maiores demandas no país. Entretanto, a quantidade de edificações estruturadas em aço no Brasil ainda é pouco expressiva se comparada aos demais países. No Brasil apenas 17% das edificações são realizadas em aço, enquanto que nos Estados Unidos esse número sobe para 50% e no Reino Unido para 70%, valores que representam todos os tipos de edificações, inclusive a residencial (CONSTRUÇÃO..., 2010).

Em dezembro de 2012 o CBCA, juntamente com a Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCCEM), publicou os resultados de uma pesquisa sobre o perfil dos fabricantes de estruturas metálicas no Brasil. Essa pesquisa, que teve como referência o ano de 2011, buscou analisar as áreas de atuação dos fabricantes, bem como a produção anual e a capacidade instalada de cada um deles. No total foram investigadas 204 empresas distribuídas em todo território nacional (CBCA; ABCCEM, 2012).

Apesar das empresas estarem espalhadas por todas as regiões do país, existe uma concentração maior na região sudeste, com destaque para o estado de São Paulo, que sozinho possui 41,7% de todas as indústrias. Na região sudeste estão situadas 70% dos fabricantes pesquisados (Tabela 2.1 e Gráfico 2.1).

Em relação à produção de estruturas em aço, 181 empresas disponibilizaram os dados para essa pesquisa. Durante o ano de 2011 houve uma produção de 1,245 milhão de toneladas em estruturas metálicas, sendo que a capacidade total das empresas é de 1,654 milhão de toneladas. Isso indica que no ano de 2011 as indústrias trabalharam com 82% da sua capacidade produtiva, ou seja, ainda existe a possibilidade de aumentar a produção. Essa produção anual foi classificada em faixas de quantidade. Cerca de 75% das empresas tiveram

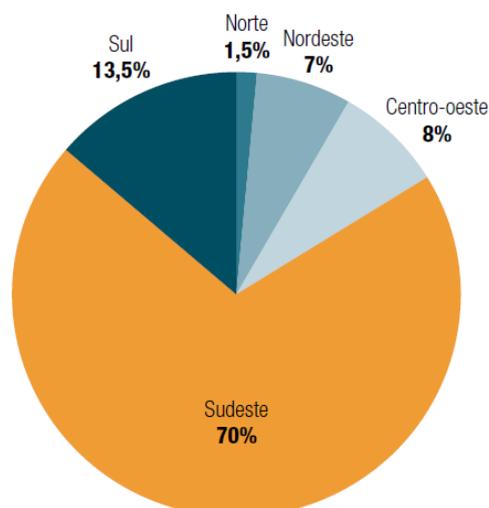
produção anual entre 500 e 5.000 toneladas, com destaque para a faixa de 1.001 a 5.000 toneladas, que representou 34% delas (Gráfico 2.2).

Tabela 2.1 - Estado de origem das empresas pesquisadas

ESTADO	INDÚSTRIAS	%
<b>Norte</b>	<b>3</b>	<b>1,5%</b>
Amazonas	1	0,5%
Pará	1	0,5%
Rondônia	1	0,5%
<b>Nordeste</b>	<b>14</b>	<b>6,9%</b>
Bahia	4	2,0%
Ceará	4	2,0%
Paraíba	3	1,5%
Pernambuco	2	1,0%
Maranhão	1	0,5%
<b>Centro-Oeste</b>	<b>16</b>	<b>7,8%</b>
Goiás	9	4,4%
Distrito Federal	3	1,5%
Mato Grosso do Sul	2	1,0%
Mato Grosso	2	1,0%
<b>Sudeste</b>	<b>143</b>	<b>70,1%</b>
Espírito Santo	10	4,9%
Minas Gerais	28	13,7%
Rio de Janeiro	20	9,8%
São Paulo	85	41,7%
<b>Sul</b>	<b>28</b>	<b>13,7%</b>
Paraná	5	2,5%
Rio Grande do Sul	19	9,3%
Santa Catarina	4	2,0%
<b>TOTAL</b>	<b>204</b>	<b>100%</b>

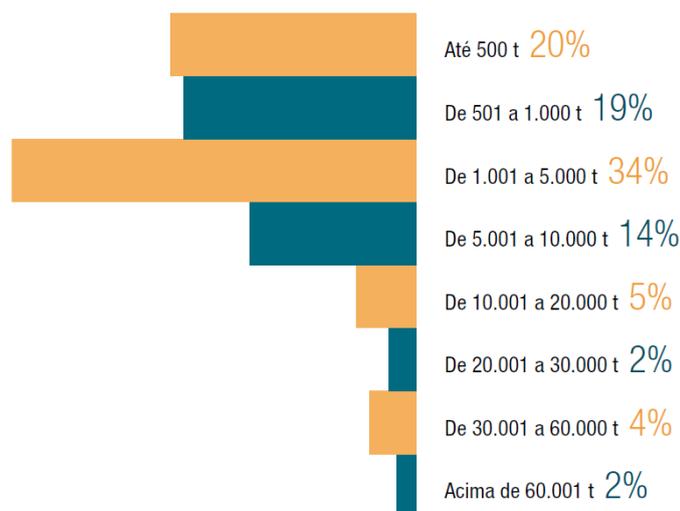
Fonte: CBCA; ABCEM, 2012.

Gráfico 2.1 - Concentração dos fabricantes por região do país



Fonte: CBCA; ABCEM, 2012.

Gráfico 2.2 - Produção de estruturas em aço em 2011



Fonte: CBCA; ABCEM, 2012.

Outro fator analisado nessa pesquisa foi a área de atuação das empresas, que levou em conta quais os tipos de produto e o percentual de cada um deles em relação à produção anual. Observou-se que a principal destinação final das estruturas metálicas foram as estruturas de grande porte, construções industriais e obras especiais, que representaram 78% do total. Dentro do termo estruturas de grande porte estão compreendidos os perfis para construção de *shopping centers*, centros de distribuição, edifícios altos, grandes galpões e torres de transmissão. Constatou-se também que 16,2% da produção no ano de 2011 foi destinada a execução de estruturas médias, como casas, lojas, pequenos edifícios, galpões e passarelas (Tabela 2.2).

Quando se compara o Brasil com os demais países da América Latina, ele aparece como o maior produtor de aço cru e o 9º no *ranking* mundial, de acordo com as estatísticas de 2012 da *Asociación Latinoamericana del Acero* (ALACERO). Já o México, que é o segundo maior produtor latino-americano, está na 13ª posição nesse mesmo *ranking*.

Com relação à produção de aço plano, o Brasil aparece em primeiro lugar na América Latina com um valor de 15,451 milhões de toneladas em 2012, frente aos 7,961 milhões de toneladas do México. No entanto, quando se projeta o consumo *per capita*, os valores brasileiros caem. São consumidos 130 kg no Brasil, 172 kg no Chile e 171 kg no México (Tabela 2.3 e 2.4). Esses números mostram a grande expressividade da indústria siderúrgica brasileira em comparação aos demais países mais próximos e indicam que o país produz muito, mas consome pouco aço (ALACERO, 2012).

Tabela 2.2 - Área de atuação e volume de produção dos fabricantes de estruturas metálicas no Brasil em 2011

Área de atuação	Volume de produção (toneladas)	Volume de produção (%)
Estruturas de grande porte (Shopping centers, centros de distribuição, edifícios altos, grandes galpões, torres de transmissão, etc.)	516.420	41,4
Construções industriais pesadas e obras especiais (Siderurgia, mineração, óleo e gás, álcool e açúcar, pontes, etc.)	460.756	37,0
Estruturas médias (Casas, lojas, pequenos edifícios, galpões, passarelas, etc.)	202.401	16,2
Pequenas estruturas (Escadas, abrigos, telhados, marquises, miscelânea, etc.)	58.582	4,7
Outros	7.800	0,6
<b>Total</b>	<b>1.245.959t</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de CBCA; ABCEM, 2012.

Tabela 2.3 - Produção de Aço Plano na América Latina (mil toneladas)

País / Country	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Var. % 2012 /2011
Argentina	2.282	2.438	2.530	2.621	2.396	1.879	2.455	2.742	2.513	-8%
Brasil / Brazil	14.347	14.136	14.403	15.691	14.332	11.828	15.163	14.265	15.451	8%
Chile	506	457	534	551	479	433	272	438	495	13%
Colômbia	398	385	471	428	412	399	436	429	427	0%
México / Mexico	7.715	8.287	8.992	8.823	8.219	6.097	7.490	7.514	7.961	6%
Perú / Peru	50	38	49	56	59	11	13	31	21	-32%
Venezuela	2.174	2.207	2.280	2.302	2.252	1.655	1.086	1.438	921	-36%
<b>América Latina / Latin America</b>	<b>27.472</b>	<b>27.947</b>	<b>29.259</b>	<b>30.472</b>	<b>28.149</b>	<b>22.302</b>	<b>26.915</b>	<b>26.857</b>	<b>27.789</b>	<b>3%</b>

Nota: 2012 estimado com base nos primeiros sete meses.

Fonte: ALACERO, 2012.

Tabela 2.4 - Consumo aparente de Produtos Laminados per capita (Kg) na América Latina

País / Country	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Var. % 2012/ 2011
Argentina	117	120	79	113	130	112	-13%
Brasil / Brazil	116	125	96	134	127	130	2%
Chile	139	162	100	139	147	172	17%
Colômbia	62	57	49	60	69	70	2%
México / Mexico	1	67	160	135	156	171	6%
Perú / Peru	54	75	54	82	81	90	10%
Venezuela	132	121	94	78	88	103	17%
<b>América Latina / Latin America</b>	<b>119,6</b>	<b>123,2</b>	<b>96,4</b>	<b>123,4</b>	<b>124,9</b>	<b>129,6</b>	<b>4%</b>

Nota: 2012 são projeções realizadas em agosto de 2011.

Fonte: ALACERO, 2012.

Quanto ao Chile, os números indicam que, apesar da pequena produção de aço, seu consumo aparente *per capita* é o maior de toda a América Latina. Por situar-se em uma região com grande ocorrência de abalos sísmicos, existe a necessidade das estruturas serem adequadas e seguras para esse tipo de fenômeno, característica importante da estrutura metálica. Esses eventos, quando provocam estragos, levam a uma grande demanda por habitações e infraestrutura urbana em um curto período de tempo. Somente no último grande terremoto e tsunami ocorrido em 2010 a demanda de moradias aumentou de 300 mil para 529 mil (DUFFAU, 2010).

Além disso, os programas sociais de habitação do governo chileno têm um histórico de utilizar e difundir os sistemas construtivos industrializados. Na década de 1950 foi desenvolvido um sistema que utilizava componentes pré-fabricados de concreto armado denominado CEDESCO (ROSA; ESTEVES, 2006) e atualmente o *Ministerio de Vivienda y Urbanismo* possui um banco de dados com projetos-tipo de habitação que utilizam sistemas tradicionais ou industrializados (MI..., 2012).

No caso da realidade brasileira, alguns órgãos públicos passaram a utilizar sistemas construtivos industrializados nos seus projetos. Foram destacadas três notícias que indicam uma abertura do mercado da construção civil para a inserção desse tipo de sistema no cenário nacional.

As duas primeiras notícias se referem à CEF. A primeira delas trata da construção de uma série de novas agências bancárias utilizando exclusivamente o sistema LSF. Em maio de 2011 a CEF inaugurou o primeiro estabelecimento em Brasília-DF, na cidade satélite de Paranoá (Figura 2.24). Com área útil de 700m<sup>2</sup>, a obra levou 60 dias para ser finalizada (LIMA, 2011). O vice-presidente de logística do banco justificou a escolha desse sistema pela rapidez na construção, alta qualidade do produto final e baixo índice de perdas (CAIXA..., 2012).

No mês de janeiro de 2012 a CEF realizou uma Consulta Pública acerca do Termo de Referência para definir o futuro edital que trata da execução de um "Projeto de Unidade Modular Pré-fabricada". Com isso, o banco pretende contratar uma empresa especializada em engenharia e arquitetura para criação e desenvolvimento de um projeto para edificações bancárias construídas industrialmente em estrutura metálica. Esse projeto deverá ser único e constituído por módulos que se complementem de diferentes maneiras, formando diversas possibilidades de *layout* para a instalação em diferentes partes do país. No Termo de Referência o sistema construtivo é definido como uma "construção modular em estrutura

metálica, fazendo uso da técnica construtiva dos elementos pré-fabricados, de fácil transporte" (CEF, 2012).

Figura 2.24 - Primeira Agência da CEF em *Light Steel Framing*.



Fonte: CAIXA..., 2012.

Por fim, a última notícia diz respeito à construção do primeiro conjunto habitacional utilizando LSF (Figura 2.25) no Brasil. Trata-se do primeiro de uma série de condomínios populares da CDHU voltados para moradores idosos de baixa renda. Edificado no ano de 2009, na cidade de Avaré-SP, o conjunto de residências teve como necessidades construtivas a velocidade de execução e limpeza da obra, além do conforto térmico e acústico. Foram edificadas 22 unidades habitacionais somando uma área de 1.160m<sup>2</sup>, sendo que, em apenas três meses de obras as primeiras habitações já puderam ser entregues (VILA..., 2010).

Figura 2.25 - Unidade da Vila Dignidade em Avaré-SP



Fonte: VILA..., 2010.

### **3. ANÁLISE DA INSERÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS INDUSTRIALIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

---

Com o intuito de investigar como é realizada a inserção dos sistemas construtivos industrializados no mercado da construção civil brasileira foram analisados nessa pesquisa diferentes setores que compõem esse mercado. Inicialmente abordou-se o setor de ensino superior dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil, por meio de análise das matrizes curriculares de cada curso. Posteriormente, pessoas leigas no tema, ou seja, possíveis clientes de escritórios de arquitetura, responderam uma série de perguntas sobre o tema da construção por meio de uma entrevista. Por meio desse mesmo método, analisou-se a visão dos profissionais no ramo da arquitetura, de duas empresas ligadas aos sistemas construtivos industrializados e de um Grupo de Pesquisa que investiga questões ligadas à produção do espaço urbano.

### 3.1. Universidade

A principal condição de sobrevivência do homem na Terra é a combinação da capacidade de basear-se nas experiências do passado para lidar com o presente e projetar essas experiências para antecipar e planejar seu futuro (FULLER, 1963c). Portanto, deve ser dada grande importância às pesquisas a fim de planejar as ações do homem no mundo.

A universidade tem papel essencial nesse planejamento, pois é responsável pela formação dos futuros profissionais que atuarão no mercado da construção civil. Para que se possa pensar em ampliar a utilização de sistemas construtivos industrializados no Brasil, deve-se primeiro trabalhar para que esse sistema seja difundido na base de ensino.

De acordo com as "Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo" instituídas pelo Ministério da Educação (MEC) em 2010, as instituições de ensino deverão:

assegurar a formação de profissionais generalistas, capazes de compreender e traduzir as necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação à concepção, à organização e à construção do espaço interior e exterior, abrangendo o urbanismo, a edificação, o paisagismo, bem como a conservação e a valorização do patrimônio construído, a proteção do equilíbrio do ambiente natural e a utilização racional dos recursos disponíveis. (MEC, 2010).

Além disso, as ações pedagógicas do curso de Arquitetura e Urbanismo deverão seguir alguns princípios, entre eles: "o uso da tecnologia em respeito às necessidades sociais, culturais, estéticas e econômicas das comunidades" (MEC, 2010). Em relação aos sistemas construtivos, o MEC prevê que o aluno desse curso possa adquirir dentro da instituição de ensino as seguintes habilidades e competências:

os conhecimentos especializados para o emprego adequado e econômico dos materiais de construção e das técnicas e sistemas construtivos, para a definição de instalações e equipamentos prediais, para a organização de obras e canteiros e para a implantação de infraestrutura urbana; [...] a compreensão dos sistemas estruturais e o domínio da concepção e do projeto estrutural, tendo por fundamento os estudos de resistência dos materiais, estabilidade das construções e fundações. (MEC, 2010).

No caso do curso de Engenharia Civil, o MEC instituiu em 2002 as "Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Engenharia", que abordam todas as modalidades na área da Engenharia. Nesse documento, é descrito o perfil do futuro profissional formado pela instituição como tendo:

formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade. (MEC, 2002).

Além disso, o MEC instituiu que o curso superior em Engenharia deve dotar o futuro profissional de algumas habilidades e competências, dentre elas a de poder "desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas" (MEC, 2002). No entanto, nas diretrizes curriculares de ambos os cursos, o MEC não define regras mais específicas relacionadas à racionalização e industrialização do processo construtivo.

### **3.1.1. Metodologia adotada**

Para avaliar de que maneira o tema da construção industrializada é abordado dentro dos cursos superiores de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil, analisou-se as matrizes curriculares dos cursos em questão de 65 universidades públicas e privadas distribuídas em todas as regiões do país. Foram selecionadas instituições de ensino que tivessem os dois cursos simultaneamente. A análise das matrizes curriculares baseou-se nas ementas e programas das disciplinas disponibilizadas no site das instituições ou por meio de contato por telefone ou e-mail com os colegiados dos cursos. Nesse contato explicitou-se que se tratava de uma pesquisa de mestrado sobre construções industrializadas e que somente seriam publicados os nomes das instituições analisadas, sem indicar qual o resultado de cada uma.

Foram selecionadas, para uma primeira análise, disciplinas que possuíam no título termos como "construção industrial", "construção industrializada", "racionalização" ou "pré-fabricação". Quando esses termos não existiam em nenhuma disciplina, foram selecionadas aquelas que tratam de projeto arquitetônico ou de sistemas construtivos, com termos como "tecnologia da construção", "sistemas estruturais", "projeto", "ateliê", "estruturas metálicas" ou "concreto pré-moldado".

Em uma segunda análise, observou-se a ementa das disciplinas selecionadas com o intuito de avaliar se realmente possuíam em seu programa o assunto da construção industrializada e se ele era passado aos alunos de forma abrangente, ou seja, considerando o processo de fabricação, projeto e construção, ou apenas de maneira específica, ou seja, tratando apenas de

características e cálculos de um material determinado. Para essa pesquisa, somente foram consideradas as disciplinas que abordavam a construção industrializada de forma abrangente.

A partir dos resultados da segunda análise realizou-se uma classificação dessas disciplinas. Elas foram classificadas em dois grupos que indicam a importância do tema da industrialização na disciplina como um todo. As classificações utilizadas foram: disciplinas exclusivas, que são aquelas que abordam exclusivamente o tema da construção industrializada; e disciplinas não exclusivas, que são aquelas que abordam o tema da construção industrializada apenas como um tópico dentro do programa. Cada uma das classificações foi subdividida em disciplina obrigatória ou optativa. A primeira representa as disciplinas que fazem parte da grade curricular obrigatória do curso e a segunda aquelas que não fazem parte da grade curricular obrigatória do curso, ou seja, os alunos podem optar por cursá-la ou não durante sua formação.

### 3.1.2. Resultado da Avaliação das Matrizes Curriculares

No Brasil existem atualmente cadastradas no MEC 277 faculdades de Arquitetura e Urbanismo e 433 faculdades de Engenharia Civil, sendo que 214 universidades possuem os dois cursos simultaneamente (MEC, 2013). No total analisou-se 65 instituições de ensino que possuem os dois cursos, conforme sua importância regional (Quadro 1).

A análise dos resultados está separada para cada curso em questão. Somente os nomes das universidades pesquisadas estão publicados. Dessa forma, os resultados apresentam uma visão geral de como é tratado o tema da industrialização na construção civil no ensino superior, sem a intenção de expor as instituições.

Quadro 3.1 - Universidades analisadas

Região	UF	Instituição	Sigla
Centro-Oeste	DF	Universidade de Brasília	UnB
	GO	Universidade Federal de Goiás	UFG
	MT	Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT
	MT	Universidade do Estado de Mato Grosso	UNEMAT
	MS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS
	MS	Centro Universitário da Grande Dourados	UNIGRAN
Norte	AM	Universidade Federal do Amazonas	UFAM
	PA	Universidade Federal do Pará	UFPA
	PA	Universidade da Amazônia	UNAMA
	RR	Universidade Federal de Roraima	UFRR
	TO	Universidade Federal do Tocantins	UFT

(continua)

Quadro 3.1 - Universidades analisadas

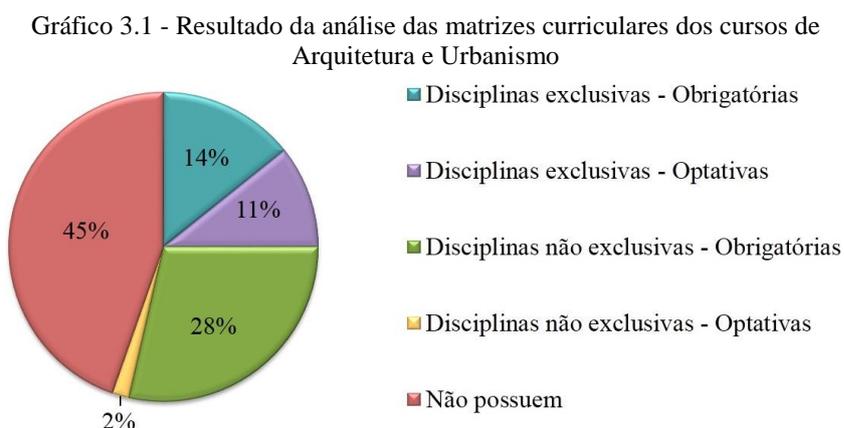
			(conclusão)
Região	UF	Instituição	Sigla
Nordeste	AL	Universidade Federal de Alagoas	UFAL
	BA	Universidade Federal da Bahia	UFBA
	CE	Universidade Federal do Ceará	UFC
	CE	Universidade de Fortaleza	UNIFOR
	MA	Universidade Estadual do Maranhão	UEMA
	PB	Universidade Federal da Paraíba	UFPB
	PE	Universidade Federal de Pernambuco	UFPE
	PI	Universidade Federal do Piauí	UFPI
	RN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN
SE	Universidade Federal de Sergipe	UFS	
Sudeste	ES	Universidade Federal do Espírito Santo	UFES
	ES	Faculdade de Aracruz	FAACZ
	MG	Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG
	MG	Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF
	MG	Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP
	MG	Universidade Federal de São João Del Rei	UFSJ
	MG	Universidade Federal de Viçosa	UFV
	MG	Universidade FUMEC	FUMEC
	MG	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	PUC Minas
	MG	Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix	IMIH
	MG	Centro Universitário do Leste de Minas Gerais	UNILESTEMG
	MG	Centro Universitário de Belo Horizonte	UNI-BH
	MG	Universidade Federal de Uberlândia	UFU
	RJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
	RJ	Universidade Federal Fluminense	UFF
	RJ	Centro Universitário Geraldo Di Biase	UGB
	RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	PUC Rio
	SP	Universidade de São Paulo	USP
	SP	Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP
	SP	Pontifícia Universidade Católica de Campinas	PUC Campinas
	SP	Universidade Anhembi Morumbi	UAM
	SP	Universidade de Marília	UNIMAR
	SP	Universidade de Taubaté	UNITAU
	SP	Universidade do Grande ABC	UNIABC
	SP	Universidade do Oeste Paulista	UNOESTE
	SP	Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	UNESP
	SP	Universidade Paulista	UNIP
SP	Universidade Presbiteriana Mackenzie	Mackenzie	
Sul	PR	Universidade Federal do Paraná	UFPR
	PR	Centro Universitário de Maringá	UNICESUMAR
	PR	Universidade Estadual de Maringá	UEM
	PR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR
	PR	Universidade Tuiuti do Paraná	UTP
	SC	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC
	SC	Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina	UDESC
	SC	Instituto Superior Tupy	IST
	SC	Universidade do Extremo Sul Catarinense	UNESC
	SC	Universidade Regional de Blumenau	FURB
	RS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
	RS	Universidade Federal de Pelotas	UFPEL
	RS	Universidade Federal de Santa Maria	UFSM
	RS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	PUCRS
	RS	Universidade de Caxias do Sul	UCS
	RS	Universidade de Passo Fundo	UPF

### 3.1.2.1. Arquitetura e Urbanismo

Em relação ao curso de Arquitetura e Urbanismo, dentre os 65 pesquisados, 56 universidades puderam ser avaliadas, o que equivale a 86% daquelas analisadas. As outras nove não possuem a matriz curricular ou as ementas das disciplinas disponíveis no site da instituição. Além disso, elas não responderam ao contato ou não atenderam à solicitação das informações para a realização dessa pesquisa.

Dentre as 56 universidades avaliadas, 14 delas possuem disciplinas exclusivas sobre construção industrializada, sendo oito obrigatórias e seis optativas, o que representa 14% e 11% respectivamente. Outras 17 instituições possuem disciplinas não exclusivas, sendo 16 delas obrigatórias e apenas uma optativa, o que equivale a 28% e 2% do total respectivamente. Pode-se perceber ainda que 25 universidades não possuem disciplinas em sua matriz curricular que abordam o tema da industrialização, ou seja, 45% delas (Gráfico 3.1).

No caso das universidades que possuem disciplinas sobre construção industrializada, 65% delas possuem apenas uma disciplina na sua grade curricular, 19% possuem duas disciplinas e 16% possuem mais de duas disciplinas. Dentre os termos que explicam os sistemas industrializados nas ementas se destacaram “não usuais”, “não convencionais” e “alternativos”, indicando esse sistema como secundário nas instituições de ensino de Arquitetura pesquisadas.



### 3.1.2.2. Engenharia Civil

No caso do curso de Engenharia Civil, dentre os 65 pesquisados, 57 universidades puderam ser avaliadas, o que representa 88% daquelas analisadas. As outras oito instituições não

possuem em seu site a matriz curricular ou as ementas das disciplinas do curso e também não responderam ao contato ou não atenderam à solicitação das informações para a realização dessa pesquisa.

Dentre essas 57 universidades, cinco possuem disciplinas exclusivas do tema de construção industrializada, sendo que somente uma é obrigatória e as outras quatro são optativas. Isso representa 2% e 7% respectivamente. Em relação às disciplinas não exclusivas, observou-se que 13 instituições possuem esse tipo de disciplina de forma obrigatória e quatro de forma optativa, o que equivale a 23% e 7% respectivamente. Pode-se constatar ainda que 35 universidades não possuem disciplinas sobre construção industrializada em sua matriz curricular, ou seja, 61% delas (Gráfico 3.2).

Em relação às universidades que possuem disciplinas sobre industrialização, 68% delas possuem apenas uma disciplina na sua grade curricular, 23% possuem duas disciplinas e apenas 9% possuem mais de duas disciplinas. Dentre os termos utilizados nas ementas para adjetivar os sistemas industrializados se destacaram “especiais”, “não convencionais” e “alternativos”, o que indica que esse tema é tratado de forma secundária dentro das faculdades de Engenharia Civil analisadas.

Gráfico 3.2 - Resultado da análise das matrizes curriculares dos cursos de Engenharia Civil



### 3.1.3. Considerações Parciais

A partir da análise das matrizes curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil observou-se que o número de instituições que possuem disciplinas específicas relacionadas à construção industrializada é muito pequeno. Além disso, muitas dessas disciplinas não são obrigatórias. Apenas 14% das instituições de ensino de Arquitetura e Urbanismo possuem o tema da construção industrializada em pelo menos uma disciplina

obrigatória na matriz curricular. E, no caso do curso de Engenharia Civil, esse número cai para 2%.

Outro ponto observado com essa pesquisa é o fato de que, em relação aos cursos de Arquitetura e Urbanismo, quase metade das universidades analisadas, ou seja, 45% delas não possuem nenhuma disciplina que trate do tema de sistemas construtivos industrializados. Essa porcentagem é ainda maior no caso de Engenharia Civil, onde 61% das instituições pesquisadas não possuem disciplinas que abordem esse tema.

Quando acontece a abordagem do tema da industrialização da construção civil nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil, existe a predominância de apenas uma disciplina relacionada ao tema inserida na matriz curricular. Nos dois cursos essa situação representa cerca de 70% das universidades pesquisadas. Além disso, a classificação dos sistemas industrializados como “alternativos” ou “não usuais” reforçam e inserem no conhecimento dos alunos a ideia de que esses sistemas só deverão ser utilizados em último caso.

### **3.2. Usuário Final ou Cliente Final**

Para avaliar a influência da barreira cultural na escolha dos sistemas construtivos industrializados realizou-se uma pesquisa com o usuário final, ou seja, pessoas que não são da área da construção civil. Essas pessoas são aquelas que têm o potencial de se transformar em clientes de um escritório de arquitetura para construir suas próprias habitações.

#### **3.2.1. Metodologia adotada**

Para essa etapa da pesquisa foram selecionadas 35 pessoas que não são da área da construção civil, ou seja, não são arquitetos nem engenheiros civis e dessa forma não conhecem tecnicamente o processo de construção. Essa amostragem foi do tipo intencional não-probabilística e sem o intuito de representar quantitativamente todo o setor de usuários finais. Sua intenção foi obter uma percepção sobre o que pensam esse grupo de usuários finais em relação aos sistemas construtivos. As pessoas selecionadas responderam um questionário estruturado composto por 11 perguntas relacionadas à escolha dos sistemas construtivos, com ênfase ao LSF (Apêndice A). Essa etapa da pesquisa aconteceu durante o mês de outubro de 2012.

Dentre os 35 usuários finais selecionados, sete possuem entre 20 e 25 anos, outros 21 possuem entre 25 e 30 anos e sete possuem mais de 30 anos. Em relação à escolaridade, sete deles possuem o ensino médio completo, outros 11 são estudantes de graduação, 12 são estudantes de mestrado, 3 são estudantes de doutorado e dois possuem o doutorado completo. Entre os usuários finais entrevistados, mais da metade deles, ou seja, 19 pessoas, já vivenciaram alguma obra ou reforma na sua própria residência ou em outra edificação. Os demais não tiveram contato com nenhuma construção.

A entrevista seguiu sempre a mesma sequência para todos os clientes finais e foi dividida em duas etapas. Primeiramente perguntou-se se a pessoa conhecia algum tipo de construção industrializada, sendo explicado que era uma construção que não usasse concreto nem alvenaria. Caso a resposta fosse positiva questionou-se qual tipo de construção era essa. Como eram pessoas leigas sobre o assunto da construção civil, muitas respostas precisaram ser adaptadas à linguagem técnica. A segunda pergunta está relacionada diretamente ao sistema construtivo LSF. Os entrevistados foram questionados se conheciam esse tipo de construção.

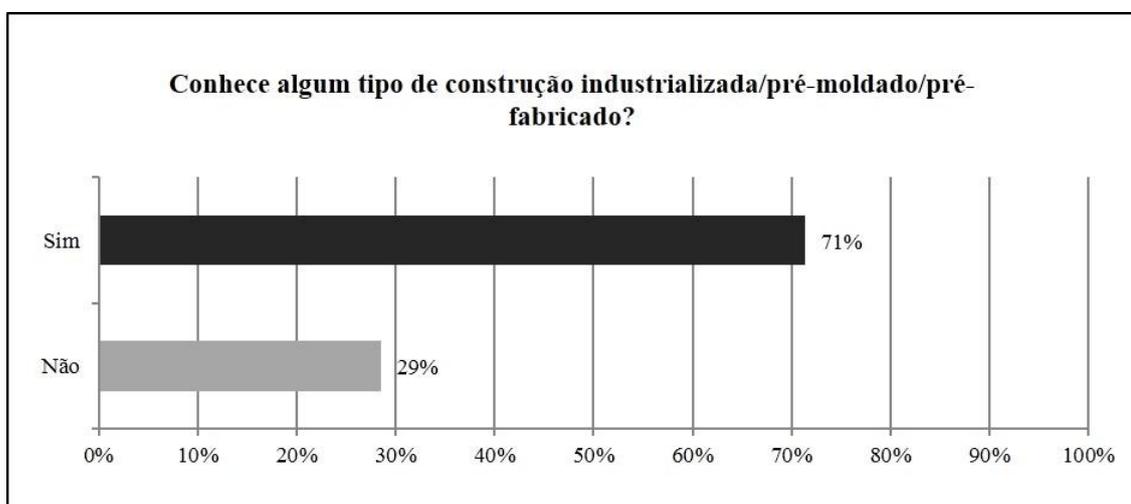
Após essa primeira etapa, apresentou-se aos usuários finais o sistema LSF, por meio de um exemplo de habitação executada usando esse sistema. O caso escolhido foi o Refúgio São Chico, que é um projeto residencial do escritório de arquitetura Studio Paralelo e que já foi analisado no segundo capítulo desse trabalho. Apresentaram-se fotos das etapas da obra desse projeto (Anexo A), com o intuito de mostrar como é o processo construtivo, quais os materiais utilizados, bem como o resultado final da residência.

Depois que os entrevistados estavam familiarizados com o sistema LSF, eles responderam as demais perguntas. Elas buscaram entender se o usuário final em questão aceitaria construir sua própria residência usando esse sistema construtivo industrializado. Para isso as pessoas foram questionadas segundo algumas hipóteses, como por exemplo, se soubessem que a construção fosse mais rápida, ou se gerasse menos entulho, ou fosse mais barata e até se a construção fosse mais cara que o sistema convencional. E, no final, os entrevistados responderam duas perguntas com suas opiniões sobre o sistema LSF. A primeira está relacionada às dúvidas que eles tiveram sobre o sistema construtivo e a segunda sobre as vantagens desse sistema comparado aos convencionais. Posteriormente as respostas obtidas foram reunidas e formatadas em gráficos comparativos.

### 3.2.2. Resultado das Entrevistas aos Usuários Finais

Na primeira etapa da entrevista os usuários finais puderam mostrar seus conhecimentos sobre construção civil. Eles listaram os tipos de sistemas construtivos que conheciam além dos convencionais, como a alvenaria e concreto armado. A quantidade de respostas positivas equivale a 71% do total contra 29% que não conheciam nenhum tipo considerado industrializado, ou seja, baseado na pré-fabricação e montagem no canteiro de obras (Gráfico 3.3).

Gráfico 3.3 - Avaliação do conhecimento da construção industrializada



Os sistemas construtivos mais citados nessa etapa foram a madeira, com 13 casos, e estrutura metálica, com 10 casos. Alguns usuários finais citaram outros sistemas como é o caso da Casa Contêiner, citada duas vezes; do LSF, citado também duas vezes; e o Sistema Modular da CSN, que é composto por chapas de aço zincadas (CASAS..., 2013), que foi citado uma vez. Esses sistemas são todos formados por elementos estruturais em aço. Os demais sistemas citados por um único entrevistado são: Painel Pré-fabricado de Concreto e o *Woodframe*, que é um sistema semelhante ao LSF, porém composto por elementos de madeira (Tabela 3.1). É importante destacar que 21 das 35 entrevistas realizaram-se em um edifício em estrutura metálica aparente. No entanto, apenas 29% desses entrevistados, ou seja, seis pessoas citaram a estrutura metálica como sistema construtivo industrializado.

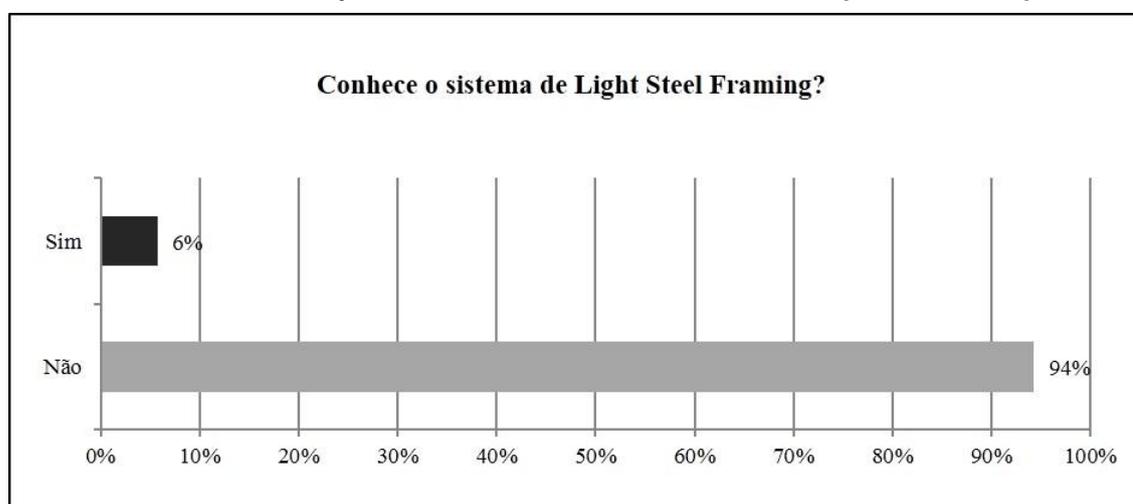
Os usuários finais indicaram seu conhecimento sobre o sistema construtivo LSF. Apenas dois deles responderam positivamente, o que equivale a 6% do total (Gráfico 3.4). Desses dois casos, ambos tiveram contato por meio de exemplos de edificações existentes. Um deles foi

em uma visita realizada no Japão, onde é comum o uso do LSF, e o outro foi em uma obra de ampliação de um hospital no Brasil.

Tabela 3.1 - Qual o tipo de construção industrializada o usuário final conhece

<b>Tipo de construção industrializada</b>	<b>Número de usuários que citaram</b>
Madeira	13
Estrutura Metálica	10
Casa Contêiner	2
<i>Light Steel Framing</i>	2
Sistema Modular CSN (Chapa Zincada)	1
Painel Pré-fabricado de concreto	1
<i>Woodframe</i>	1

Gráfico 3.4 - Avaliação do conhecimento do sistema construtivo *Light Steel Framing*



Na segunda etapa da entrevista, após os usuários finais terem visto um exemplo de edificação construída com o LSF, avaliou-se a possibilidade de ele aceitar esse sistema na execução da própria residência. Os clientes finais que aceitariam sem nenhuma objeção representam 37% do total. Outros 23% ficaram na dúvida e não souberam responder. Alguns entrevistados responderam que aceitariam, porém com alguma condição. No caso de conhecer pessoalmente alguma obra realizada com o LSF, 20% deles aceitariam construir. E outros 11% disseram que aceitariam com a condição de que não fosse a residência principal. Apenas 9% dos usuários finais disseram não aceitar construir suas próprias residências com o LSF (Gráfico 3.5).

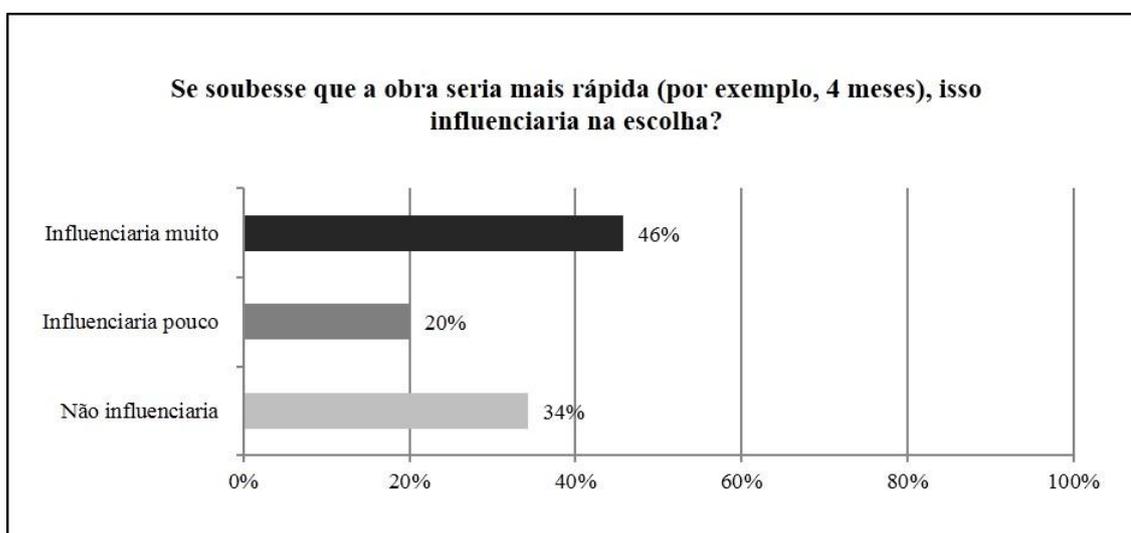
Foram apresentadas algumas hipóteses, positivas e negativas com o intuito de entender qual delas influenciaria mais os usuários finais a continuar escolhendo o LSF como sistema construtivo, ou a desistir desse tipo de construção, ou ainda passar a aceitar esse sistema. A

primeira hipótese diz respeito ao tempo de execução da obra. Com a característica de ser uma obra rápida, cerca de quatro meses, 46% dos entrevistados disseram que isso influenciaria muito na escolha do LSF e 20% disseram que influenciaria pouco. Os 34% restantes disseram que essa característica não influenciaria na decisão pelo sistema construtivo (Gráfico 3.6).

Gráfico 3.5 - Avaliação da possibilidade do usuário final aceitar o sistema *Light Steel Framing*



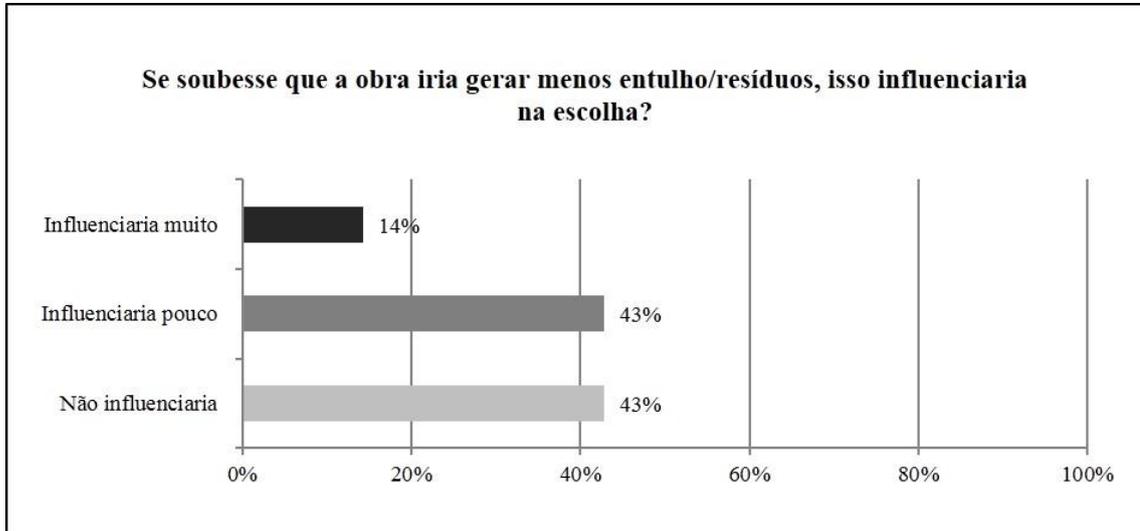
Gráfico 3.6 - Como a hipótese da obra ser mais rápida influenciaria na escolha do usuário final



A outra hipótese, também positiva, está relacionada à geração de resíduos durante a etapa da obra. Questionou-se se o fato do sistema LSF gerar menos entulho do que o sistema convencional influenciaria na decisão do cliente final. Apenas 14% responderam que essa característica influenciaria muito e outros 43% disseram que influenciaria pouco. O restante

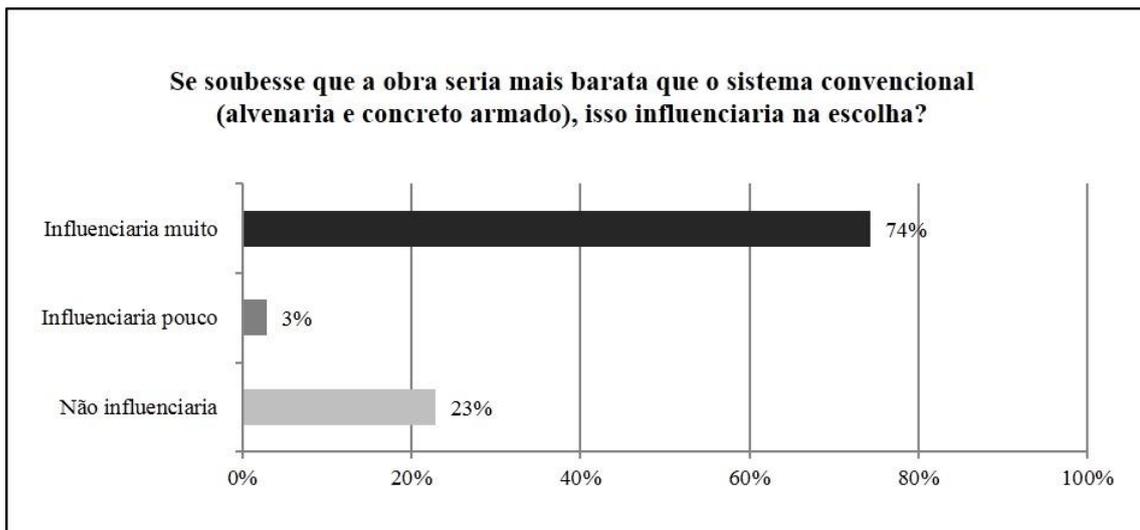
respondeu que esse fato não influenciaria em nada sua escolha final, o que equivale a 43% do total (Gráfico 3.7).

Gráfico 3.7 - Como a hipótese da obra gerar menos entulho/resíduos, isso influenciaria na escolha do usuário final



Levantou-se ainda a hipótese do custo da obra ser menor do que uma construção convencional. Para a maioria dos entrevistados, ou 74% deles, essa questão influenciaria muito na escolha do sistema construtivo LSF. Apenas 3% das pessoas responderam que o custo menor teria pouca influência na decisão e 23% consideraram que esse fator não influenciaria na escolha (Gráfico 3.8).

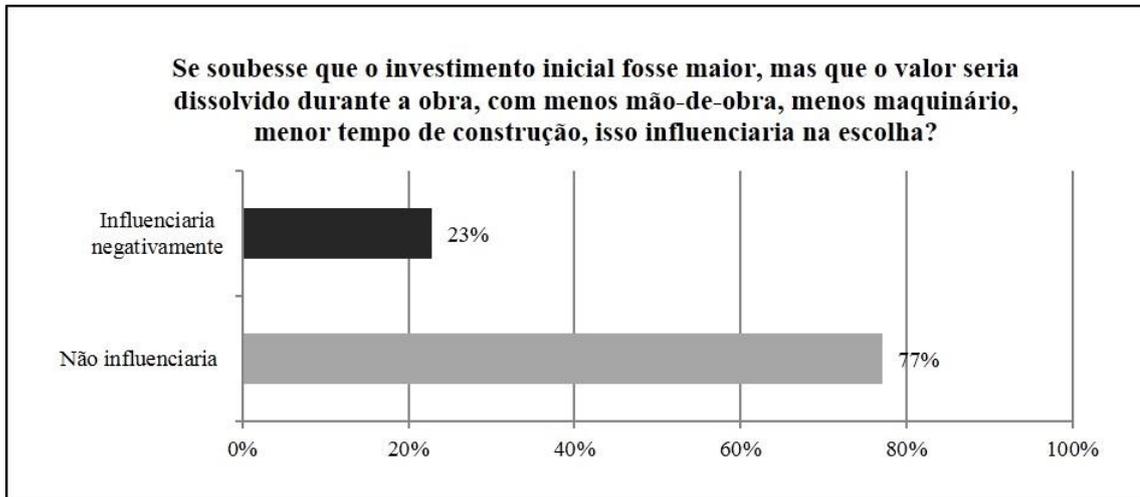
Gráfico 3.8 - Como a hipótese da obra ser mais barata influenciaria na escolha do usuário final



A seguir apresentaram-se duas hipóteses negativas para a escolha do LSF em comparação a um sistema convencional. Primeiramente, questionou-se sobre uma situação em que seria necessário aplicar um investimento financeiro inicial maior, porém com um custo final igual

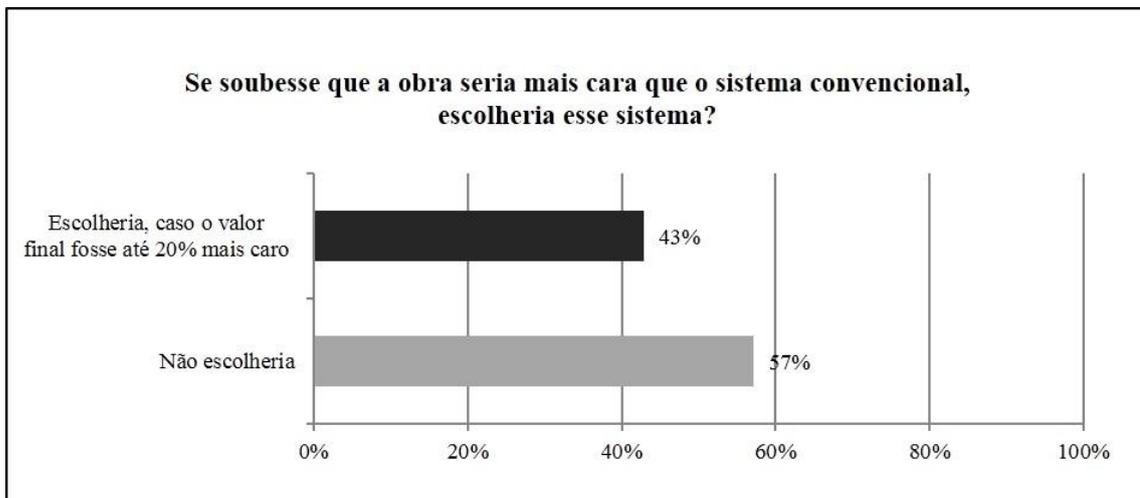
ao sistema convencional. Para 23% dos entrevistados essa situação influenciaria negativamente na escolha do LSF. No entanto, para a maioria dos usuários finais essa questão não influenciaria em nada sua decisão (Gráfico 3.9).

Gráfico 3.9 - Como a hipótese da obra necessitar de um investimento inicial maior influenciaria na escolha do usuário final



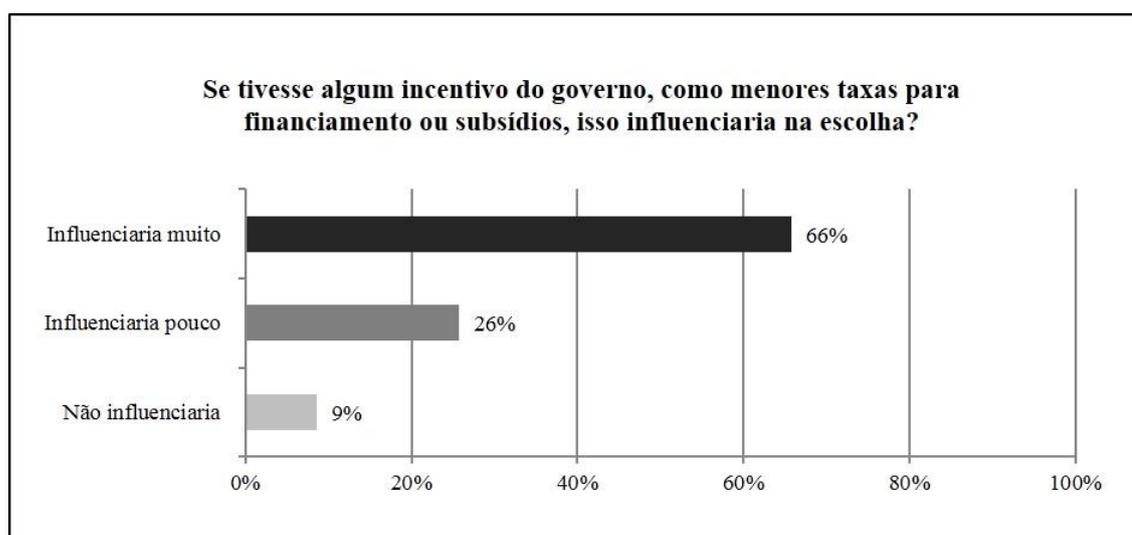
A segunda hipótese negativa diz respeito ao caso em que a obra realizada com o sistema construtivo industrializado teria um custo superior aos demais sistemas. Para quase metade dos entrevistados, ou seja, 43% deles, essa situação não mudaria sua decisão pelo LSF caso o custo final não ultrapassasse muito, e foi um consenso que cerca de 20% a mais no valor total seria um limite aceitável. Os demais clientes finais, que representam 57%, consideraram que não escolheriam o LSF para executar suas residências (Gráfico 3.10).

Gráfico 3.10 - Como a hipótese da obra ser mais cara influenciaria na escolha do usuário final



Como última hipótese, apresentou-se aos entrevistados a situação em que existisse algum incentivo financeiro do setor público para a escolha do LSF. Esse incentivo seria por meio de menores taxas de financiamento da habitação ou em forma de subsídios. Apenas 9% dos usuários finais consideraram que esse fato não influenciaria na decisão final. Os demais responderam que isso influenciaria pouco ou muito na escolha, o que representa 26% e 66% respectivamente (Gráfico 3.11).

Gráfico 3.11 - Como a hipótese de existir algum incentivo financeiro do governo influenciaria na escolha do usuário final



As duas últimas perguntas estão relacionadas à percepção que o entrevistado teve em relação ao sistema construtivo LSF. Primeiramente, solicitou-se ao usuário final que citasse suas dúvidas referentes ao sistema apresentado. A questão mais citada foi sobre a segurança estrutural desse tipo de construção, sendo levantada por 24 dos 35 entrevistados. Muitos ficaram receosos que esse sistema composto por paredes ocas fosse realmente seguro e eficiente, já que estão acostumados à alvenaria convencional. Outros 12 clientes finais levantaram a questão da durabilidade da estrutura. Uma outra preocupação citada 11 vezes foi a capacidade de impermeabilização do sistema, principalmente por se tratar de elementos como o aço e a madeira. Em relação ao conforto térmico e acústico, oito pessoas citaram o primeiro tipo e quatro o segundo tipo como sendo uma preocupação relevante. Outras oito pessoas citaram o fato da necessidade de realizar manutenções na edificação e como seria feito esse serviço. Ainda nesse tema, duas pessoas questionaram se existe mão-de-obra qualificada para trabalhar nesse tipo de construção. Quatro pessoas tiveram dúvidas em relação às possibilidades de projeto em LSF, e se as características do sistema limitariam a criação do arquiteto. Dois entrevistados levantaram a questão de que esse sistema limitaria o uso da residência pelo morador, como no caso de fixar elementos nas paredes. Também dois

usuários citaram como dúvida a possibilidade de dilatação dos perfis metálicos e quais as consequências que isso poderia trazer para estrutura como um todo. Finalmente, apenas um entrevistado levantou a questão da realização de reformas na edificação como uma dúvida (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Quais as dúvidas dos usuários finais para a escolha pelo sistema construtivo *Light Steel Framing*

<b>Dúvidas para a escolha pelo sistema <i>Light Steel Framing</i></b>	<b>Número de usuários que citaram</b>
Segurança estrutural	24
Durabilidade	12
Umidade/Impermeabilização	11
Conforto térmico	8
Manutenção	8
Conforto acústico	4
Limitação de projeto	4
Se existe mão-de-obra qualificada	2
Limitação de uso	2
Dilatação da estrutura	2
Reformas	1

Por fim, solicitou-se que o usuário final listasse quais as principais vantagens do sistema construtivo LSF na visão dele, porém sem considerar o custo da obra. Para quase a totalidade dos entrevistados, o que equivale a cerca de 90%, ou seja, 31 pessoas responderam a questão da rapidez da construção. As demais características apareceram menos vezes. Nove pessoas levantaram o fato da obra gerar menos resíduos, trazendo como consequência uma construção mais limpa. Para cinco usuários finais a questão da praticidade da construção foi uma vantagem observada, devido à necessidade de apenas montar os componentes pré-fabricados que irão compor a estrutura da residência. Outras três características foram citadas por duas pessoas, sendo a primeira delas a versatilidade do projeto, que pode assumir diferentes formas e dimensões. A segunda foi a facilidade da realização das instalações elétricas e hidráulicas. E, o fato de poder ter maior controle da construção também foi citado duas vezes. Esse último representa a possibilidade do cliente final ter uma visão total das etapas da obra, já com os materiais necessários e o tempo de finalização dos serviços já definido. Isso traria mais segurança para ele, que estaria livre de possíveis modificações e imprevistos durante a execução. Apenas uma pessoa relatou a facilidade de manutenção como uma vantagem do sistema LSF, pelo fato de não ser necessário quebrar a parede para realizar os consertos nas instalações (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Quais as vantagens mais atrativas do sistema *Light Steel Framing* na visão dos usuários finais

<b>Vantagens mais atrativas do sistema <i>Light Steel Framing</i></b>	<b>Número de usuários que citaram</b>
Rapidez da construção	31
Menor geração de resíduos	9
Praticidade da construção	5
Versatilidade do projeto	2
Facilidade das instalações elétricas e hidráulicas	2
Maior controle da construção	2
Facilidade de manutenção	1

### 3.2.3. Considerações Parciais

A partir da análise das respostas dos usuários finais é possível observar algumas características deles em relação aos sistemas construtivos industrializados. Grande parte dos entrevistados conhecia algum tipo de sistema industrializado, sendo que 10 deles conheciam a estrutura metálica. No entanto, a quase totalidade dos usuários finais não conhecia o LSF. Observou-se também, que muitas pessoas não conseguiram identificar a estrutura metálica como um tipo de construção pré-fabricada, mesmo estando dentro da edificação. As razões desse fato podem ser o próprio desconhecimento do sistema estrutural ou a falta de costume que as pessoas têm de prestar atenção nas edificações existentes e menos ainda nos sistemas construtivos que as compõem.

Quando questionados pela possibilidade de construírem suas próprias residências em LSF, cerca de 60% dos entrevistados aceitaram esse sistema, sendo que parte deles necessitaria visitar algum exemplo bem sucedido para poder aceitar. Apenas 9% disseram não aceitar o LSF em nenhuma hipótese. A quantidade de aceitação foi maior do que o esperado, de forma que os clientes finais tiveram uma abertura para esse novo sistema construtivo. E, o desconhecimento e a falta de informações e exemplos construídos foram os fatores que mais deixaram as pessoas na dúvida.

No caso das hipóteses positivas apresentadas aos entrevistados, as que tiveram maior influência nas escolhas deles foram aquelas relacionadas ao custo da construção. São elas: o fato da obra ser mais barata do que uma estrutura convencional em concreto e alvenaria e o fato de existir algum incentivo financeiro do governo ao utilizar o LSF como sistema construtivo. A característica do tempo de obra influenciou menos da metade dos entrevistados e a questão da geração de resíduos influenciou pouco os usuários finais. Sobre as hipóteses negativas, a questão da necessidade de aplicar um investimento inicial alto não influenciou a

maioria dos entrevistados, sendo que muitos disseram que isso depende mais do planejamento financeiro de cada um. No entanto, a hipótese de uma obra mais cara do que a convencional dividiu as opiniões. Cerca de 60% desconsideraria a possibilidade de construir com LSF. Porém, os demais continuariam aceitando o LSF com a condição de que o valor final não ultrapassasse 20% a mais no custo total da obra. Esse resultado, também não era esperado e mostra uma visão, por parte dos clientes finais, das características gerais do sistema e suas vantagens em relação aos outros sistemas.

As principais dúvidas dos entrevistados estão relacionadas ao desconhecimento de um sistema construtivo industrializado e formado por componentes leves. Como a maioria das pessoas está habituada com os fechamentos em alvenaria e estruturas em concreto armado, esse novo sistema traz a sensação de insegurança e fragilidade. Isso pode ser observado nas dúvidas mais citadas, que são elas: segurança estrutural, durabilidade e impermeabilização. E, finalmente, a maior vantagem observada pelos usuários foi a rapidez da construção. Isso também está relacionado ao sistema construtivo convencional que já está no conhecimento das pessoas. Muitas vezes essas construções são muito demoradas e apresentam muitos imprevistos durante a execução, o que faz a característica da facilidade de montagem no canteiro de obras atrair muito a atenção das pessoas.

### **3.3. Arquitetos**

Com a finalidade de investigar o setor de criação e desenvolvimento das edificações realizou-se uma pesquisa com arquitetos que atuam na elaboração de projetos. Dessa forma, pôde-se avaliar a questão do uso de sistemas industrializados em nível prático, por meio das perspectivas desses profissionais.

#### **3.3.1. Metodologia adotada**

Nessa etapa do trabalho realizaram-se entrevistas com sete arquitetos escolhidos em função da sua capacidade de agregar informações de diferentes pontos de vista sobre o tema da pesquisa. Dentre os entrevistados, cinco arquitetos possuem escritórios na cidade de Belo Horizonte-MG; um arquiteto possui escritório em São Paulo-SP; e um arquiteto possui escritório com sedes em Belo Horizonte-MG, Rio de Janeiro-RJ, São Paulo-SP e Brasília. Dentre esses

escritórios, três deles são de pequeno porte, ou seja, de um a 10 funcionários; outros três são de médio porte, ou seja, de 10 a 20 funcionários; e apenas um escritório é de grande porte, com mais de 20 funcionários. Em relação ao tempo de experiência, três escritórios funcionam de cinco a 10 anos, outros três de 10 a 20 anos e um funciona há mais de 20 anos. No grupo de arquitetos entrevistados apenas um deles não tem atuação na área acadêmica, todos os demais possuem algum vínculo com universidades públicas ou privadas, por meio de grupos de pesquisa ou de disciplinas ministradas por eles.

As entrevistas ocorreram nos meses de agosto e setembro de 2012 e foram gravadas na forma de áudio. Utilizou-se um questionário semiestruturado com perguntas abertas sobre a experiência profissional do arquiteto dentro da sua área de atuação (Apêndice B). As questões tiveram como tema central a decisão da escolha do sistema construtivo a ser utilizado nos projetos. A partir dessa pergunta desenvolveram-se as demais, que trataram do retorno do cliente nas decisões de projeto, da utilização ou não de sistemas industrializados, da disponibilidade de informações técnicas dos sistemas construtivos, e quando era o caso, de como era visto o sistema industrializado dentro da universidade em que atuavam. Por fim, questionou-se os arquitetos sobre o que falta para a construção em aço ser mais difundida no Brasil.

Posteriormente, essas entrevistas foram transcritas e as respostas formatadas em frases de relevância ao objetivo do trabalho e agrupadas de acordo com o tema. Encontraram-se 13 temas gerais, que serão discutidos posteriormente, juntamente com a análise das respostas. Com a finalidade de preservar a identidade dos profissionais entrevistados, seus nomes não aparecem nas respostas, sendo eles identificados com as letras A, B, C, D, E, F e G. No Apêndice B está o roteiro das entrevistas.

### **3.3.2. Resultado das Entrevistas aos Arquitetos**

As respostas dadas pelos arquitetos foram formatadas em frases e agrupadas de acordo com o tema geral ao qual pertenciam. No total encontraram-se 13 temas gerais, sendo eles: Profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil e Mão-de-obra; Indústria do Aço no Brasil; *Lobby* do Cimento; Construtoras; Sistemas Industrializados no Brasil; Sistemas Industrializados na Europa e Estados Unidos; Divulgação das Empresas; Setor Residencial;

Usuário Final; Projeto de Arquitetura; Ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil; *Dry-Wall*; e Selos de Certificação Brasileiros (Quadro 3.2).

Quadro 3.2 - Respostas das entrevistas aos Arquitetos

(continua)

Tema	Respostas	Arquitetos						
		A	B	C	D	E	F	G
Profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil e Mão-de-obra	Mão-de-obra desqualificada, baixo nível de execução.	X				X		
	Mão-de-obra farta e barata.	X						X
	Mão-de-obra adaptada ao sistema construtivo convencional.		X	X				X
	Mesmo sistema utilizado desde a década de 1970 com o BNH.	X						
	A maioria dos calculistas não sabe trabalhar com o aço.		X		X			
	As próprias montadoras recalculam o projeto, para um resultado mais adequado e econômico.				X	X	X	
Indústria do Aço no Brasil	Deveria produzir mais produto acabado para o mercado interno ao invés de exportar a matéria prima (minério).	X	X					
	Mais voltada para a exportação.		X					
	Muito limitada no setor da construção civil, por exemplo, nas dimensões dos perfis.		X					
	Não tem interesse no setor da construção civil.		X					
	Não tem interesse em valorizar o aço no mercado interno.		X					
	Está perdendo um grande mercado na construção civil brasileira.		X					
	Ainda não consegue absorver as necessidades da Arquitetura.		X	X	X			
	Existem poucos fornecedores de estruturas metálicas no Brasil.			X				
	A variação do custo da estrutura metálica é muito grande.				X			
	O custo da estrutura metálica é alto.				X	X	X	
	Ainda não atingiu o grande mercado da construção civil brasileira, formal e informal.					X		
Lobby do Cimento	Antigamente, o Corpo de Bombeiros praticamente proibia o uso do aço na construção civil no Brasil.	X						
	São apontados todos os pontos negativos sobre o aço, para que ele não seja utilizado.	X						

Quadro 3.2 - Respostas das entrevistas aos Arquitetos

(continuação)

<b>Construtoras</b>	Não usam o aço em suas obras por não possuir mão-de-obra qualificada.	X						
	Não querem formar a mão-de-obra para trabalhar com sistemas industrializados.	X						
	Não têm tempo para se preparar, precisam vender rápido seus empreendimentos.	X						
	Utilizam o concreto armado e sistema de fechamentos convencionais por serem sistemas que todos conhecem e sabem trabalhar.		X	X	X		X	X
	Usam concreto armado em obras em que o tempo não é um fator dominante, por ser mais barato.				X		X	
	Não têm vontade de mudar sua maneira de trabalhar.			X				
	Para o aço valer a pena, precisa existir uma dinâmica/gestão de obra mais profissional e elaborada, onde se ganha no tempo de montagem.				X			X
	São resistentes no uso de sistemas industrializados em suas obras.							X
	As pequenas e médias construtoras ainda não conseguem acompanhar o avanço dos sistemas industrializados.							X
	Comparam diretamente o aço com o concreto armado, se tratando apenas do material e não do sistema construtivo como um todo.	X						
	Fazem projetos usando estrutura metálica equivocadamente, pensando e projetando como se faz com o concreto armado, apenas substituindo os materiais.	X						
<b>Sistemas Industrializados no Brasil</b>	Só usam o aço em obras institucionais, de governo ou industriais.	X		X	X	X	X	X
	Usam o aço em obras públicas ou institucionais devido ao fato de que o orçamento não é o principal fator de decisão do sistema construtivo.				X			
	Só fazem uma obra totalmente industrializada quando o projeto é simples, como por exemplo, um galpão em aço e vidro.				X			
	Só usam o aço quando os outros sistemas não são viáveis, devido à declividade do terreno, por questões ambientais, ou em grandes vãos.			X	X			X
	O Brasil está muito atrasado em relação à tecnologia.	X	X					
	O produto industrializado ainda não é bem visto e não é explorado como poderia.							X
	Faltam componentes construtivos no mercado nacional para trabalhar junto com o aço, como é o caso dos fechamentos.		X					
	Em Minas Gerais as novas tecnologias construtivas ainda não são muito utilizadas, pois as pessoas são mais conservadoras.			X				
	O aço é muito usado em componentes mais simples da construção, como por exemplo, os telhados, gradis e esquadrias.					X		

Quadro 3.2 - Respostas das entrevistas aos Arquitetos

(continuação)

Tema	Respostas	Arquitetos						
		A	B	C	D	E	F	G
Sistemas Industrializados na Europa e Estados Unidos	O aço é explorado já há muitos anos no exterior, em todos os tipos de obras e com as mais diferentes formas estruturais.	X	X					X
	A indústria produz uma série de componentes para a construção civil, para que o arquiteto possa usar em seus projetos.						X	
Divulgação das Empresas	Existem eventos, prêmios, revistas e portais na internet, mas que não são suficientes.	X	X			X	X	X
	A indústria do aço tem verba e interesse na divulgação, como no caso de patrocínio de livros e eventos.			X	X			
	Fazem pouca ou nenhuma divulgação nas universidades e quando fazem, a iniciativa não parte da empresa, mas sim das instituições de ensino.						X	
Setor Residencial	É o setor mais atrasado de todos.	X		X				X
	Construção pobre e precária, baseada na repetição de pavimentos.	X						
	É o setor onde as construtoras ganham dinheiro.	X						
	Os erros de projeto e execução são corrigidos com os acabamentos, durante a obra.	X						
	As construtoras não aceitam utilizar outro sistema que não seja o concreto armado.		X					
	Acreditam que não precisam usar o aço por possuir um projeto mais compartimentado.	X						X
	Como os moradores precisam pagar aos poucos os imóveis, as construtoras não necessitam de rapidez na construção.							X
	As pessoas são mais conservadoras em relação à residência.			X				
	As pessoas acreditam que uma edificação precisa ficar nova eternamente, sem que para isso seja necessário realizar manutenções regulares.				X			
	Setor público é resistente em utilizar o aço em projetos de habitação popular em larga escala, isto é uma herança do sistema de construção do BNH.	X						
Para projetos residenciais unifamiliares o aço não é viável economicamente.				X	X	X	X	
Usuário Final	Não conhece o aço.	X	X	X	X	X	X	
	Importam mais com o interior dos ambientes, acabamentos e decoração.	X						
	Estão preocupados com o resultado estético da edificação.						X	
	As informações sobre sistemas construtivos industrializados são difundidas apenas em revistas e publicações técnicas.			X				
	A barreira cultural do cliente pode ser vencida pelo arquiteto que detém o conhecimento, podendo indicar o que é melhor para cada caso.				X	X	X	
	As residências que projetou em aço foram para clientes ligados à área da construção civil.	X			X			

Quadro 3.2 - Respostas das entrevistas aos Arquitetos

(continuação)

Tema	Respostas	Arquitetos						
		A	B	C	D	E	F	G
Projeto de Arquitetura	No Brasil, os escritórios de arquitetura são terceirizados pelas construtoras, de forma que quem decide o projeto e a obra são as construtoras.				X			
	Depende do caráter da construtora a arquitetura ter mais ou menos importância no projeto.				X			
	No Brasil se faz o projeto e só no final se pensa em qual sistema construtivo utilizar.						X	
	Precisa existir uma flexibilização dos projetos tendo em vista os produtos industrializados existentes no mercado, unindo assim a arquitetura com a produção industrial.						X	
	É necessário pensar no sistema construtivo durante a decisão de projeto.						X	
	O aço é um disciplinador da tecnologia. Com ele é necessário trabalhar com medidas exatas, sem erros durante a obra e com todas as etapas devidamente planejadas.	X						
Ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil	Não formam o aluno para trabalhar com o aço.	X	X		X	X	X	
	Durante cinco anos se ensina a utilizar o concreto armado e em três meses a trabalhar com o aço.	X						
	As universidades ainda seguem o pensamento da Arquitetura Moderna.	X						
	Os engenheiros aprendem a trabalhar com estruturas básicas e retas (pilares e vigas).		X					
	No curso de Arquitetura e Urbanismo, a inserção do aço nas disciplinas de projeto depende da escolha do professor.				X		X	
	No curso de Arquitetura e Urbanismo, deveria existir uma disciplina de projeto que obrigatoriamente se tenha que trabalhar com o aço.					X		
	No curso de Arquitetura e Urbanismo, as disciplinas interagem muito pouco, de forma que se aprende sobre estruturas separado de projeto.						X	
	As disciplinas de aço estão relacionadas basicamente ao material e cálculo, ao invés de tratar do sistema construtivo industrializado como um todo.				X	X		
Dry-Wall	Já está bem difundido nos setores comercial, hospitalar e institucional, mas não no residencial.	X	X	X	X	X		
	Já está bem difundido em todos os setores, inclusive o residencial.						X	X
	Não teve problemas para conseguir informações técnicas, fornecedores e mão-de-obra.	X	X	X	X	X	X	X
	O problema de utilizar em projetos residenciais é a necessidade do usuário seguir as regras de utilização do material.		X					
	O problema de utilizar em projetos residenciais é a sensação de que não é uma parede sólida, pois as pessoas não estão acostumadas a isso.			X		X		
	No início, por falta de conhecimento, os clientes ficavam receosos, mas depois que conheceram o material eles aceitaram.						X	

Quadro 3.2 - Respostas das entrevistas aos Arquitetos

(conclusão)

Tema	Respostas	Arquitetos						
		A	B	C	D	E	F	G
Selos de Certificação Brasileiros	No caso do Selo de Eficiência Energética de Edificações (Eletrobrás e INMETRO) e do Selo BH Sustentável da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, os sistemas construtivos industrializados não interferem na pontuação dos selos.							X

A partir da comparação das respostas dos sete arquitetos entrevistados analisou-se o posicionamento dos profissionais em relação a cada um dos temas levantados. Por fim, observou-se as respostas dadas pelos profissionais em relação à duas perguntas: "Como é feita a decisão da escolha do sistema construtivo a ser utilizado nos projetos?" e "O que falta para a construção em aço difundir no Brasil?".

### 3.3.2.1. Profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil e Mão-de-obra

Nesse tema estão agrupadas todas as respostas sobre a mão-de-obra do setor da construção civil, desde o operário ligado diretamente ao canteiro de obras quanto à mão-de-obra intelectual de arquitetos e engenheiros civis, ligada ao desenvolvimento do projeto.

Sobre esse assunto, dois arquitetos responderam que o país utiliza em suas obras mão-de-obra desqualificada, o que traz como consequência baixo nível de execução. Também dois arquitetos responderam que existe uma grande oferta de mão-de-obra barata, com trabalhadores recebendo baixos salários. Três profissionais responderam que a mão-de-obra atuante na construção civil já se adaptou ao sistema construtivo convencional. Essa realidade faz com que esse tipo de serviço seja vantajoso para as construtoras, ou seja, elas utilizam uma grande quantidade de operários a baixo custo, atuando em um sistema construtivo artesanal. Então, não interessa aos contratantes inserir no canteiro de obras um sistema industrializado, baseado na agilidade e rapidez da construção, mas que utilize uma mão-de-obra mais qualificada e, conseqüentemente, melhor remunerada.

Um dos arquitetos levantou a questão de que essa realidade atual tem sua base na década de 1970, com a posição tomada pelas construtoras das habitações financiadas pelo Banco Nacional da Habitação (BNH). Segundo o arquiteto, ao utilizar mão-de-obra desqualificada nas obras, houve um atraso de 40 anos na arquitetura brasileira e na indústria da construção

civil. O resultado foi a entrega de diversas habitações com erros de obras, baixo nível de execução e nenhuma tecnologia empregada na sua elaboração. Essa posição do BNH influenciou toda construção brasileira, que passou a trabalhar sobre esse mesmo sistema considerado pelo arquiteto nada sustentável, ecológico nem econômico.

Dois dos sete arquitetos entrevistados citaram a questão de que a maioria dos calculistas não sabe trabalhar com o aço. Um deles descreveu duas experiências mal sucedidas ao utilizar o aço nos projetos. Nelas o calculista contratado não estava apto a trabalhar com a estrutura, o que levou a diversas correções no projeto estrutural e, por consequência, aumentou o tempo de execução da obra. O outro entrevistado citou o caso de engenheiros que calculam as estruturas considerando apenas o fator peso das peças metálicas, sem padronizar os perfis, para teoricamente diminuir o custo. Porém, não se compra uma peça de cada tamanho do fornecedor e sim lotes, com uma quantidade mínima de perfis. Segundo o arquiteto, isso ocorre porque o calculista não está muito bem informado sobre como é a forma de se trabalhar com o aço, resultando em um projeto estrutural fora da realidade.

A partir dessas respostas, pôde-se perceber que, na visão dos arquitetos, existe uma deficiência na qualificação da mão-de-obra do setor da construção civil. E que, por existir grande oferta de trabalhadores nessas condições, os empresários do setor da construção não se esforçam para valorizá-los nem qualificá-los. Como consequência, o que se vê muitas vezes são obras com um número elevado de erros de execução, o que aumenta o tempo e custo.

### **3.3.2.2. Indústria do Aço no Brasil**

Dentro desse tema estão as respostas relacionadas ao setor produtivo de estruturas metálicas, desde as grandes siderúrgicas até o fabricante dos perfis metálicos.

Para dois arquitetos entrevistados, a indústria siderúrgica deveria se voltar mais para o mercado interno, produzindo maior quantidade de produto acabado ao invés de exportar a matéria prima, ou seja, o minério de ferro. Um deles disse ainda que o Brasil deveria exportar esse produto acabado, formando profissionais capacitados, gerando emprego e consequentemente, produzindo mais para o próprio país.

Um arquiteto respondeu que a indústria do aço está muito voltada para a exportação e menos interessada em valorizar o aço no mercado interno. Para ele, essa indústria não tem interesse

no setor da construção civil, de forma que ela é muito limitada no fornecimento de elementos estruturais, como é o caso do dimensionamento dos perfis das linhas comerciais. Com isso, essa indústria perde um grande mercado na construção civil brasileira.

Três entrevistados responderam que a indústria do aço ainda não consegue absorver as necessidades da arquitetura, seja no fornecimento de perfis estruturais, ou então de componentes para trabalhar com as estruturas metálicas. Um arquiteto disse que atualmente existem poucos fornecedores de estruturas metálicas no Brasil, o que restringe muito o uso desse tipo de estrutura nos projetos. Também um arquiteto respondeu que a indústria do aço ainda não atingiu o grande mercado da construção civil brasileira, tanto formal, quanto informal.

Outros três entrevistados responderam que o custo da estrutura metálica é muito alto, se comparado aos demais sistemas estruturais existentes no mercado. Para eles, isso muitas vezes inviabiliza a utilização do aço em um projeto. Ainda em relação ao custo do material, um arquiteto levantou a questão de que a variação do custo da estrutura metálica é muito grande, devido a diversos fatores, como o preço do dólar e questões ligadas à exportação. Isso faz com que o custo do aço não seja previsível desde o projeto. Esse arquiteto citou o caso de um cliente que queria que sua residência fosse executada em estrutura metálica. Realizou-se todo o projeto, mas na etapa de execução, o aço não foi viável economicamente. Dessa forma, a obra utilizou o concreto armado como sistema estrutural.

Portanto, pôde-se perceber que os arquitetos veem o atual comportamento da indústria do aço no mercado brasileiro como um grande responsável pela não utilização de estruturas metálicas nas construções. Segundo a maioria deles, existe uma deficiência na comunicação entre os produtores das peças estruturais e os profissionais de arquitetura, além de uma falta de interesse em atender as necessidades do setor da construção civil. Essas respostas foram dadas a partir de comparações da indústria siderúrgica com os fornecedores dos demais sistemas estruturais, como o concreto armado.

### **3.3.2.3. Lobby do Cimento**

Esse tema aborda a atividade de *lobby* ou Grupo de Pressão, que é a busca por influências, abertas ou secretas, nas decisões do setor público em favor dos interesses de um grupo privado específico (SOUZA, 2009). Nesse caso, trata-se da pressão das indústrias do cimento

no Brasil em tentar influenciar o setor público a valorizar seu produto na construção civil visando o enfraquecimento dos demais sistemas construtivos que possam concorrer com ele, como é o caso das estruturas metálicas.

Apenas um arquiteto levantou esse assunto durante a entrevista. Na opinião dele, existe uma forte pressão dos fornecedores de materiais dos demais sistemas estruturais, principalmente o cimento, para desvalorizar o aço. Sempre são levantados os pontos negativos da estrutura metálica, como a questão da corrosão e o fato do aço não suportar calor. Ele cita o caso da aprovação de projetos em estrutura metálica pelo Corpo de Bombeiros no país. Antigamente esse órgão praticamente barrava o uso do aço na construção civil, que para o entrevistado isso não era feito por questões técnicas, mas era um caso de *lobby*.

Dessa forma, levantou-se mais um fato que pode justificar a falta de interesse em valorizar a estrutura metálica no setor da construção no Brasil. Isso mostra que os fornecedores dos demais sistemas estruturais temem perder mercado caso o aço seja inserido como um concorrente viável na construção civil. É importante observar que esse assunto foi citado superficialmente e sem muitas explicações. Isso pode indicar que é um tema delicado e que o profissional não quisesse se comprometer com a resposta.

#### **3.3.2.4. Construtoras**

Dentro desse tema estão todas as respostas relacionadas à maneira de trabalhar das construtoras e incorporadoras nacionais, bem como a forma como são realizados a maioria dos empreendimentos.

Os entrevistados levantaram cinco justificativas das construtoras não utilizarem sistemas construtivos industrializados em suas obras, na maioria dos casos elas utilizam o concreto armado moldado *in loco*. Dentre as justificativas levantadas, as que foram citadas apenas por um profissional foram: as construtoras não usam o aço em suas obras por não possuir mão-de-obra qualificada; as construtoras não querem formar mão-de-obra para trabalhar com sistemas industrializados; e as construtoras não têm tempo para se preparar, pois precisam vender rápido seus empreendimentos. Dois arquitetos citaram que as construtoras usam o concreto armado em obras em que o tempo não é um fator dominante, por ser o sistema construtivo mais barato dentre os disponíveis no mercado nacional. E cinco, dos sete entrevistados, disseram que as construtoras normalmente executam a estrutura em concreto armado e os

fechamentos em alvenaria convencional por se tratar de sistemas que todos os profissionais conhecem e sabem trabalhar.

Além disso, um arquiteto respondeu que as construtoras não têm vontade nem incentivo de mudar sua maneira de trabalhar, que já está formada há muitos anos. E outro arquiteto respondeu que essas empresas são resistentes no uso de sistemas industrializados em suas obras.

Dois entrevistados levantaram a questão de que para o aço ser economicamente viável para as construtoras, é preciso existir uma dinâmica e gestão de obra mais profissional e elaborada. Dessa forma, se ganha no tempo de montagem da estrutura, compensando assim o valor mais elevado do sistema estrutural com o menor tempo de execução. Além disso, um arquiteto citou o caso das pequenas e médias construtoras que ainda não conseguem acompanhar o avanço dos sistemas industrializados.

Para um dos arquitetos entrevistados, as construtoras tratam o aço equivocadamente em dois aspectos. No aspecto relacionado à viabilidade econômica do sistema, elas comparam diretamente o aço com o concreto armado. As construtoras relacionam apenas os materiais entre si e não o sistema construtivo como um todo. No outro aspecto, relacionado ao cálculo estrutural, elas fazem erroneamente os projetos pensando e projetando como se faz com o concreto armado, apenas substituindo os materiais. Isso resulta em um projeto inadequado para a estrutura metálica.

Com isso, pôde-se observar que a iniciativa de se utilizar estruturas metálicas nas edificações não parte das construtoras. A maioria delas é relutante à alteração da maneira de trabalhar, utilizando sistemas convencionais, como o concreto armado e alvenaria. São várias as justificativas citadas pelos entrevistados, mas pode-se dizer que elas se resumem ao fato de que as construtoras não encontram vantagens em modificar seu sistema de construção. A partir do momento em que a situação atual de grande oferta de mão-de-obra barata e sem qualificação seja invertida, o uso de sistemas construtivos industrializados pode se tornar mais atrativo a essas empresas.

### 3.3.2.5. Sistemas Industrializados no Brasil

Nesse tema aborda-se a construção industrializada no Brasil, com suas características e deficiências diante dos demais sistemas construtivos utilizados no país.

Sobre esse assunto seis dos sete arquitetos entrevistados disseram que no Brasil só se utiliza sistemas construtivos industrializados e estruturas metálicas em obras institucionais, públicas ou industriais. Um deles ainda complementou que isso ocorre devido ao fato de que nesses tipos de empreendimentos, o orçamento não é o principal fator de decisão do sistema construtivo.

Três arquitetos responderam que os profissionais só escolhem o aço como sistema estrutural quando os outros sistemas não são viáveis, devido a diversos fatores, como é o caso de terrenos com alta declividade, de imposições por questões ambientais, ou quando é necessário ambientes com grandes vãos. Um arquiteto respondeu ainda que no país só realizam uma obra totalmente industrializada quando o projeto é simples, como por exemplo, um galpão em aço e vidro.

Dois dos profissionais entrevistados levantaram a questão de que o Brasil está muito atrasado no nível tecnológico, em relação aos países mais desenvolvidos. Outro arquiteto disse que o produto industrializado ainda não é bem visto nacionalmente e não é explorado como poderia no setor da construção civil.

Três outras respostas foram citadas apenas uma vez por arquitetos diferentes. A primeira diz respeito à falta de componentes construtivos no mercado nacional para trabalhar junto com o aço, como é o caso dos fechamentos. Na segunda aborda-se o caso específico do estado de Minas Gerais. Para o entrevistado, nessa região as novas tecnologias construtivas ainda não são muito utilizadas, devido ao fato de que as pessoas são mais conservadoras em comparação ao estado de São Paulo, por exemplo. A terceira resposta afirma que o aço é muito usado em componentes mais simples da construção, como nos telhados, gradis e esquadrias.

A partir dessas respostas, observou-se que, na visão dos arquitetos, o uso de estruturas metálicas está relacionado a uma obra menos econômica e, portanto, inviável no setor privado. A maioria deles citou que as estruturas metálicas aparecem geralmente em edificações públicas e institucionais, como no caso de museus, onde a concepção do projeto tem um peso maior do que o custo total do edifício. De acordo com essa linha de pensamento,

para um empreendimento onde a finalidade é gerar lucro ao investidor, esse tipo de sistema construtivo não é viável.

### **3.3.2.6. Sistemas Industrializados na Europa e Estados Unidos**

Nesse tema é abordado o caso da construção industrializada fora do Brasil, principalmente na Europa e Estados Unidos, analisando suas características e diferenças em relação ao que é feito nacionalmente.

Três entrevistados citaram a questão de que o aço é explorado já há muitos anos no exterior. De acordo com eles, esse tipo de sistema construtivo está muito presente em diversos tipos de obras e com as mais diferentes formas estruturais. Ainda sobre esse assunto, um arquiteto citou o fato de que a indústria da construção civil da Europa e Estados Unidos produz uma série de componentes para que o arquiteto possa usar em seus projetos.

A realidade no uso de sistemas industrializados fora do Brasil é vista como eficiente pelos arquitetos. Portanto, é natural que se compare as diferentes maneiras de trabalhar e produzir para a construção civil. Para eles, existe uma grande liberdade e possibilidade construtiva no exterior, fato que não encontram nos projetos realizados no Brasil.

### **3.3.2.7. Divulgação das Empresas**

As respostas desse tema tratam da divulgação de informações técnicas por parte das empresas que atuam no fornecimento de elementos construtivos industrializados, desde a estrutura metálica até os componentes complementares, como os fechamentos.

Cinco arquitetos consideraram que as ações por parte das empresas não são suficientes para valorizar o uso do aço na construção civil brasileira. Eles afirmaram que existem eventos, prêmios, revistas, livros e portais na internet patrocinados por essas empresas, mas que não atingem de forma satisfatória o profissional que propõe os sistemas em uma edificação. Apenas dois arquitetos responderam o contrário e que a indústria do aço tem verba e interesse na divulgação de seus produtos no setor da construção civil.

Somente um entrevistado respondeu em relação à divulgação nas universidades. Para ele, essas empresas fazem pouca ou nenhuma divulgação e quando fazem, a iniciativa não parte da

empresa, mas sim das instituições de ensino. Esse arquiteto citou sua experiência enquanto atuou como professor no curso de Arquitetura e Urbanismo. Em um período de dois anos, nenhuma empresa se apresentou para fazer palestras ou *workshop* com os alunos para divulgar os sistemas construtivos industrializados.

Dessa forma, pôde-se observar que, para a maioria dos arquitetos entrevistados, existe uma deficiência na divulgação e incentivo ao uso de sistemas industrializados por parte das empresas fornecedoras dos materiais. Isso seria uma forma de aproximação do setor industrial ao setor da construção civil, principalmente aos profissionais de projeto.

### **3.3.2.8. Setor Residencial**

Esse tema trata de como são os projetos e obras realizados para o setor residencial, abordando as edificações unifamiliares e multifamiliares de múltiplos andares.

Para três dos sete entrevistados o setor residencial é o mais atrasado de todos, em relação a todos os fatores da construção civil, seja nas definições de projeto até nas escolhas dos sistemas construtivos. Um desses arquitetos ainda complementou que quando se trata de edifícios residenciais de múltiplos andares, a construção é pobre, precária e baseada na simples repetição de pavimentos. Ele ressaltou também que esse é o setor sobre o qual as construtoras têm mais lucro e que os erros de projeto e execução são corrigidos com os acabamentos e durante a obra.

Um entrevistado levantou a questão que normalmente as construtoras não aceitam utilizar outro sistema que não seja o concreto armado, nesse tipo de edificação. Como justificativa a esse fato pode-se complementar as duas respostas seguintes. Dois arquitetos responderam que é comum os profissionais acreditarem que não necessitam utilizar o aço nas edificações residenciais por elas possuírem projeto mais compartimentado. E apenas um arquiteto citou que as construtoras não necessitam de rapidez na construção, pois os moradores precisam pagar aos poucos os imóveis e, portanto, não escolhem o aço como sistema construtivo.

Sobre a construção residencial, um arquiteto afirmou que os clientes são na maioria das vezes mais conservadores e ficam receosos em utilizar um sistema construtivo ainda não muito usual no Brasil na sua própria residência. Outro arquiteto disse que as pessoas acreditam que uma edificação precisa ficar nova eternamente, sem que para isso seja necessário realizar

manutenções regulares. E, segundo ele, a estrutura metálica precisa de maiores cuidados de manutenção, pois ela suja, enferruja e é leve.

Um entrevistado levantou a questão do setor público. Para ele, esse setor é muito resistente em utilizar o aço ou os demais sistemas construtivos industrializados nos projetos de habitação popular em larga escala. Isso ocorre devido à grande influência do sistema implementado nas construções habitacionais durante a vigência do BNH. E, por fim, quatro arquitetos consideraram que para projetos residenciais unifamiliares o aço não é viável economicamente.

Dessa forma, pôde-se constatar que a introdução de sistemas construtivos industrializados é mais difícil nas edificações residenciais. Esse setor é considerado o mais conservador e, portanto, mais resistente na implantação de novas tecnologias construtivas. Além disso, os empresários desse setor têm a ideia de que não necessitam de sistemas estruturais mais racionalizados nem de uma gestão de obra que permita a execução em um curto prazo. Portanto, é o setor da construção civil que recebe menos incentivos para introduzir o uso do aço em suas edificações.

### **3.3.2.9. Usuário Final**

Nesse tema estão dispostas as respostas relacionadas ao usuário final da edificação, aquele que não é da área da construção civil.

Sobre esse assunto foi quase unânime a resposta de que o usuário final não conhece o aço, apenas um entrevistado não citou essa resposta. Um deles respondeu que esse tipo de cliente se importa mais com o interior dos ambientes, acabamentos e decoração e outro disse que eles estão preocupados apenas com o resultado estético da edificação.

Para um dos entrevistados o desconhecimento da estrutura metálica por parte dos usuários finais pode ser justificado com o fato de que as informações sobre esses sistemas construtivos são difundidas apenas em revistas e publicações técnicas. Portanto, essas informações não chegam ao público em geral. Porém, três profissionais disseram que essa barreira cultural do cliente pode ser vencida pelo próprio arquiteto que detém o conhecimento e pode indicar o que é melhor para cada caso.

Dois arquitetos citaram suas experiências ao utilizar estruturas metálicas nos projetos residenciais e ambos disseram que os clientes desses projetos não eram leigos sobre o assunto, pois estavam de alguma forma ligados à área da construção civil.

Dessa forma, pode-se dizer que a questão do desconhecimento sobre sistemas construtivos industrializados pelos usuários finais não chega a ser um empecilho à sua utilização. No entanto, isso faz com que o arquiteto tenha que propor esse tipo de construção ao cliente, o que muitas vezes não acontece. A maior difusão desses sistemas construtivos para o público geral poderia gerar um aumento na demanda e conseqüentemente seu fortalecimento no mercado da construção civil.

### **3.3.2.10. Projeto de Arquitetura**

Nesse tema abordam-se as questões relacionadas à etapa de elaboração de projeto por parte do arquiteto, ou seja, como atuam os profissionais dessa área na definição do sistema construtivo a ser utilizado nas edificações.

Todas as respostas listadas nesse tema foram dadas por três entrevistados, sendo que cada uma delas apareceu apenas uma vez durante as entrevistas. Um arquiteto relatou o fato de que no Brasil os escritórios de arquitetura são terceirizados pelas construtoras. Isso é o inverso do que ocorre em outros locais, como na Europa e Argentina, onde os arquitetos são os grandes responsáveis pela obra. Segundo ele, isso faz com que as construtoras tenham grande poder de decisão sobre o projeto e a execução das edificações. Esse arquiteto ainda acrescentou que dependendo do caráter da construtora, a arquitetura tem mais ou menos importância na concepção do projeto.

Um outro profissional entrevistado levantou a questão de como se pensa o sistema construtivo durante a etapa de projeto. De acordo com ele, os arquitetos no Brasil não especificam o sistema estrutural desde o início, mas somente no momento em que o projeto já está definido. Dessa forma, é necessário adaptar e compatibilizar o sistema construtivo ao projeto, realizando assim um retrabalho desnecessário. Para ele é necessário pensar no sistema construtivo durante a decisão de projeto e deve haver uma flexibilização nos projetos arquitetônicos, tendo em vista os produtos industrializados existentes no mercado, unindo assim a arquitetura com a produção industrial.

Um terceiro arquiteto citou uma característica do aço que interfere diretamente na maneira de projetar do arquiteto. Segundo o entrevistado, aço é um disciplinador da tecnologia e com ele é necessário trabalhar com medidas exatas, sem erros durante a obra e com todas as etapas devidamente planejadas. Isso torna o trabalho de projeto mais detalhado e conseqüentemente a execução se torna mais precisa e com menos desperdício de mão-de-obra e material.

A partir dessas respostas, constatou-se que existe uma grande influência da maneira como é definido um projeto arquitetônico na escolha do sistema construtivo. Portanto, o arquiteto tem um papel decisivo no mercado da construção civil. Porém, o que se vê atualmente no Brasil é que ele, ao se ausentar do processo construtivo dos empreendimentos, é deixado como coadjuvante dessa escolha pelas próprias construtoras.

### **3.3.2.11. Ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil**

As respostas desse tema tratam das características do ensino superior dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil relacionadas aos sistemas construtivos industrializados, bem como a realidade desse setor e suas possíveis falhas.

Cinco dos sete entrevistados consideraram que as universidades brasileiras não formam o aluno para trabalhar com o aço, tanto no caso da Arquitetura quanto da Engenharia Civil. Um deles disse ainda que nos cursos de Arquitetura, o aluno passa cinco anos aprendendo a utilizar o concreto armado e apenas três meses aprendendo a trabalhar com o aço. Para ele, as universidades ainda seguem o pensamento da Arquitetura Moderna, onde predominava o uso do concreto armado nas estruturas. Outro arquiteto levantou o caso dos alunos de Engenharia Civil, que aprendem a trabalhar somente com estruturas básicas e ortogonais, ou seja, elementos simples de vigas e pilares.

Dois arquitetos citaram suas experiências em disciplinas de projeto no curso de Arquitetura. Eles disseram que a inserção do aço nessas disciplinas depende da iniciativa do professor, pois a definição do sistema construtivo não está especificado na ementa das disciplinas. Sobre esse assunto, outro arquiteto respondeu que deveria existir uma disciplina de projeto que obrigatoriamente se tenha que trabalhar com o aço.

Ainda sobre o curso de Arquitetura, um entrevistado disse que as disciplinas do curso interagem muito pouco entre elas, de forma que se aprende sobre sistemas estruturais

separado de projeto. Outro profissional citou o fato de que as disciplinas que tratam sobre o aço estão relacionadas basicamente ao material e cálculo, ao invés de tratar do sistema construtivo industrializado como um todo. Além disso, elas são, na maioria das vezes, ministradas por professores do curso de Engenharia Civil.

Com isso, pode-se considerar que existe uma deficiência no ensino de sistemas industrializados dentro das universidades. O ensino está muito focado no uso de sistemas construtivos tradicionais nas disciplinas práticas de projeto, tornando os sistemas industrializados como um detalhe na formação do aluno. Deve-se ressaltar que as respostas dos arquitetos foram dadas baseadas nas suas próprias experiências como alunos e como professores.

#### **3.3.2.12. *Dry-Wall***

Por se tratar de um sistema construtivo industrializado muito citado nas entrevistas, o *Dry-Wall* aparece como um tema. Abordaram-se as características do sistema, a maneira como ele é utilizado no Brasil e, em alguns casos, tratou-se da experiência do arquiteto ao utilizar esse sistema em seus projetos. O *Dry-Wall* é composto pelos mesmos componentes do LSF, porém sem a característica estrutural, pois ele funciona apenas como fechamento interno de edificações (RIBAS, 2006). A utilização desse sistema já é comum em obras brasileiras e ele pode ser considerado o precursor da inserção da industrialização nas construções e o responsável pela quebra da barreira cultural em relação ao uso de elementos que não sejam maciços como a alvenaria e o concreto (SANTIAGO, 2008).

Dos sete entrevistados, cinco deles consideraram que o *Dry-Wall* já está bem difundido nos setores comercial, hospitalar e institucional, mas não no residencial. Já os outros dois consideraram que o sistema já está difundido em todos os setores, inclusive no residencial. Além disso, todos os arquitetos responderam que não tiveram problemas para conseguir informações técnicas, fornecedores e mão-de-obra ao especificar o *Dry-Wall* em seus projetos. Um deles citou o fato de que no início, por falta de conhecimento, os clientes ficavam receosos em relação ao material, mas depois que o conheceram eles aceitaram facilmente.

Três arquitetos levantaram os fatores que impedem a utilização desse sistema de fechamento em projetos residenciais. Para dois entrevistados, o problema estaria na sensação de que a

parede não é sólida, pois as pessoas não estão acostumadas a isso aqui no Brasil. E para um dos entrevistados, o problema estaria na necessidade do usuário seguir as regras de utilização do material, o que não acontece em uma parede de alvenaria convencional.

Portanto, observou-se que o sistema de *Dry-Wall* já é muito utilizado atualmente. Isso mostra como uma nova tecnologia, antes desconhecida, pode ser inserida no mercado a partir do momento em que suas características e vantagens são expostas ao cliente. O setor comercial já absorveu bem esse tipo de sistema e passou a demandar sua utilização nos futuros projetos. Isso trouxe como consequência um amadurecimento da cadeia produtiva do sistema, com maior oferta de mão-de-obra e fornecedores.

### **3.3.2.13. Selos de Certificação Brasileiros**

Apenas um dos arquitetos entrevistados citou esse tema, abordando a influência da escolha de sistemas industrializados nas pontuações dos selos de certificação brasileiros.

Esse arquiteto levantou o caso de dois selos: Selo de Eficiência Energética de Edificações do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e Eletrobrás, de nível nacional; e Selo BH Sustentável da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. O primeiro considera em sua avaliação três dados da edificação: envoltória, iluminação e condicionamento de ar (MEDEIROS, 2011). Já o segundo selo avalia a edificação a partir de quatro dimensões: água, energia, gases do efeito estufa e resíduos sólidos (PBH, 2012). Portanto, a maneira como a obra é conduzida não influencia nesses dois tipos de certificação.

De acordo com o arquiteto, os parâmetros avaliados por esses selos estão mais relacionados ao conforto térmico da edificação em si. Então, quanto mais grossa a parede e quanto menos vidro tiver na fachada, melhor será a pontuação. Para ele, esse tipo de avaliação segue um sentido contrário da racionalização e utilização de sistemas leves nas edificações. Ele citou ainda o caso da certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), que é reconhecida internacionalmente. Esse selo é bem mais amplo e considera a edificação desde sua criação em projeto, até sua implementação no canteiro de obras, levando em conta o local da obra e a procedência de todos os elementos construtivos (MACHADO, 2010).

Dessa forma, observou-se que a implantação de selos nacionais para certificação ambiental não está valorizando nem influenciando a utilização de sistemas estruturais mais

racionalizados. Essa poderia ser uma boa oportunidade para aumentar o uso desses sistemas nas construções brasileiras. A partir do momento que a especificação de sistemas construtivos industrializados passam a ser uma vantagem para os investidores dos empreendimentos, sua demanda aumenta e, conseqüentemente, o mercado desse setor tende a ampliar sua capacidade.

#### **3.3.2.14. "Como é feita a decisão da escolha do sistema construtivo a ser utilizado nos projetos?"**

Dentre os sete arquitetos entrevistados, três deles trabalham mais com investidores, ou seja, clientes que não são responsáveis pela construção da edificação; e com construtoras, ou seja, clientes responsáveis pela construção da edificação. Outros três trabalham tanto com construtoras quanto com usuário final e um arquiteto trabalha mais com construtoras (Quadro 3.3).

Quadro 3.3 - Como é feita a decisão da escolha do sistema construtivo a ser utilizado nos projetos de arquitetura

<b>Principais clientes</b>	<b>Como é feita a escolha do sistema construtivo</b>
Construtoras e Investidores	Pelo arquiteto.
Construtoras e Investidores	Pelo cliente, baseado no custo.
Construtoras e Investidores	Pelo cliente, baseado no custo e prazo.
Construtoras e Usuário Final	Pelo cliente, baseado no custo e prazo.
Construtoras e Usuário Final	Pelo cliente, baseado no custo.
Construtoras e Usuário Final	Pelo cliente.
Construtoras	Pelo cliente.

No caso dos três arquitetos que trabalham com investidores e construtoras, o primeiro deles é um profissional reconhecido há muitos anos no Brasil por utilizar estrutura metálica em suas obras. Dessa forma, os clientes já o procuram devido a essa característica e a escolha do sistema construtivo industrializado se dá no princípio do projeto. Além da utilização da estrutura metálica, todos os demais componentes da obra também são industrializados, como fechamentos, cobertura, laje e divisórias internas.

O segundo arquiteto trabalha muito com projetos de *shopping centers* e hospitais. Nesses casos o escritório de arquitetura faz uma proposta inicial com duas opções de sistemas estruturais: concreto pré-moldado e estrutura metálica. A decisão final se dá pelo custo e em

todos os empreendimentos realizados até o momento escolheu-se o concreto pré-moldado. Nos casos em que o escritório fez projetos de edifícios residenciais para construtoras, a decisão do sistema construtivo partia do cliente, que optava pelo sistema de concreto armado, por ser o sistema que a empresa já trabalhava.

Com o terceiro arquiteto ocorre o mesmo quando se trata de construtoras como cliente, pois ela define qual sistema utilizar. Essa escolha se baseia no sistema que a empresa sempre trabalha, que na maioria dos casos é o concreto armado. Quando se trata do investidor, por não conhecer nada sobre construção, a escolha se dá pelo custo e prazo de execução do sistema construtivo.

Em relação aos três profissionais que possuem como principais clientes as construtoras e o usuário final, o primeiro deles relatou que a escolha do sistema construtivo se baseia principalmente no custo e prazo para a execução da obra definido pelo cliente. Em alguns casos a escolha depende das características do terreno, como a declividade e questões ambientais, que limitam a utilização principalmente da estrutura moldada *in loco*.

Nos projetos realizados no escritório do segundo arquiteto que trabalha com construtoras e usuário final não é comum a decisão do sistema construtivo vir do cliente. O fator principal que define a decisão é o custo. Nas edificações em que se utilizou estrutura metálica, a escolha foi específica em cada caso, sendo que na maioria das vezes era uma premissa inicial do projeto e as edificações eram institucionais ou públicas.

Quando se trata com construtoras, a decisão do sistema construtivo utilizado nos projetos do terceiro arquiteto vem do cliente, baseando-se no sistema que ela sempre trabalha, que na maioria dos casos também é o concreto armado. Quando é um projeto para o próprio usuário final, que na maioria das vezes é uma residência unifamiliar, a decisão vem de um entendimento junto com o cliente que se baseia principalmente nas características e localização do terreno.

E no caso do arquiteto que trata principalmente com construtoras, a decisão parte também delas, a partir do sistema construtivo que elas estão acostumadas a trabalhar.

A partir das respostas fornecidas pelos profissionais, pôde-se observar que os arquitetos possuem pouca ou nenhuma interferência na escolha dos sistemas estruturais a serem utilizados nos projetos. Como a maioria deles tem como cliente as próprias construtoras, os projetos vêm com as características já definidas. As construtoras impõem qual sistema

construtivo elas trabalham e a estrutura deve seguir aquele padrão. Isso tira muito a liberdade do arquiteto propor alguma solução industrializada. Além disso, a escolha se dá muito pelo custo. Esse custo geralmente é calculado diretamente, considerando apenas o material, de forma que a estrutura metálica possui um valor mais alto que a estrutura em concreto armado. Como na maior parte das obras não existe uma gestão eficiente, o curto prazo de execução do sistema industrializado não compensa o valor final da obra.

### **3.3.2.15. "O que falta para a construção em aço difundir no Brasil?"**

No final da entrevista questionou-se aos arquitetos sobre o que falta para que a construção em aço seja plenamente difundida no mercado brasileiro. Cada um deles deu uma resposta distinta, porém a maioria tratou da questão do processo de gestão da construção civil no Brasil e apenas um entrevistado citou o problema da falta de profissionais.

Para um dos arquitetos, a grande necessidade é de formação profissional. De acordo com o entrevistado, é necessário haver formação de mais profissionais, desde técnico até universitário, para criar maior demanda de mão-de-obra capacitada a trabalhar com esse sistema construtivo. Além disso, é necessário formar professores, que estejam aptos a atuar nas instituições de ensino superior nos cursos de Arquitetura e Engenharia Civil.

Para outros três profissionais o que falta no Brasil para a construção em aço difundir relaciona-se ao setor industrial, ou seja, aquele que fornece os componentes construtivos em aço. No caso de um deles, a principal questão está no interesse da indústria do aço no mercado da construção civil. Para ele, a indústria siderúrgica precisa dialogar mais com o setor da construção civil, desde o processo de projeto até a construção em si. Existe a necessidade da flexibilização dessa indústria a fim de atender a demanda da construção civil. Para outro arquiteto, existe a necessidade de desenvolver a cadeia produtiva de estruturas metálicas, para que haja maior competitividade entre as empresas e maior abrangência do setor em nível nacional. Com maior oferta de fornecedores, fabricantes e montadoras os profissionais terão maior facilidade de viabilizar os projetos em estruturas metálicas, com melhores prazos e possivelmente melhores custos. Essa última questão vai ao encontro da resposta dada por outro arquiteto. Segundo o profissional, existe a necessidade do aço apresentar custo mais acessível para a construção civil, que possa competir com mais igualdade com os demais sistemas estruturais.

As respostas dadas por outros dois estão relacionadas à maneira como as construtoras deveriam trabalhar. Para um deles, falta um amadurecimento do processo de gestão das obras no Brasil. É necessário que a etapa de construção esteja baseada num planejamento realizado anteriormente. Na mesma linha de pensamento segue a resposta do segundo arquiteto. De acordo com ele, as construtoras deveriam encarar a obra como uma indústria, elaborando um planejamento desde o projeto até a execução. Com isso, os sistemas construtivos industrializados poderiam se transformar na opção mais bem adaptada a esse processo construtivo e, conseqüentemente, aumentaria sua utilização e procura pelos construtores.

Por fim, o último arquiteto respondeu que existe a necessidade de conciliar o projeto arquitetônico com a produção industrial. Isso traria melhores resultados na execução da obra, já que a maneira de construir e os componentes a serem utilizados foram planejados desde o processo de projeto, utilizando os componentes que o mercado oferece.

As respostas dadas pelos arquitetos sobre o que falta para a construção em aço difundir no Brasil seguem principalmente o tema da gestão da construção civil. Em apenas uma resposta fornecida se tratou de deficiência nos setores tecnológicos e intelectuais do país. Isso mostra que a construção em aço no Brasil, na opinião dos arquitetos, tem condições de expandir seu campo de atuação. Falta uma melhor organização dos setores que atuam no processo da construção civil para poder trabalhar de forma adequada com os sistemas construtivos industrializados.

### **3.3.3. Considerações Parciais**

A partir da análise das respostas dadas pelos arquitetos nas entrevistas levantou-se os temas e as respostas mais citadas por eles (Tabela 3.4 e 3.5). Dentre eles está a questão da divulgação dos sistemas construtivos industrializados pelas empresas, que é considerada deficiente pelos profissionais. Cinco dos sete entrevistados consideraram que, apesar dos recursos existentes, essa divulgação ainda não é suficiente para difundir o sistema construtivo.

Todos os arquitetos falaram sobre a utilização do *Dry-Wall* em seus projetos, sendo que os sete entrevistados relataram que não tiveram problemas ao trabalhar com esse tipo de fechamento. Além disso, mais da metade deles considerou que esse sistema já está bem difundido nos setores comercial, hospitalar e institucional, mas não no setor residencial.

Tabela 3.4 - Quantidade de Arquitetos para cada tema

<b>Tema</b>	<b>Número de arquitetos que citaram o tema</b>
Divulgação das Empresas	7
<i>Dry-Wall</i>	7
Profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil e Mão-de-obra	7
Setor Residencial	7
Sistemas Industrializados no Brasil	7
Construtoras	6
Indústria do Aço no Brasil	6
Usuário Final	6
Ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil	5
Sistemas Industrializados na Europa e Estados Unidos	4
Projeto de Arquitetura	3
Lobby do Cimento	1
Selos de Certificação Brasileiros	1

Tabela 3.5 - Respostas mais citadas

<b>Tema</b>	<b>Resposta</b>	<b>Número de arquitetos que citaram a resposta</b>
<i>Dry-Wall</i>	Não teve problemas para conseguir informações técnicas, fornecedores e mão-de-obra	7
Sistemas Industrializados no Brasil	Só usam o aço em obras institucionais, de governo ou industriais.	6
Usuário Final	Não conhece o aço	6
Construtoras	Utilizam o concreto armado e sistemas de fechamentos convencionais por serem sistemas que todos conhecem e sabem trabalhar.	5
Divulgação das Empresas	Existem eventos, prêmios, revistas e portais na internet, mas não são suficientes.	5
<i>Dry-Wall</i>	Já está bem difundido nos setores comercial, hospitalar e institucional, mas não no residencial.	5
Ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil	Não formam o aluno para trabalhar com o aço	5
Setor Residencial	Para projetos residenciais unifamiliares o aço não é viável economicamente	4

Outro tema muito citado foi o de profissionais de Arquitetura e Engenharia Civil e mão-de-obra. Em geral os entrevistados observaram que existe uma grande oferta de trabalhadores da construção civil já adaptada ao sistema convencional e que recebe baixos salários. No caso do setor residencial, tema também citado por todos os arquitetos, quatro deles relataram o fato de que para edificações unifamiliares o uso do aço não é viável, o que torna difícil sua aplicação.

O último tema que se sobressaiu nas entrevistas por ser citado por todos os profissionais foi o de sistemas industrializados no Brasil. Dentro desse tema se destacou a resposta que

atualmente no país só são realizadas obras usando o aço quando se trata de edificações públicas, institucionais ou industriais, que foi citada por seis entrevistados.

Outros três temas apareceram nas respostas de quase todos os arquitetos, ou seja, seis dos sete entrevistados. O primeiro deles diz respeito às construtoras, sendo que a resposta mais mencionada foi a justificativa de que essas empresas utilizam os sistemas convencionais em suas obras por serem processos construtivos em que todos sabem trabalhar. Assuntos relacionados à Indústria do Aço no Brasil compreendem o segundo tema. Foram levantadas questões relativas ao fato de que essa indústria ainda não atingiu o potencial da demanda da construção civil, que na visão dos arquitetos é um setor que apresenta um grande mercado e está em pleno crescimento. O terceiro tema citado por seis arquitetos foi o dos usuários finais. A maior parte deles considerou que esse tipo de cliente não conhece o aço e que a divulgação atual desse sistema não consegue atingir esse público específico.

Os demais temas apareceram menos vezes, como é o caso do ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, que foi abordado por cinco arquitetos. Todos eles relataram o fato de que as universidades não ensinam o aluno a trabalhar com o aço, tratando esse sistema como uma alternativa secundária para a construção civil. Quatro profissionais relataram questões sobre o tema do uso dos sistemas industrializados fora do Brasil, que para eles já está consolidado e melhor adaptado ao mercado da construção civil. Por fim, três arquitetos citaram o tema do projeto de arquitetura durante as entrevistas e apenas um levantou questões sobre *lobby* do cimento e selos de certificação brasileiros.

### **3.4. Indústria da Construção Civil e Grupo de Pesquisa**

Para obter uma visão mais ampla do setor da construção civil, realizaram-se entrevistas a duas empresas que atuam na área de sistemas construtivos industrializados e a um Grupo de Pesquisa que estuda as relações dos processos de projetos à produção do espaço urbano. Essas entrevistas foram analisadas separadamente, devido ao direcionamento distinto de cada uma delas. No entanto, as considerações parciais levam em conta os três resultados.

### 3.4.1. Metodologia adotada

No caso das empresas, elas foram selecionadas propositalmente por sua importância a nível nacional e ao objetivo do trabalho e ambas possuem sede na cidade de Belo Horizonte-MG. Uma delas atua no ramo da siderurgia, por meio de uma rede de outras empresas, desde a extração do minério até a transformação do aço em bens manufaturados, como é o caso de estruturas metálicas de grande porte. E a outra empresa atua no ramo da construção a seco a partir do sistema construtivo industrializado LSF. Ela funciona como indústria de fabricação de perfis leves de aço, tanto para *Dry-Wall* quanto para LSF; como revendedora de componentes de construção a seco; e com serviço de cálculo estrutural e montagem de estruturas em LSF.

No caso do Grupo de Pesquisa, ele foi selecionado também propositalmente, devido à sua linha de pesquisa voltada à produção do espaço urbano e suas pesquisas relacionadas aos sistemas construtivos utilizados no setor residencial. Trata-se de um grupo sediado em uma universidade pública do estado de Minas Gerais, onde estão envolvidos pesquisadores dos departamentos de Projeto, Urbanismo e Análises Críticas da própria universidade, além de pesquisadores de outras instituições e alunos de graduação e pós-graduação.

As entrevistas aconteceram no mês de outubro de 2012 e foram gravadas na forma de áudio. Dessa forma, essas entrevistas ocorreram após a realização das entrevistas aos arquitetos, fato que orientou melhor os questionários direcionados às empresas e ao Grupo de Pesquisa. Para guiar as entrevistas, utilizou-se um questionário semiestruturado com perguntas abertas relacionadas ao tema central, ou seja, a construção industrializada. Porém, para cada entrevista aplicou-se um questionário diferente, visando extrair da melhor forma as informações relevantes de cada entrevistado que estava representando sua instituição (Apêndices C, D e E).

Por fim, essas entrevistas foram transcritas e as respostas agrupadas dentro de temas gerais, que variam de acordo com o entrevistado. Esses temas serão discutidos posteriormente, juntamente com a análise das respostas. Para preservar as identidades das instituições entrevistadas, seus nomes não aparecem nesse trabalho, sendo elas identificadas como Indústria Siderúrgica, Construtora na área de *Light Steel Framing* e Grupo de Pesquisa. Nos Apêndices C, D e E estão descritos os roteiros das entrevistas.

### **3.4.2. Resultado da Entrevista à Indústria Siderúrgica**

Escolheu-se uma empresa que atua na produção industrial em larga escala do aço para abordar o tema da construção industrializada a partir de uma outra visão, ou seja, do produtor. Por ser uma indústria que fabrica aço para diversos outros setores do mercado além da construção civil, foi interessante analisar qual o peso desse setor na produção geral da siderúrgica. A entrevista ocorreu na sede da empresa na cidade de Belo Horizonte-MG, por meio do contato com um engenheiro gerente de contas do setor de construção e infraestrutura. A partir dessa entrevista, as respostas foram agrupadas e analisadas em seis temas gerais, sendo eles: Indústria do Aço no Brasil, Construtoras, Setor Residencial, Divulgação do Aço, Custo e Empecilhos do Uso do Aço no Brasil.

#### **3.4.2.1. Indústria do Aço no Brasil**

Nesse tema estão todas as respostas que abordam a questão da indústria siderúrgica propriamente dita. Elas tratam de assuntos relacionados ao funcionamento dessa indústria, além de como o aço é distribuído nos diversos setores do mercado.

Em relação ao consumo do aço, o entrevistado informou quais os setores que mais consomem aço, sendo eles o da construção civil em nível mundial e o automobilístico junto com o da construção civil em nível nacional. Para o consumo no Brasil considera-se tanto o volume de aço comprado diretamente da usina quanto o aço adquirido nas distribuidoras. Essas distribuidoras são revendedoras, que compram o material ainda bruto da usina, como chapas e bobinas, e depois transformam o aço em componentes direcionados aos diversos setores do mercado, como é o caso do setor da construção civil e o automobilístico. No entanto, o volume de aço destinado ao setor da construção civil não indica diretamente a aplicação em construção industrializada, pois nessa estimativa considera-se desde os perfis metálicos estruturais, até telhas, gradis e vergalhões usados nas estruturas de concreto armado.

De acordo com o engenheiro, não existe uma estatística que contabilize a utilização do aço estrutural. Atualmente no país, o consumo de aço em edifícios de múltiplos andares ainda é muito pequeno, a maioria deles utiliza concreto armado. Porém, segundo ele, existem alguns segmentos onde a estrutura é naturalmente feita em aço, ou seja, já existe um conceito inicial de projeto que prevê a utilização de estruturas metálicas. Isso acontece, por exemplo, nas

edificações destinadas ao setor da mineração. Devido às condições do ambiente e às necessidades das empresas, o processo construtivo do aço está mais bem adaptado às demandas do setor. Então, todos os fabricantes de estruturas metálicas possuem contratos com as mineradoras, que obtiveram grandes investimentos nos últimos anos. Isso fez com que houvesse um aumento no consumo de aço na construção civil.

Questionado sobre o consumo do aço pela indústria automobilística, o entrevistado disse que esse setor não compete com o mercado da construção civil. São setores completamente diferentes e que consomem produtos distintos. Enquanto a indústria automobilística é mais complexa, pois trabalha com atendimento de cadeia e com um aço específico, o mercado da construção civil é mais simples. Esse é um mercado que tem potencial e está se desenvolvendo, porém ainda é muito pequeno e existe pouca concorrência dentro dele. O profissional ainda acrescentou que a concorrência é bem saudável para o bom desenvolvimento do mercado, isso faz com que seja regulado o preço, oferta e demanda dos serviços.

#### **3.4.2.2. Construtoras**

As respostas relacionadas às construtoras estão nesse tema. Abordaram-se assuntos referentes à maneira como as construtoras em geral inserem a estrutura metálica em suas obras.

O entrevistado relatou o processo de modificação da maneira de trabalhar pelo qual passou as construtoras de grande porte. Essas empresas passaram a abrir seu capital, ou seja, estão entrando investidores nas construtoras. Os empresários que investem seus recursos em uma determinada construtora estão preocupados em conseguir um bom retorno financeiro em um curto prazo. Em função disso, as construtoras estão sendo obrigadas a industrializar os processos construtivos, para conseguir viabilizar uma obra em um tempo cada vez menor. Isso abre o mercado para a construção em aço, que é um sistema construtivo industrializado. Segundo o engenheiro, essas empresas estão, de certa forma, evoluindo e identificando novos processos construtivos para poder se adequar ao que elas precisam.

Portanto, muitas construtoras que antes trabalhavam somente com o concreto armado, estão começando a construir em aço. No entanto, esse cenário ainda está em um estágio inicial apesar do grande crescimento. O entrevistado explicou que essas construtoras estão passando por um processo de aprendizagem do sistema industrializado. Ele observou também que a

construção metálica não é muito complicada, mas necessita de processos construtivos específicos do sistema. É necessário ter equipamentos próprios para a montagem das peças, além de uma mão-de-obra especializada e mais treinada. O entrevistado destacou ainda que a etapa de montagem é extremamente importante em uma obra em estrutura metálica. Em determinados casos é ela que determina a lucratividade, ou não, da obra. Em relação à mão-de-obra, ele observou que a partir do momento em que os processos na construção vão se industrializando, ela busca se qualificar para poder acompanhar o mercado e que a falta de especialização não atua como um empecilho ao desenvolvimento do setor.

### **3.4.2.3. Setor Residencial**

Nesse tema inserem-se as respostas que abordam o uso do aço nas edificações residenciais. Analisaram-se a possibilidade e a viabilidade do uso dos sistemas industrializados estruturados em aço nas edificações unifamiliares e nas edificações multifamiliares em edifícios de múltiplos andares.

Sobre a utilização da estrutura metálica nos edifícios de múltiplos andares destinados ao uso residencial o entrevistado citou o caso da solução criada pela siderúrgica para projetos destinados ao Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Esse programa foi lançado no ano de 2009 pelo Governo Federal e tem a finalidade de criar mecanismos de incentivo à produção e aquisição de unidades habitacionais destinadas a famílias com renda bruta mensal de até R\$5.000,00. Na primeira etapa do PMCMV criou-se uma meta de um milhão de novas habitações, que passou para dois milhões na segunda etapa do programa que termina em 2014 (HABITAÇÃO..., 2012).

O entrevistado explicou que a siderúrgica desenvolveu um projeto padrão de edifício residencial de quatro pavimentos e tipologia "H", sendo no total 16 unidades por edificação. Esse projeto era um estudo feito antes mesmo de existir o PMCMV que foi adaptado para otimizar os processos de fabricação, transporte e montagem. Essa solução construtiva criada pela empresa compete com os edifícios executados em alvenaria estrutural, que é muito usada em edificações desse tipo. No entanto, os demais sistemas da edificação variam conforme o local e a construtora que está executando. Em alguns casos foi utilizado *Dry-Wall* nas paredes internas e laje em *Steel Deck*.

O engenheiro explicou como funciona a venda desse projeto, que faz parte de um processo de desenvolvimento do mercado das construtoras no uso do aço para a habitação. A Indústria Siderúrgica, por meio do seu setor de projetos, apresenta o sistema a uma construtora do segmento habitacional e ensina a ela como construir em aço. Ao mesmo tempo em que a usina vende e monta toda a estrutura, ela ensina e apresenta à construtora todas as demais empresas que fazem parte do processo produtivo. Dessa forma, a indústria abre mercado para os fabricantes de perfil metálico, que compram a bobina da usina e a transformam em peças estruturais. De acordo com o entrevistado, essa é a etapa inicial do desenvolvimento do mercado, pois no futuro essa construtora já vai possuir o conhecimento necessário e vai buscar os fabricantes e montadores por conta própria. A finalidade disso é ampliar o mercado do aço estrutural para o segmento habitacional de edifícios de múltiplos andares.

Uma característica desses empreendimentos é a grande quantidade de edifícios em uma mesma localidade. Em um canteiro de obras do PMCMV não são construídos menos do que 10 prédios, como é o caso de uma cidade citada onde foram construídos 50 edifícios. Essa característica é decisiva nas vantagens do uso do aço nesse tipo de edificação. Para o engenheiro entrevistado, quando se trabalha com um processo construtivo industrializado, o que viabiliza a obra é a escala de produção. Ele acrescentou ainda, que é necessário ter um lote mínimo que possibilite ao fabricante comprar uma bobina da usina siderúrgica e fabricar a quantidade de perfis necessários. Além disso, é necessário um volume grande de obra que traga ao montador uma regularidade e rentabilidade no serviço prestado. Devido a esses fatores que o projeto precisa estar bem detalhado e com as etapas da construção bem planejadas, de forma que se consiga fabricar e montar a estrutura em um curto prazo para que a construtora inicie os demais serviços na obra.

No caso do setor residencial unifamiliar, o entrevistado considerou que a estrutura metálica convencional, ou seja, aquela com pilares e vigas compostos por perfis de aço soldados ou laminados, ainda não é uma solução muito adequada. Pelo fato das edificações possuírem, na maioria dos casos, apenas um pavimento, o único componente sustentado pelo sistema é a cobertura. Portanto, é possível e, mais econômico, fazer o telhado descarregar sua carga no próprio fechamento externo, como por exemplo na alvenaria. Dessa forma, a estrutura metálica convencional não é um sistema viável para esse tipo de edificação. No entanto, a empresa enxerga duas soluções em aço possíveis de serem utilizadas nas unidades habitacionais, sendo elas a estrutura do telhado e o sistema construtivo LSF.

No caso do telhado, a Indústria Siderúrgica encontrou nesse componente uma grande oportunidade para transformar uma etapa da obra geralmente complexa em uma solução industrializada. O entrevistado citou o fato de que quando a estrutura do telhado é feita em madeira, não existe uniformidade nas peças. Isso faz com que sejam realizadas diversas adaptações durante a etapa de montagem. Além disso, existe a necessidade de utilizar madeira certificada, que é um material com custo elevado. Quando a madeira é substituída pela estrutura metálica, esses empecilhos são eliminados. O engenheiro explicou que, como é um componente industrializado, as estruturas do telhado já vêm do fabricante pré-montadas, de forma que o operário necessita apenas unir três peças e distribuir as telhas. Isso traz facilidade e agilidade no processo construtivo, além de resultar em uma estrutura com maior possibilidade de controle de qualidade.

Já no caso do LSF, o profissional disse que esse sistema pode se tornar uma solução muito eficiente para atender a demanda da habitação unifamiliar. Porém, ele completou que é um sistema que não se consolidou no país e ainda está em etapa inicial de implantação. Isso pode ser observado pelo fato de não existir uma cadeia de fornecedores muito estruturada no Brasil, de forma que o sistema construtivo em LSF é utilizado principalmente, em habitações de alto padrão. Ainda assim, o entrevistado acredita que as empresas estão começando a enxergar o potencial desse sistema na medida em que passam a conhecer melhor seu funcionamento e características. Para o entrevistado esse sistema construtivo é a melhor solução de engenharia para habitação unifamiliar em aço, além de ser viável economicamente. Ele ainda disse que provavelmente nos próximos anos os exemplos de utilização do LSF nas edificações vão ser mais numerosos e recorrentes.

#### **3.4.2.4. Divulgação do Aço**

Por ser um assunto abordado nas entrevistas aos arquitetos, o tema da divulgação do aço apareceu na entrevista à Indústria Siderúrgica. Tratou-se de como é feita essa divulgação e se existe um interesse da própria indústria em divulgar seus produtos no mercado da construção civil.

O entrevistado relatou que o papel de divulgação da siderúrgica se modificou. Antes existia na empresa um setor específico para a divulgação do aço e desenvolvimento do mercado da construção civil. Havia uma aproximação entre a área comercial e a área técnica, ou seja, era

um *marketing* técnico-comercial. Muitas indústrias do aço pararam de fazer essa divulgação direta. Ele explicou que, no caso da empresa entrevistada, essa divulgação seguiu outro caminho e se tornou mais comercial. A empresa criou a área de vendas de habitação, onde são desenvolvidos e comercializados os projetos de edifícios habitacionais destinados ao PMCMV, já explicado no subcapítulo anterior. Portanto, por meio da venda de um produto em estrutura metálica, a usina mostra aos interessados como funciona o sistema e quais as vantagens sobre os demais sistemas construtivos. Além disso, ela desenvolve toda a cadeia produtiva do setor, de forma que todos os envolvidos lucram, ou seja, a usina, o fabricante dos perfis, o montador, a construtora e o investidor final do empreendimento. Atualmente o mercado está favorável ao consumo da estrutura metálica como nunca esteve antes no Brasil. Para o engenheiro esse é um caminho sem volta, pois é um processo de desenvolvimento do setor da construção.

Entretanto, o entrevistado disse que apesar da divulgação direta não ser feita mais pelas usinas siderúrgicas ela não foi extinta. Hoje em dia, o CBCA tem a finalidade de desenvolver o mercado do aço no Brasil, mediante a publicação de manuais e realização de palestras, cursos e eventos. Essa instituição tem como objetivo principal promover e ampliar a participação da construção em aço no mercado, por meio da organização de um centro de estudos e tecnologia; difundir as competências técnica e empresarial para a construção em aço; e colaborar com os trabalhos das entidades existentes. Dentre suas atividades, destaca-se a defesa do aço frente a outros materiais que competem com ele, para que sua escolha seja em função de sua inovação, viabilidade econômica e características estéticas na construção (QUEM..., 2012).

#### **3.4.2.5. Custo**

Nesse tema aparecem as respostas que abordam a questão do custo das estruturas metálicas e sua relação com os demais sistemas estruturais. Esse é mais um assunto citado durante as entrevistas aos arquitetos, que passou a fazer parte do questionário levado à Indústria Siderúrgica.

Foi questionado ao entrevistado sobre os motivos que fazem o aço produzido dentro do território nacional ser mais caro do que o aço importado de outros países. Ele explicou a

diferença entre a produção das estruturas no Brasil e na China, que é o país em evidência nesse setor atualmente.

Quando se analisa a indústria siderúrgica no território chinês, observa-se que as empresas são na sua maioria estatais, ou seja, regulamentadas exclusivamente pelo governo. Dessa forma, a finalidade principal dessas indústrias não é dar lucro e sim gerar empregos e manter o forte crescimento do país. O oposto ocorre no território nacional, onde as usinas siderúrgicas foram privatizadas e possuem capital aberto. Por isso, as empresas precisam dar um retorno financeiro positivo aos seus acionistas, que cobram constantemente isso. Além disso, toda produção nacional submete-se a diversos níveis de fiscalizações e leis que visam garantir a qualidade e segurança das peças produzidas. O entrevistado citou algumas dessas normas: ISO 9001 (ABNT, 2008a), que regula sobre a gestão da qualidade; ISO 14001 (ABNT, 2004), que regula sobre a gestão ambiental; e OHSAS 18001 (OHSAS, 2007), que regula sobre a saúde e segurança ocupacional. Existe também a necessidade de adequar as estruturas produzidas às normalizações específicas do material, como é o caso da NBR 8800 (ABNT, 2008b), que trata dos requisitos básicos para cálculo de projetos de estruturas metálicas. Essa garantia de qualidade não ocorre com as estruturas metálicas importadas da China.

O entrevistado ainda citou dois fatores que elevam a diferença de custo entre o aço nacional e o importado. Um deles é o que se chama de "custo Brasil", que é uma expressão utilizada por empresários, políticos, acadêmicos, imprensa e pelo público em geral, para designar questões que prejudicam a competitividade das empresas nacionais perante as demais empresas sediadas em outros países (MANCUSO, 2004). Esse fator independe das estratégias definidas pelas empresas nacionais, pois está relacionado à políticas econômicas que se aplicam à todas elas, como a tributação, custos de energia, matéria prima, infraestrutura e mão-de-obra (FIESP, 2013).

O outro fator é a aplicação de *dumping* na exportação do aço da China. Essa é uma prática condenada pela Organização Mundial do Comércio (OMC) e diz respeito à comercialização de produtos a preços inferiores ao custo de produção com a finalidade de eliminar a concorrência e absorver uma fatia de mercado. O *dumping* pode acontecer de duas maneiras, sendo uma delas quando uma empresa decide por estratégia arcar com o prejuízo da produção com o intuito de prejudicar ou até eliminar algum concorrente. A outra maneira, que é o caso citado pelo entrevistado, acontece quando algum determinado setor recebe subsídios do

governo e com isso consegue exportar seus produtos com preço abaixo do custo de produção (WOLFFENBÜTTEL, 2011).

Diante disso, segundo o entrevistado, o Brasil passa por um processo de desindustrialização, no qual as indústrias do aço sofrerão um forte impacto. Atualmente é comum a importação de componentes já beneficiados, ao invés de bobinas e chapas metálicas, de forma que o preço do material acabado é menor do que a própria bobina produzida nacionalmente. Em muitos casos, o valor é até inferior ao próprio processo de fabricação, o que inviabiliza a produção. No entanto, o engenheiro observa que esse é um processo perigoso para o desenvolvimento do país. No momento em que essa produção da China tiver algum problema, não se sabe se o setor industrial nacional vai ter a capacidade de atender a demanda do mercado interno. Isso torna esse processo muito arriscado. Além disso, ele cita o fato de que, com essa situação, a tendência é que o setor da distribuição acabe, pois ocorrerá um estreitamento da cadeia entre o fornecedor e o cliente.

#### **3.4.2.6. Empecilhos ao Uso do Aço no Brasil**

O entrevistado levantou quais seriam os principais empecilhos para o uso do aço como sistema estrutural na construção civil, na visão da empresa. Nesse tema estão as questões envolvidas e sua análise.

O engenheiro entrevistado citou quatro principais fatores que impedem a difusão das estruturas metálicas no setor da construção civil. O primeiro deles diz respeito à diferença entre o imposto aplicado sobre o aço e os demais sistemas estruturais, onde as peças são fabricadas no próprio canteiro de obras. Por ser um processo industrial, a fabricação da estrutura metálica está sujeita a uma tributação específica dessa operação, enquanto que uma estrutura em concreto armado moldado *in loco* está sujeita a uma tributação diferente. E essa diferença no imposto é grande, ou seja, quem produz no local da obra paga menos imposto do que quem produz na indústria. Ele ainda completou que apesar da diferença de tributação, a finalidade dos produtos é a mesma, que é a construção civil.

Essa tributação interfere de forma diferente para a usina siderúrgica e para a construtora, como explicou o engenheiro. Enquanto a indústria consegue fazer o custo do imposto circular entre seus gastos, devido ao fato dela creditar e debitar o imposto cobrado, a construtora tem o imposto apenas como um custo adicional. E muitas vezes o valor do produto sem imposto é o

mesmo, mas como a construtora não vai creditar esse valor a mais, é mais vantajoso optar por aquele que tiver um menor custo final. Devido a essa realidade, o entrevistado disse que o CBCA desenvolveu um estudo, juntamente com uma consultoria tributária, para apresentar aos órgãos competentes. Essa ação do CBCA tem como finalidade propor que o aço produzido para a construção civil tenha o mesmo peso tributário que os demais sistemas estruturais. Isso traria uma condição de igualdade entre a solução industrializada e a construção *in loco*, de forma que o aço poderia competir de maneira mais justa no mercado da construção civil.

O segundo fator é a questão do *lobby* do cimento, que foi um assunto já abordado na análise das respostas das entrevistas aos arquitetos. Segundo o profissional, essa prática interfere muito nos processos de escolha do sistema estrutural. Em alguns casos o empreendedor até tenta utilizar a estrutura metálica, mas não consegue. Apesar da arquitetura ser mais favorável ao uso de estrutura metálica em alguns projetos, utiliza-se o concreto armado na maioria deles. É importante observar que esse assunto foi citado superficialmente, assim como aconteceu na entrevista aos arquitetos. Isso pode indicar que é um tema delicado e que o profissional não quisesse se comprometer com a resposta.

A questão cultural é o terceiro fator citado na entrevista. De acordo com o engenheiro, as obras no Brasil têm a tendência de já iniciarem o projeto com a ideia de que será utilizado o concreto. Para ele, isso se tornou uma forma natural de pensar o projeto. No entanto, se o empreendedor decide no meio do processo utilizar o aço, isso pode se tornar um problema e muitas vezes ele não consegue viabilizar a edificação com esse sistema.

Finalmente, o último fator citado pelo entrevistado foi a questão do desenvolvimento da cadeia produtiva da estrutura metálica no país. Segundo ele, existe um número muito reduzido de empresas que fornecem serviços ligados à estrutura metálica, como por exemplo, só existe uma indústria que produz perfil laminado no Brasil. Isso mostra que o trabalho de desenvolvimento do mercado do aço não pode ser interrompido. Para o engenheiro, enquanto o número da construção metálica for baixo é necessário continuar desenvolvendo o setor com ações de marketing.

Contudo, o profissional concluiu que existe um crescimento do consumo de aço estrutural no país, pois os processos no setor da construção civil estão se industrializando cada vez mais. Porém é um mercado que apesar de ter um potencial de desenvolvimento muito grande, ainda

requer incentivos para sua consolidação, de forma que existam opções de empresas prestando os mesmo serviços espalhadas em todo o território nacional.

### **3.4.3. Resultado da Entrevista à Construtora na Área de *Light Steel Framing***

Com o intuito de abordar o tema da construção industrializada no setor residencial unifamiliar, selecionou-se uma empresa que atua especificamente com o sistema construtivo LSF. Essa empresa, com sede na cidade de Belo Horizonte-MG, tem experiência em trabalhar com o sistema e atua em diversas regiões do país. Foi interessante analisar, na visão do construtor, quais são as características dos projetos executados e quais as principais dificuldades que ele enfrenta para competir no setor da construção civil. A entrevista aconteceu na própria sede, por meio do contato com um arquiteto do departamento técnico da empresa. Após a realização da entrevista, as respostas foram analisadas e agrupadas em seis temas gerais, sendo eles: Mão-de-obra, Setor Residencial, Setor Comercial, Setor Público, Projeto Arquitetônico e Custo. No final, o entrevistado respondeu sobre as razões impedem que o sistema LSF seja mais usual no Brasil.

Para entender melhor o funcionamento da empresa, o arquiteto explicou quais são os serviços prestados por ela. A partir do momento em que a construtora recebe o projeto arquitetônico, ela executa o projeto estrutural no sistema LSF. Posteriormente, fabrica na própria empresa os perfis metálicos que formarão a as estruturas e finalmente faz a montagem no canteiro de obras. A empresa é responsável somente pela etapa de montagem do LSF, ou seja, ela entrega as estruturas com o isolamento e acabamento de gesso ou placa cimentícia. As demais etapas da obra, como fundação, acabamento final e instalações hidráulica e elétrica ficam a cargo do cliente, que contrata o serviço de outras empresas. No entanto, as etapas de instalações hidráulica e elétrica necessitam ser feitas juntamente com a montagem da estrutura.

#### **3.4.3.1. Mão-de-obra**

Nesse tema estão agrupadas as respostas sobre como a empresa realiza a formação da mão-de-obra para trabalhar com o sistema LSF. Questionou-se ao arquiteto se isso foi um problema para a inserção da empresa no mercado da construção.

O entrevistado explicou como foi o processo de formação da mão-de-obra desde o início de funcionamento da empresa. De acordo com ele, a responsabilidade da formação é inteiramente dela. Isso faz com que o fato de entrar um funcionário não especializado seja uma característica positiva, pois a construtora tem a possibilidade de treinar o profissional a trabalhar da maneira que a empresa funciona. Basicamente, a formação passa por etapas, onde o trabalhador ganha experiência gradativamente. Em um período de dois meses o empregado já possui o conhecimento de quase todos os procedimentos mais simples e repetitivos, de forma que ele já consegue trabalhar em uma obra. As próximas etapas têm a finalidade de refinar o conhecimento do trabalhador que duram em média de 12 a 18 meses no total. No entanto, em uma obra são empregados profissionais com diferentes experiências, desde o mais iniciante até o encarregado, ou seja, o mais experiente deles.

Questionado sobre as dificuldades na área de mão-de-obra da empresa, o arquiteto relatou que o problema ocorreu apenas no início de funcionamento da empresa. Nessa fase foi necessário formar o grupo inicial de trabalhadores, depois disso a equipe aumentou gradativamente, sem prejuízos para o andamento das obras. Atualmente, a construtora contrata montadores terceirizados, que muitas vezes são ex-funcionários que fundaram suas próprias empresas.

#### **3.4.3.2. Setor Residencial**

As respostas desse tema tratam sobre como é a demanda de projetos residenciais na empresa. Questionou-se ao arquiteto como é a relação entre o usuário final e a empresa e quais são as dificuldades encontradas ao trabalhar com esse setor específico.

A maioria dos projetos que chegam à empresa para consulta é do setor residencial, porém, desses projetos poucos são viabilizados. Os projetos do setor comercial são os que realmente chegam a ser efetuados. Segundo o arquiteto, isso ocorre basicamente devido a dois motivos. Primeiramente, existe o fato de que o cliente do setor residencial é muitas vezes o próprio usuário final, que não conhece muito bem o processo da construção em si. Esse cliente procura a empresa pensando em contratar o projeto inteiro, desde a estrutura até o acabamento final, o que não acontece realmente. Para o entrevistado, eles têm dificuldade em assimilar como é realizada uma obra formal, ou seja, por meio de especialistas em cada setor. Isso já não ocorre no setor comercial, pois o contratante entende essa característica com mais facilidade.

O segundo motivo complementa o primeiro. Ele diz respeito à informalidade no setor da construção civil, principalmente no caso da construção habitacional. Os clientes residenciais estão acostumados a tratar diretamente com o pedreiro, que muitas vezes faz a edificação completa e até mesmo o projeto. Portanto, quando procuram a construtora eles vêm com essa ideia em mente, o que não representa a realidade de funcionamento da empresa. Então, os clientes muitas vezes desistem de usar esse sistema e recorrem ao serviço informal da construção civil.

No caso dos projetos residenciais que chegam à construtora, o entrevistado disse que a decisão pelo sistema industrializado parte na maioria das vezes do próprio cliente. Algumas vezes é o escritório de arquitetura que propõe a utilização do LSF, porém não é o mais comum. Esse cliente geralmente não é da área da construção civil, mas já ouviu falar desse sistema construtivo, seja por meio de publicações ou porque já viu uma edificação construída com ele.

De acordo com o arquiteto, quando se trata de projetos residenciais, os usuários finais possuem duas dúvidas principais. Uma delas, a mais recorrente, está relacionada à resistência da estrutura. Eles querem saber se o sistema possui segurança estrutural que possa ser comparada com os sistemas convencionais, como é o caso do concreto armado e alvenaria. A outra dúvida está relacionada à manutenção da edificação. Muitos querem saber como acontece essa manutenção depois que a obra já está concluída. O entrevistado explicou que a partir do momento que eles explicam como ela deve ser feita, o cliente percebe que é um processo muito mais simples do que na alvenaria tradicional. Ele ainda acrescentou que o serviço não é mais caro do que o comum, porém é necessário que seja contratada uma mão-de-obra que saiba trabalhar com o LSF, que pode ser uma pessoa que trabalhe com o sistema de *Dry-Wall*. Além disso, a empresa sempre fornece ao usuário final um manual que mostra o que se pode ou não fazer na edificação e quais são os cuidados que se deve ter ao realizar as manutenções necessárias.

Sobre a questão do financiamento das construções realizadas em LSF, o entrevistado observou que é um procedimento possível de ser feito. Ele constatou que o processo é um pouco mais burocrático do que para um sistema convencional. No entanto, já existem casos que deram certo, desde financiamento de edificações já construídas até obras partindo do zero.

### **3.4.3.3. Setor Comercial**

Nesse tema inserem-se as respostas sobre os projetos realizados para uso comercial. Foi interessante analisar quais as diferenças entre esse setor e o residencial, na visão da construtora de LSF.

Muitos dos projetos viabilizados pela empresa são de uso comercial, como é o caso de agências bancárias, lojas de conveniência de posto de gasolina e escritórios dentro de áreas industriais. Os clientes desses projetos já entendem que a construtora vai entrar na obra como um terceiro, sendo responsável somente pela construção da estrutura em LSF. Muitos desses clientes já conhecem o sistema LSF e a demanda parte diretamente deles. O entrevistado citou o caso de uma rede de postos de gasolina que possui um projeto de ecoeficiência, onde é previsto a utilização consciente dos recursos naturais. Um dos itens atendidos pelo projeto é a utilização de um sistema construtivo industrializado com menor geração de resíduos. Dessa forma, a rede escolheu o LSF para construir as edificações que compõem os postos de gasolina. Além disso, o arquiteto acrescentou que no caso dos projetos comerciais, os contratantes antes de construir pesquisam todos os fornecedores credenciados, ou seja, aqueles que possuem capacidade técnica para construir. Dentre eles, o cliente escolhe aquele com menor preço e melhores condições de fornecimento do serviço.

A questão da informalidade no mercado da construção civil interfere menos na escolha dos sistemas construtivos para projetos comerciais. Segundo o entrevistado, isso ocorre devido ao fato de que os clientes desse setor normalmente contratam profissionais e empresas registradas para executar suas obras, mesmo no caso dos sistemas convencionais, como alvenaria e concreto armado. Portanto, a demanda já estabelece a necessidade do trabalho formal.

### **3.4.3.4. Setor Público**

Questionou-se ao entrevistado qual a relação da empresa com os projetos públicos. As respostas desse assunto estão reunidas nesse tema. Elas abordam a forma de participação do setor público na contratação de projetos executados utilizando sistemas construtivos industrializados, no caso o LSF.

O entrevistado observou que a construtora possui uma demanda de executar algumas escolas destinadas ao ensino infantil da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH). No total, são 32 escolas dispostas seguindo um projeto padrão da própria prefeitura para esse tipo de edificação. De acordo com o arquiteto, a solicitação para a estrutura em LSF partiu da construtora que ganhou a licitação para essas obras. Como a prefeitura estipulou um prazo máximo para a execução dos projetos, a construtora percebeu que necessitava utilizar um sistema construtivo industrializado para conseguir viabilizar o empreendimento. Dessa forma, ela optou pelo sistema LSF por ele se adaptar melhor ao projeto proposto, que possui grande escala de obra e projeto padrão, o que possibilitou otimizar os processos e minimizar as perdas de material. O arquiteto ainda disse que essa construtora também é responsável pela execução das escolas de ensino fundamental da mesma prefeitura. No entanto, para esse tipo de edificação foi escolhido o sistema construtivo de concreto pré-moldado, que garante mais rapidez na obra, já que são edificações com quatro pavimentos.

Um detalhe importante de ser observado é que a construtora em questão nunca trabalhou com LSF. Essa é uma empresa que historicamente trabalhou mais com o concreto armado, mas que atualmente está ampliando suas possibilidades por meio dos sistemas construtivos industrializados. O entrevistado acrescentou que a construtora pretende transformar essas obras em exemplos bem sucedidos com a utilização de novos sistemas construtivos, que são voltados à industrialização dos processos.

Em relação aos projetos públicos destinado à habitação social, o profissional citou o caso da Vila Dignidade no estado de São Paulo. Esse programa, realizado na cidade de Avaré, entregou 22 habitações construídas com LSF destinadas a pessoas da terceira idade e de baixa renda (HABITAÇÃO..., 2010). No entanto, ele relatou que a empresa nunca conseguiu viabilizar um projeto desse tipo, apesar de já ter executado alguns estudos. Ele observou que existe um fator político que interfere muito na escolha da construtora para esse tipo de projeto. Além disso, muitos construtores fixam um orçamento baseado na construção em alvenaria e não têm interesse em aprender o processo de montagem do LSF. Ao invés de avaliar o sistema como um todo, eles comparam apenas os materiais, ou seja, uma parede em alvenaria com uma parede em LSF. Dessa forma, segundo o entrevistado, não é possível competir com a alvenaria estrutural, pois a vantagem do LSF está no processo de montagem e na facilidade de execução das instalações elétricas e hidráulicas.

### 3.4.3.5. Projeto Arquitetônico

Nesse tema foram reunidas as respostas sobre como devem ser elaborados os projetos arquitetônicos para LSF. O entrevistado relatou se existe alguma regra ou algum empecilho para sua execução.

O arquiteto observou que a maioria dos projetos levados à empresa não é elaborada usando o sistema LSF. De acordo com ele, esse fato não impede e nem dificulta sua execução utilizando o sistema construtivo industrializado. No entanto, é necessário que o arquiteto tenha a noção dos princípios básicos desse sistema e quais são suas principais características. Dentre elas, ele cita o fato de ser uma estrutura autoportante, ou seja, todos os componentes da edificação possuem a função estrutural. Nesse caso, a disposição das paredes e das cargas vai influenciar muito na complexidade da estrutura e, conseqüentemente, no custo da obra.

### 3.4.3.6. Custo

Por ser um assunto muito citado durante as entrevistas aos arquitetos, o custo foi um tema abordado durante a entrevista à Construtora na Área de LSF. As perguntas trataram da influência do custo dos materiais dentro do sistema construtivo como um todo.

O entrevistado explicou que quando se trabalha com os sistemas convencionais, como o concreto armado moldado *in loco*, o custo dos materiais corresponde a 50% do total e a mão-de-obra os 50% restante. Já no caso do LSF, os materiais correspondem a 70% do custo total e a mão-de-obra apenas 30%. Isso se deve ao fato de que numa obra industrializada existe um uso menos intensivo de mão-de-obra, já que os processos realizados dentro do canteiro de obras estão destinados apenas à montagem dos componentes.

Dentro do custo dos materiais do sistema LSF o que possui o maior peso é o aço juntamente com a placa cimentícia. O aço que a construtora trabalha é proveniente de uma siderúrgica nacional e ele chega na forma de bobina cortada na largura específica para a fabricação dos perfis metálicos. Em relação à placa cimentícia, a empresa trabalha com um material importado que, segundo o entrevistado, apresenta melhor qualidade.

Quando se trata do custo total da obra, o arquiteto define que só é possível comparar com os demais sistemas quando se trabalha com o serviço formal. A construtora de LSF possui todos

seus funcionários registrados, ou seja, eles possuem todos os benefícios que teriam em qualquer outra empresa, como por exemplo, vale transporte, vale alimentação, plano de saúde e fundo de garantia. Isso gera um custo para a empresa, mas em contrapartida traz segurança e qualidade aos serviços prestados. Portanto, é difícil competir com o trabalho informal devido à carga tributária que a construtora possui.

#### **3.4.3.7. "Por que o *Light Steel Framing* não é um sistema predominante no Brasil?"**

No final da entrevista questionou-se ao entrevistado qual a razão do LSF não ser um sistema construtivo predominante no Brasil. Essa pergunta foi interessante para observar qual a visão de quem trabalha com o próprio sistema sobre a inserção do mesmo no mercado da construção civil.

Para o arquiteto, existem duas razões críticas que não permitem a maior difusão desse sistema no mercado, principalmente no setor residencial unifamiliar. A primeira delas diz respeito ao fator cultural. Devido ao fato das pessoas estarem tão acostumadas à relacionar segurança estrutural à materiais maciços, como é o caso do tijolo e concreto, elas sentem estranheza ao se deparar com uma parede em LSF. Por ser um sistema leve, elas acreditam que é uma construção frágil e que deve ser destinada apenas à edificações temporárias. De acordo com o entrevistado, isso ocorre mais no setor residencial do que no comercial e industrial. Esses dois últimos possuem a característica de absorver primeiro e com mais facilidade as novas tecnologias. Apesar da questão cultural ser um entrave para o sistema crescer, ela tem diminuído, pois a cada dia existem mais exemplos de edificações executadas em LSF e mais pessoas interessadas no sistema.

A outra razão trata da questão da informalidade no setor da construção civil. Para o entrevistado, o sistema de LSF compete injustamente com a situação de trabalho informal. Apesar de sua qualidade não ser garantida, o serviço informal vai ter sempre custos mais baixos do que qualquer outra opção na construção civil. Isso faz com que o sistema convencional, que já está embutido no conhecimento dessa mão-de-obra informal, seja mais utilizado, principalmente na construção destinada à habitação.

Em relação ao uso do LSF no Brasil, o arquiteto explicou como é a demanda de acordo com as regiões do território nacional. A utilização do sistema industrializado nas habitações na região Sul é a mais expressiva. Isso ocorre devido ao fato de que já existe uma forte cultura da

construção por meio de montagem, como é o caso das edificações em madeira que são sistemas construtivos implantados pelos imigrantes europeus. Como o LSF também segue um processo construtivo baseado na montagem de peças, suas características não incomodam tanto aos moradores do Sul, principalmente o fato da parede ser oca. De acordo com o entrevistado, a região Sudeste também tem uma demanda grande. Ele citou o estado de São Paulo, que possui mais exemplos de casas em LSF do que Minas Gerais, apesar da forte tendência de crescimento. E nas regiões Norte e Nordeste o sistema construtivo do LSF é muito pouco usado. O profissional acrescentou ainda que nessas regiões o sistema de *Dry-Wall*, que no Sul e Sudeste já está bem difundido, ainda está no processo inicial de implantação. Nesses locais não existe demanda e, portanto não existem fornecedores. No entanto, se não existem empresas que trabalham com sistemas construtivos industrializados não é possível criar essa demanda.

Pela visão do arquiteto entrevistado, a demanda para a utilização do sistema LSF está aumentando em todo o país. Porém, é um crescimento menor do que o potencial que esse sistema apresenta. Nos quatro anos que o profissional trabalha nessa construtora ele viu um aumento no número de projetos viabilizados em LSF.

#### **3.4.4. Resultado da Entrevista ao Grupo de Pesquisa**

Realizou-se uma entrevista a um Grupo de Pesquisa sediado em uma universidade pública do estado de Minas Gerais, com o intuito de abordar um setor não comercial e ligado às questões habitacionais. Esse grupo, de acordo com a arquiteta entrevistada, tem como objetivo geral investigar criticamente a produção do espaço urbano, analisando quais são as forças e os agentes atuantes nessa produção. Além disso, ele possui como finalidade a possibilidade de desenvolver práticas compartilhadas através da mediação entre tecnologia, projeto, construção, informação, vivência e criatividade em torno dos agentes envolvidos nesses processos.

A partir da entrevista realizada com a arquiteta coordenadora do grupo, suas respostas foram separadas dentro de três temas gerais analisados separadamente. Os temas encontrados são: Setor Residencial e o Uso de Sistemas Construtivos Industrializados, Setor Público e Programas Habitacionais.

#### **3.4.4.1. Setor Residencial e o Uso de Sistemas Construtivos Industrializados**

Nesse tema estão as respostas que abordam a questão da utilização dos sistemas industrializados nas construções habitacionais no Brasil. Questionou-se à arquiteta como esses sistemas construtivos podem chegar à esse tipo de edificação e quais as questões que impedem sua disseminação dentro desse público específico.

De acordo com a arquiteta, o grupo também pesquisa sobre as questões levantadas na entrevista, principalmente no que se relaciona com os processos de projeto. Para ela, a indústria da construção civil no Brasil está muito atrasada, não na questão de tecnologia, mas sim na distribuição de seus produtos. Existe uma série de componentes de sistemas construtivos já desenvolvidos por essa indústria, mas que não são distribuídos de forma eficiente a todos os usuários. A pesquisadora relatou o caso das autoconstruções, que correspondem a 77% das construções habitacionais no país. Esse setor da construção civil é definido pela obtenção de moradia onde a família, de posse de um lote urbano, constrói por conta própria sua casa, utilizando seus próprios recursos e, muitas vezes, mão-de-obra familiar, de amigos ou ainda contratada (NASCIMENTO, 2011). Os elementos construtivos utilizados na autoconstrução são obtidos em depósitos de materiais de construção e neles não chegam os grandes componentes industrializados desenvolvidos para uma construção leve. A mão-de-obra dessa autoconstrução tem acesso aos sistemas construtivos tradicionais, que são mais baratos e historicamente mais assimilados por esse tipo de profissional. Ainda que com esses sistemas as construções levem mais tempo para finalizar e necessitem de mais mão-de-obra durante sua execução, esse é um universo completamente dominado em termos de conhecimento e aplicação. Então, as grandes construtoras incorporam os sistemas construtivos industrializados nos empreendimentos residenciais de alto luxo e nos grandes equipamentos institucionais ao invés de inserir nas moradias do cotidiano.

Sobre a questão da formação de mão-de-obra, a entrevistada considerou que não é um problema para o desenvolvimento dos sistemas construtivos industrializados. Esse setor é passível de capacitação e está aberto a transformações e aprendizado. Ela ainda acrescentou que por possuir uma prática maior dentro do canteiro de obras, o operário da construção civil possui um conhecimento maior do que os profissionais que atuam no escritório, somente com a elaboração de projetos.

Questionada sobre o que faltaria para que os sistemas industrializados fossem mais utilizados nas construções habitacionais, a entrevistada respondeu que o grande problema é a maneira como é tratado o setor da construção civil no Brasil. Atualmente existe uma grande parceria entre o Estado e o setor privado, que impede a entrada de propostas feitas pela própria sociedade, ou seja, a partir das universidades, movimentos sociais ou associações de moradores. Enquanto esse tipo de sistema, voltado muito mais para questões econômicas do que para qualidade de vida dos moradores, existir, não há como reverter a situação. Ela defende ainda que, esse Grupo de Pesquisa tenta infiltrar por brechas que ainda existem na produção do espaço urbano. A partir disso, ele consegue realizar pequenas modificações e transformações pontuais, mas que provocam e desconstruem os discursos, mostrando na prática que existem outras maneiras de produzir os espaços urbanos.

#### **3.4.4.2. Setor Público**

As respostas que tratam de assuntos ligados ao papel do setor público sobre a concepção das edificações residenciais estão agrupadas nesse tema. A pesquisadora respondeu se a iniciativa de introduzir sistemas industrializados nas edificações teria que partir do governo.

A arquiteta considerou que o Estado não tem condições de realizar esse papel. Para ela, essa iniciativa tem que vir da própria indústria da construção civil. Além disso, a entrevistada acrescentou que essa indústria se interessa em introduzir esses componentes industrializados na autoconstrução. Porém, o problema está na distribuição e no custo. Existe uma grande dificuldade em distribuir os produtos nos diversos depósitos de materiais de construção que existem, pois muitos são pequenos e localizados nas periferias das cidades. E existe a questão do custo elevado desses componentes, considerando a maneira como ele é comercializado atualmente.

Outra questão levantada na entrevista foi o papel que os profissionais de projeto, ou seja, os arquitetos e engenheiros têm em atuar e melhorar a realidade da autoconstrução. Sobre isso, a pesquisadora respondeu que esses profissionais não chegam a essa autoconstrução, pois não são preparados para isso durante seu período de formação e trabalham nas grandes construtoras e com grandes projetos. Quem trabalha com assessoria nesse setor da construção civil são as universidades, associações de moradores ou movimentos sociais, que de alguma forma se vinculam a algum tipo de profissional da área.

Ainda sobre a questão do setor público, citou-se na entrevista a Lei 11.888/2008 (BRASIL, 2008), que regula sobre o direito de assistência técnica gratuita às famílias de baixa renda para os projetos de habitação. Essa lei foi sancionada no ano de 2008 e faz parte do direito social à moradia, previsto pela Constituição Federal. Seu texto dispõe sobre o direito à assistência técnica pública e gratuita para o projeto e construção de habitação de interesse social para a moradia própria de famílias com renda mensal de até três salários mínimos. Os encargos desse serviço são destinados ao apoio financeiro do Governo Federal aos Estados e aos Municípios, que devem possibilitar a execução permanente de assistência nas áreas de arquitetura, urbanismo e engenharia. A lei ainda prevê que essa assistência deve ser oferecida diretamente às famílias ou por meio de cooperativas, associações de moradores ou outros grupos organizados que possam representá-las.

Sobre isso, a arquiteta observou que essa lei é um grande avanço, mas o problema é como isso funcionará na prática. Existe um custo para que esse profissional atue nesse setor, e para ela, quem deveria arcar com ele são as agências de fomento à pesquisa, os ministérios e a própria universidade. Por ser um serviço gratuito, essa tarefa deveria ser de responsabilidade das universidades, por meio de grupos de pesquisa e pesquisadores tanto da graduação, quanto da pós-graduação. A arquiteta considerou que essa lei pode mudar a realidade desse setor de habitação, para que daqui a alguns anos isso se transforme em uma área de trabalho e não em uma fatia de mercado. Para a arquiteta, é um equívoco destinar esse serviço aos profissionais já inseridos no mercado. Eles não têm formação técnica para trabalhar com famílias de baixa renda, pois a lógica de pensamento é oposta àquela que se tem no mercado. Além disso, a entrevistada observou que a maioria das universidades não tem interesse em formar o profissional para esse tipo de serviço.

#### **3.4.4.3. Programas Habitacionais**

As respostas desse tema são específicas sobre os atuais programas habitacionais do setor público, tanto a nível nacional, quanto municipal, no caso a cidade de Belo Horizonte-MG. Direcionaram-se as perguntas à maneira como estão se desenvolvendo os projetos desses programas e, principalmente, como os sistemas construtivos são escolhidos.

Para a arquiteta, os atuais programas habitacionais do governo realizam-se da mesma maneira como as habitações construídas durante o período em que funcionou o BNH. São os mesmos

desenhos, implantação, ocupação, materiais e sistemas construtivos empregados. Ela incluiu ainda que não houve nenhum avanço nessa área, mas sim um aumento de poder dado às construtoras, que passaram a determinar todas as questões de projeto. Essas empresas possuem total poder sobre a escolha dos sistemas construtivos, sendo que o poder público apenas acata suas determinações. Para a pesquisadora, as construtoras nos dias de hoje são poderosas o suficiente para determinar o que se faz com as cidades, em termos de tecnologia, espacialidade, ocupação e até de legislação.

De acordo com a entrevistada, existe um pequeno movimento das construtoras ao utilizar sistemas construtivos industrializados, como é o caso das lajes pré-moldadas, por exemplo. Porém, é um avanço muito pequeno frente ao que poderia ser feito, pois os sistemas que existem no mercado poderiam ser melhor utilizados. Ela ainda acrescentou que o problema não é de tecnologia, pois o país possui tecnologia de sobra, a questão é político-econômica.

#### **3.4.5. Considerações Parciais**

Após a análise das entrevistas das empresas que atuam no ramo da construção industrializada levantou-se as questões mais relevantes de cada uma delas bem como os tópicos citados por ambas.

Em relação à Indústria Siderúrgica, é importante destacar os fatores considerados como empecilhos para a difusão do uso do aço nas construções. Um deles é a diferença entre o imposto aplicado sobre o aço e os demais sistemas construtivos, mesmo que a finalidade seja a mesma. Isso dificulta a competição do sistema industrializado no mercado da construção civil. O outro diz respeito à aplicação do *lobby* do cimento, atividade que pode interferir na escolha do sistema estrutural de uma nova edificação. A questão cultural e a falta de desenvolvimento da cadeia produtiva da estrutura metálica no Brasil são os outros fatores citados na entrevista.

O entrevistado levantou as principais possibilidades de aplicação do aço em projetos residenciais. Foram consideradas viáveis economicamente três tipos de uso, são eles: edifícios de múltiplos andares destinados à habitação popular, estrutura de telhados em substituição à madeira e o sistema construtivo LSF.

Outro ponto de destaque na entrevista é a explicação dada pela divergência entre o custo do aço nacional e o importado, trazido principalmente da China. O entrevistado relatou que dentro desses países é muito diferente a maneira como a indústria é tratada, sendo que enquanto no Brasil as usinas são privatizadas e visam ao lucro, na China elas são estatais e buscam manter o crescimento do país e gerar empregos. Além disso, existe um rigoroso controle, baseado nas normas vigentes, das peças produzidas nacionalmente, o que não ocorre com o aço chinês. Ele citou também dois pontos que interferem nessa divergência de valores. O primeiro diz respeito à prática de *dumping* e o segundo ao fator chamado "custo Brasil".

Ainda em relação à entrevista ao representante da Indústria Siderúrgica, foi relatada a transformação no processo de divulgação das estruturas metálicas. O profissional observou que atualmente essa divulgação é mais ligada ao setor comercial, por meio da inserção das estruturas metálicas em um setor da construção civil que está em pleno crescimento, que são as edificações destinadas ao PMCMV.

No que diz respeito à Construtora na Área de LSF, é importante citar as razões listadas pelo profissional que fazem com que o sistema não seja predominante no Brasil. Assim como no caso da Indústria Siderúrgica, o entrevistado também citou a questão cultural, que devido à falta de informação passa a ser um entrave no desenvolvimento do sistema. A outra razão se refere à informalidade no setor da construção civil, que faz o LSF competir injustamente com os sistemas considerados convencionais.

Outro ponto relevante da entrevista relaciona-se à questão da formação de mão-de-obra, que é um processo considerado custoso e difícil para a implementação de novos sistemas construtivos. No entanto, o arquiteto relatou que esse fato só foi um empecilho no início do funcionamento da construtora, período em que se criou o primeiro grupo de trabalhadores. Após esse tempo, a formação de novos profissionais ocorreu de forma gradual e não interferiu no funcionamento da empresa.

O entrevistado demonstrou a diferença que existe na inserção do LSF nos diferentes setores da construção civil: residencial unifamiliar, comercial e público. O primeiro não consegue se adaptar ao sistema de funcionamento de uma empresa da construção, ou seja, aquela que possui um serviço formal. Esse setor está acostumado à informalidade, o que passa a ser a base de comparação tanto para o custo final como para a maneira como são contratadas as etapas da obra. O oposto acontece com os demais setores, que já se adaptaram ao serviço formal, independentemente do tipo de sistema construtivo utilizado. Isso reflete diretamente

nos tipos de empreendimentos mais viabilizados pela empresa, que são as edificações comerciais e institucionais.

Dois assuntos foram citados por ambas as empresas ligadas aos sistemas industrializados. O primeiro trata de uma transformação na forma de trabalhar de algumas construtoras. Muitas empresas que antes só trabalhavam com sistemas convencionais, como o concreto armado moldado *in loco*, passaram a utilizar sistemas construtivos industrializados. Isso ocorre devido ao fato de que muitas construtoras passaram a buscar viabilizar suas obras em um tempo cada vez menor para conseguir dar bom retorno financeiro aos seus investidores. O outro assunto diz respeito à situação atual do mercado da construção civil para o aço. Ambos os entrevistados disseram que é visível o crescimento do setor, porém ainda está aquém do real potencial dos sistemas industrializados. Eles constataram que existe a necessidade de incentivar a consolidação do setor.

A partir da análise das respostas dadas pela arquiteta coordenadora de um Grupo de Pesquisa de uma universidade pública de Minas Gerais, levantaram-se algumas conclusões. Em primeiro lugar, observou-se que existe uma grande dificuldade de distribuição dos sistemas construtivos industrializados por parte da indústria para maior parte da população. A entrevistada citou a questão da autoconstrução, tema ainda não abordado nessa pesquisa. Esse setor da construção civil, que corresponde a mais da metade de todas as construções habitacionais no Brasil, como mencionado anteriormente, não tem acesso aos componentes desses sistemas. Eles estão presentes em apenas uma pequena parcela da construção habitacional, principalmente nos casos em que são executados grandes empreendimentos. Portanto, o problema está na maneira como esses materiais se inserem no mercado, o que define sua abrangência no setor residencial.

Outra questão abordada se refere ao setor público. Pôde-se entender que, para a entrevistada, existe um grande potencial a ser explorado no setor de ensino e pesquisa. A universidade possui uma proximidade maior com os processos produtivos do setor residencial, principalmente quando se trata de autoconstrução, podendo assim, se inserir nesse meio ao levantar os problemas e propor modificações junto aos próprios moradores.

Por fim, constatou-se que apesar das várias oportunidades criadas pelos atuais programas habitacionais do governo, pouco foi feito para modificar a realidade no setor. Os equívocos das experiências do passado se repetiram e em alguns casos até se ampliaram. Para a

entrevistada, ao designar total poder às construtoras, os empreendimentos habitacionais passam a ter como finalidade principal o lucro e não a qualidade de vida e do meio urbano.

### **3.5. Comparação dos resultados**

A partir da análise das matrizes curriculares dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Civil e das respostas dos entrevistados elaborou-se um resumo com os principais pontos levantados por cada um dos setores. Dessa forma, pôde-se observar quais os pontos convergentes e divergentes em relação ao tema da construção industrializada (Quadro 3.4).

Com a análise das matrizes curriculares, observou-se que é ineficiente a abordagem do tema da construção industrializada nos cursos pesquisados. As disciplinas encontradas são muitas vezes optativas ou então o tema aparece como um tópico de uma disciplina voltada a outro assunto. Além disso, o número de universidades que não tratam do tema é muito grande, 45% no caso de Arquitetura e Urbanismo e 61% em Engenharia Civil. Cinco dos sete arquitetos entrevistados citaram essa situação e acrescentaram que o ensino atualmente segue os preceitos do Modernismo, onde predomina o uso do concreto armado. Alguns arquitetos levantaram a questão de que a introdução do tema da industrialização da construção depende do interesse do professor que ministra determinada disciplina, pois não existe nenhuma regra ou norma que obrigue a abordagem desse assunto.

No caso da entrevista aos usuários finais, as respostas indicaram que existe o desconhecimento por parte deles sobre construção industrializada, especificamente o LSF. Por ser um sistema formado por componentes leves, o LSF possui características muito diferentes da construção convencional, o que gerou muitas dúvidas em relação a sua viabilidade. Dois grupos entrevistados citaram o desconhecimento dos sistemas industrializados por parte dos usuários finais, são eles: arquitetos e Construtora em LSF. Em relação aos arquitetos, quase a totalidade deles, ou seja, seis dos sete entrevistados, citaram esse fato, sendo que um deles completou que a divulgação não é feita para os leigos, mas somente para os profissionais do ramo da construção. Já a Construtora em LSF relatou que essa questão é uma das razões para que poucos projetos residenciais sejam viabilizados pela empresa.

Quadro 3.4 - Resumo das questões levantadas na pesquisa por cada um dos setores

Questões	Universidade	Usuário Final	Arquitetos	Indústria Siderúrgica	Construtora LSF	Grupo de Pesquisa
Abordagem ineficiente dos sistemas industrializados no ensino de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil.	X		X			
Desconhecimento dos sistemas construtivos industrializados pelo usuário final.		X	X		X	
Possibilidade de aceitação do sistema industrializado pelo usuário final, caso tenha mais informações.		X	X			
Mão-de-obra desqualificada é um problema.			X			
Mão-de-obra desqualificada não é um problema.				X	X	X
Custo elevado dos sistemas construtivos industrializados.			X			X
Questão cultural é um problema.				X	X	
Informalidade no setor residencial.					X	
Falta desenvolver a cadeia produtiva dos sistemas construtivos industrializados.				X		
Falta divulgação dos sistemas construtivos industrializados.			X			X
Construtoras não estão investindo na industrialização dos sistemas construtivos.			X			
Grandes construtoras estão começando a investir na industrialização dos sistemas construtivos.				X	X	

Outra questão complementa a anterior e diz respeito à possibilidade de aceitação pelo cliente final em usar um sistema construtivo industrializado a partir do acesso à informação. Após a apresentação de como funciona uma construção em LSF a aceitação foi de quase 60%, sendo que cerca de 40% deles continuariam a optar pelo sistema mesmo que o valor fosse superior ao convencional. Três arquitetos levantaram essa questão e disseram que um dos papéis do

profissional é apresentar novas possibilidades construtivas adequadas para cada caso, já que ele detém o conhecimento técnico.

No que se refere à mão-de-obra, observaram-se duas respostas contrárias. A primeira foi apresentada pelos arquitetos, que consideraram a falta de mão-de-obra qualificada como sendo um entrave para o desenvolvimento da construção industrializada. E a segunda foi levantada tanto pelas empresas ligadas à construção industrializada quanto pelo Grupo de Pesquisa. Para esses entrevistados o fato de existir uma grande quantidade de mão-de-obra desqualificada não impede o desenvolvimento da industrialização, pois o trabalhador tende a acompanhar o mercado, buscando se especializar. Dessa forma, a realidade da mão-de-obra no Brasil é uma consequência da demanda nos canteiros de obra.

Tanto os arquitetos quanto o representante do Grupo de Pesquisa consideraram que o custo elevado dos sistemas construtivos industrializados impede que eles sejam mais utilizados nos projetos. Os profissionais de arquitetura observaram que muitos empreendimentos não são viáveis economicamente usando o aço, por exemplo. Isso ocorre tanto pelo preço alto quanto pela variação do custo que faz com que o orçamento da estrutura não seja muito previsível. No caso do Grupo de Pesquisa, a maneira como esses produtos são distribuídos inviabiliza a utilização dos sistemas industrializados na autoconstrução, setor que possui uma grande demanda de edificações residenciais.

A Indústria Siderúrgica e a Construtora em LSF citaram a questão cultural como um problema para a inserção da construção industrializada no mercado nacional. Para elas a barreira cultural e falta de informação existe tanto por parte dos usuários finais quanto pelos profissionais da área da construção civil. Esse último caso ocorre pelo fato dos empreendimentos já serem desenvolvidos pensando em utilizar a construção convencional que já está arraigada na cultura do país. Isso impede que muitos projetos, que estariam melhor adaptados ao aço, possam ser realizados. O representante da Construtora em LSF ainda acrescentou que essa questão vem acompanhada, no caso da construção residencial, do costume de se trabalhar na informalidade. Isso faz com que a construção industrializada não seja capaz de competir com a construção convencional, em relação ao custo.

Ainda sobre a Indústria Siderúrgica, foi levantada a questão da falta de incentivos para o desenvolvimento da cadeia produtiva dos sistemas industrializados. Isso pode ser observado pelo número pequeno de fabricantes e montadores se comparado ao sistema convencional. Como consequência, o setor perde muitas possibilidades, pois a cadeia produtiva atual é

insuficiente para atender a uma demanda nacional em pleno crescimento. Além disso, existe a falta de concorrência que em qualquer área funciona como regulador de preços e incentiva o aumento da qualidade dos serviços.

No caso da divulgação das informações sobre os sistemas construtivos industrializados, os arquitetos e o Grupo de Pesquisa consideraram que ela é ineficiente. Os profissionais de arquitetura observaram que existem alguns meios de divulgação, como os sites especializados, revistas e eventos. Porém, eles consideraram que a atuação não é suficiente. O representante do Grupo de Pesquisa também levantou essa questão, mas direcionou à divulgação aos próprios usuários finais. Foi dado ênfase ao sistema da autoconstrução, que não tem acesso a informação sobre os sistemas industrializados e os componentes não chegam aos pequenos distribuidores de materiais de construção.

Em relação à atuação das construtoras no Brasil, encontraram-se duas questões opostas. A primeira delas foi citada pelos arquitetos, que consideraram que essas empresas não estão investindo no uso de sistemas industrializados em suas obras. Muitos levantaram o fato de que as construtoras não têm interesse em introduzir esses sistemas na sua produção e utilizam a construção convencional porque tem maior conhecimento sobre ela, além de uma mão-de-obra bem adaptada a trabalhar dessa maneira. A segunda questão foi citada pelas empresas ligadas à construção industrializada, que estão observando mudanças na maneira de trabalhar principalmente das grandes construtoras. Para eles, essas empresas possuem a necessidade de industrializar seus processos para melhorar a qualidade e o tempo de execução das obras e, conseqüentemente, aumentar a rentabilidade dos empreendimentos. Com isso, algumas construtoras que possuem a tradição de trabalhar com o concreto armado estão buscando novos sistemas construtivos e adaptando sua forma de construir.

## **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

A sociedade está acostumada a aceitar as invenções fortuitas do passado como sendo a única maneira de resolver um determinado problema. É considerado mais fácil seguir pensando de forma estreita, deixando assim a responsabilidade para solucionar os dilemas do cotidiano nas mãos de outros. No entanto, é necessário desenvolver o potencial inerente a todas as pessoas de forma a confrontar esses problemas da maneira mais abrangente possível (FULLER, 1969).

Apesar da atual busca pela sustentabilidade e dos grandes avanços tecnológicos na área da construção civil, pouco se modificou na maneira de construir no Brasil. Ainda se utilizam técnicas artesanais, cuja qualidade depende quase que exclusivamente da habilidade do homem. Algumas hipóteses guiaram essa pesquisa e indicaram as razões para a pouca expressividade do uso de sistemas construtivos industrializados nas edificações brasileiras.

Existe a diferença de custo dos materiais, sendo que os sistemas industrializados seriam mais caros do que os sistemas convencionais se comparados diretamente. Outra hipótese diz

respeito à barreira cultural para edifícios que não sejam de alvenaria e concreto, de forma que eles trariam desconfiança quanto à qualidade, segurança e durabilidade. Existe ainda a hipótese em relação à falta de mão-de-obra especializada e de profissionais aptos a trabalhar com a construção industrializada, visto que esses trabalhadores não estariam familiarizados e com informações suficientes sobre esses sistemas. Além disso, existe a hipótese de que essa disponibilidade de mão-de-obra não qualificada e barata sustentaria a conformação do canteiro de obras baseada no método artesanal. Existe ainda a hipótese de que as universidades de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil não estariam abordando de forma substancial o tema relacionado aos sistemas construtivos industrializados.

Para avaliar as hipóteses levantadas foram investigados quatro grupos que atuam no processo da construção civil: universidades, usuários finais, arquitetos e indústria da construção civil. Posteriormente, realizou-se uma análise crítica dos resultados obtidos com a pesquisa.

#### **4.1. Conclusões**

No setor de ensino observou-se que existe uma grande deficiência na abordagem dos sistemas industrializados nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil no Brasil. Devido à falta de resoluções nacionais que especifiquem esse tema dentro das diretrizes de cada curso, a opção por incluí-lo na matriz curricular parte do interesse de cada instituição. Dessa forma, muitos estudantes se formam sem que tenham contato com algum tipo de construção que não seja a convencional, baseada na alvenaria de tijolos cerâmicos e concreto armado moldado *in loco*.

Em relação aos usuários finais constatou-se que eles não estão familiarizados com o processo da construção industrializada, baseada em componentes leves e pré-fabricados. Isso faz com que exista grande desconfiança sobre a viabilidade desse tipo de sistema. No entanto, a partir do momento em que são apresentados os sistemas industrializados, existe grande possibilidade de aceitação, principalmente devido às vantagens desses sistemas em relação ao convencional. Dentre as vantagens, o curto tempo de execução foi a que mais se sobressaiu na pesquisa, que corresponde a uma característica que não está presente nas obras que os usuários finais estão acostumados a ver. Além disso, observou-se que os incentivos financeiros atraem muito o interesse desse tipo de cliente, que passam a acrescentar o sistema industrializado como uma opção para a execução de sua residência.

Na análise das entrevistas feitas aos arquitetos observou-se que para eles as estruturas metálicas não estão muito bem adaptadas para o uso na construção civil em comparação com os sistemas convencionais. Para esse grupo, existe uma distância entre a indústria que produz os componentes e os escritórios de arquitetura, de forma que os sistemas industrializados estruturados em aço ainda não conseguem absorver as necessidades da construção. Além disso, o custo elevado e a constante variação do preço do material inviabilizam a utilização em alguns tipos de projetos. Na opinião dos arquitetos, as principais obras realizadas em estrutura metálica são aquelas em que o custo não é o fator que define a escolha do sistema construtivo, que é o caso das obras públicas ou institucionais.

Outra questão levantada pelos profissionais de arquitetura foi o fato de que as construtoras não possuem interesse em utilizar sistemas industrializados em suas obras por estarem adaptadas à trabalhar com o sistema convencional. Esse grupo identificou ainda que a disponibilização de informações dos sistemas construtivos não é um problema, mas que a divulgação e incentivo ao uso deles é insuficiente.

No caso da Indústria Siderúrgica, foram identificados os empecilhos para a utilização do aço no Brasil. Para ela, os impostos aplicados sobre as peças estruturais que são fabricadas dentro da indústria prejudicam a comercialização do material, já que existe uma diferença grande em relação ao imposto aplicado na construção dentro do canteiro de obras. Isso influencia diretamente o custo da estrutura metálica, assim como os demais encargos referentes à produção e adequação às normas vigentes. Outra dificuldade citada foi o *lobby* do cimento, que por ser um fator subjetivo, é muito difícil provar e combater sua prática. A questão cultural também foi citada pela indústria e depende de diversos fatores, como a maior divulgação e incentivo para o uso do aço nas obras. O último problema levantado foi a falta de desenvolvimento da cadeia produtiva da estrutura metálica, ou seja, existem poucas empresas e fornecedores de materiais para atender a demanda nacional.

Entretanto, na visão da Indústria Siderúrgica, existe um crescimento no setor da construção industrializada, especialmente no caso da construção em aço, mas que ainda é pequeno em relação ao potencial desse setor. Além disso, o representante da empresa relatou que o fato de não existir mão-de-obra qualificada não representa um impedimento para a ampliação do uso do aço nas obras brasileiras.

Assim como a Indústria Siderúrgica, a Construtora em LSF levantou os empecilhos que ela encontra em ampliar sua atuação no país. Dentre eles está a barreira cultural, que traz grande

desconfiança em relação à qualidade do sistema construtivo, principalmente por parte do setor residencial, que possui a menor quantidade de empreendimentos viabilizados pela empresa. A construtora também citou a existência da informalidade na construção civil. Isso faz com que um sistema industrializado não consiga competir com a construção informal, já que possui todos os encargos referentes a uma indústria. Ainda na visão da Construtora em LSF, a falta de mão-de-obra qualificada não representa uma dificuldade para a inserção da construção industrializada no mercado nacional e ela considerou que existe um crescimento do setor, porém menor do que o real potencial.

Com a análise das repostas fornecidas pelo Grupo de Pesquisa, identificou-se as dificuldades em inserir os sistemas construtivos industrializados na construção habitacional. Observou-se que nesse setor a autoconstrução exerce grande influência nas obras e que a construção industrializada não chega até os pequenos distribuidores. Isso faz com que esses sistemas sejam usados principalmente em grandes obras voltadas ao público de classes mais altas, não atendendo assim, a grande demanda habitacional dos moradores das periferias e pequenas cidades. Além disso, o custo desses materiais é considerado muito superior ao custo dos materiais convencionais. Para a entrevistada, pouco foi feito para modificar a forma de construir no Brasil, apesar das várias oportunidades criadas pelos programas habitacionais e ela considerou que existe grande influência de fatores econômicos nas decisões políticas relacionadas ao meio urbano.

A partir dos resultados obtidos nas entrevistas e na análise das matrizes curriculares foi possível avaliar as hipóteses levantadas no início da pesquisa. Em relação ao custo dos sistemas industrializados estruturados em aço pôde-se confirmar que seu valor, superior aos demais sistemas construtivos, inviabiliza sua utilização em diversos projetos, principalmente os residenciais unifamiliares. Além disso, a variação constante do custo gera alterações no orçamento do projeto até a execução da obra. Os representantes da Indústria Siderúrgica e da Construtora em LSF esclareceram algumas razões que fazem esse custo ser maior, como é o caso dos impostos aplicados sobre os produtos industrializados e dos diversos encargos referentes à contratação de mão-de-obra e à adequação às normas vigentes.

No caso da hipótese sobre a barreira cultural, pôde-se confirmar sua existência, principalmente em relação ao setor residencial. No entanto, as entrevistas aos usuários finais mostraram que essa barreira resulta da falta de informações e exemplos práticos de

edificações construídas com elementos pré-fabricados. Dessa forma, é de grande importância o papel do arquiteto na proposição do sistema construtivo de um projeto.

Quanto às hipóteses referentes à mão-de-obra, as indústrias da construção civil constataram que a falta de profissionais qualificados não representa um impedimento ao desenvolvimento do sistema industrializado. Para elas, a mão-de-obra consegue se adaptar às necessidades do mercado e as empresas possuem a capacidade de formar novos profissionais sem que tenham prejuízos na produção. A outra hipótese levantada, que diz respeito às construtoras, foi confirmada com o depoimento dos arquitetos. Segundo eles, existe grande oferta de mão-de-obra barata e não qualificada, o que não incentiva a racionalização dos processos construtivos das empresas. No entanto, os arquitetos não consideram válida a hipótese sobre falta de informações e familiaridade com a construção industrializada por parte dos profissionais de arquitetura.

Por fim, a suposição em relação aos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil pôde ser comprovada com a análise das matrizes curriculares. Os resultados indicaram que existe uma lacuna nas universidades no ensino sobre a construção industrializada. Isso demonstrou que a formação do aluno tem como base a construção convencional, de forma que os sistemas racionalizados são deixados em segundo plano.

Portanto, o Brasil possui grande potencial, ainda não explorado totalmente, para que sistemas industrializados sejam empregados nas construções do país, principalmente no caso de edificações residenciais. Ele possui uma expressiva produção siderúrgica, diversas indústrias voltadas à construção civil, além do campo de pesquisa que possibilita a formação e aprimoramento profissional constante, com universidades espalhadas por todo território. Já existem alguns exemplos de bons projetos utilizando sistemas industrializados, mas que foram escolhidos muitas vezes por insistência e demanda de um cliente específico. Entretanto, ainda faltam incentivos e informações a serem difundidas desses sistemas, de forma que eles possam se tornar escolhas reais no mercado da construção civil brasileira. É necessário investir no campo de formação superior, nos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil; no desenvolvimento e ampliação da cadeia produtiva dos sistemas industrializados; no incentivo para a escolha da construção industrializada nos empreendimentos; e no incentivo a programas de pesquisa que visem inserir de forma adequada esses sistemas nos projetos arquitetônicos.

## 4.2. Análise Crítica

Com as conclusões obtidas a partir dessa pesquisa é possível fazer uma análise levando em consideração os aspectos defendidos por cada grupo entrevistado, além dos dados e histórico do tema da industrialização da construção civil.

Em relação ao usuário final, pode-se perceber que ele é o grupo menos informado e mais distante do processo da construção civil. Apesar de ser a razão e a finalidade da elaboração de edificações por parte dos arquitetos, engenheiros e da indústria da construção, sua participação nesse processo é mínima. Dessa forma o usuário final desconhece os sistemas construtivos industrializados, ainda pouco utilizados no Brasil, e passa a ver a construção convencional em concreto e alvenaria como a única maneira de construir. Isso pode ser confirmado tanto no desconhecimento e estranheza ao sistema LSF observados durante as entrevistas, quanto na rejeição por parte dos moradores das habitações pré-fabricadas do arquiteto Jean Prouvé, denominadas *La Maison Tropicale* e apresentadas no segundo capítulo.

Quando os próprios clientes buscam a construção industrializada encontram um sistema pouco adaptado à atender as necessidades do setor residencial unifamiliar. As construtoras de sistemas pré-fabricados se adequaram aos projetos de grande escala e muito especializado, ou seja, cada empresa fornece um serviço específico. Assim o planejamento de toda a obra fica sob responsabilidade do contratante, seja ele uma incorporadora ou até uma outra construtora que terceiriza a execução da estrutura. Como o usuário final necessita de vários serviços, como estrutura, acabamento e instalações elétricas e hidráulicas em uma única edificação, seria interessante que apenas uma empresa fornecesse ou facilitasse o acesso a essas atividades. Isso poderia atrair mais clientes de residências unifamiliares ao sistema construtivo industrializado.

No caso da autoconstrução, a inserção de sistemas industrializados é mais complexa, pois existe uma metodologia de execução da obra específica e muito diferente daquela realizada por uma construtora. Enquanto a construtora possui um planejamento e prazo de execução do projeto, a autoconstrução é realizada por meio de etapas, sendo que o canteiro de obras é permanente. Devido ao fato de que os trabalhadores da autoconstrução são os próprios moradores, familiares ou vizinhos, a habitação não é construída de maneira contínua ou diária, mas somente nos dias de folga desses operários. No entanto, esses trabalhadores são muitas vezes provenientes do setor da construção civil e possuem o conhecimento necessário

para realizar a obra (NASCIMENTO, 2011). Dessa forma, o que pode inviabilizar a utilização de sistemas industrializados na autoconstrução não é a falta de capacidade técnica dos trabalhadores, mas sim a incompatibilidade na maneira de gerir a construção. As construções industrializadas necessitam de um planejamento completo até no caso de reformas e ampliações, além da execução completa das etapas da obra. Portanto, o simples acesso aos sistemas construtivos industrializados não garante seu uso nesse setor do mercado da construção civil.

Quanto às respostas fornecidas pelos arquitetos entrevistados, muitos problemas e dificuldades levantadas por esse setor em relação aos sistemas construtivos industrializados, com destaque ao aço, podem ser consequência do distanciamento que existe, no caso do Brasil, da elaboração do projeto arquitetônico, da produção industrial e da execução da obra. Como a construção industrializada não tolera imprevistos e adaptações, é necessário promover a integração da arquitetura, indústria e obra, por meio do planejamento e especificação dos sistemas desde o projeto. Deve ser analisado de que forma o projeto que ainda está no papel vai ser construído.

O distanciamento entre as etapas do processo da construção é reflexo da maneira como são tratadas esses temas dentro das universidades. A ausência, na maioria dos cursos analisados nessa pesquisa, de disciplinas que abordam os sistemas construtivos industrializados como um todo, desde sua especificação até sua execução, confirmam essa situação. Assim como defendeu Fuller (1967), é importante que os alunos de Arquitetura e Engenharia Civil tenham contato com os processos produtivos industriais, para que eles possam inserir seus conhecimentos teóricos no aperfeiçoamento dos sistemas construtivos. Dessa forma, o futuro profissional passa a ter informações suficientes para propor ao cliente os sistemas construtivos industrializados.

Além disso, é importante alterar a maneira com que o tema da industrialização é passado aos alunos. Cada projeto vai demandar um sistema construtivo que se adapte melhor às necessidades tanto do cliente, quanto técnicas e da proposta do arquiteto. Portanto, a classificação dos sistemas industrializados dentro das universidades como sendo “não usuais”, “alternativos ou “não convencionais” cria uma cultura da não utilização das construções pré-fabricadas nos projetos comuns, mas somente em casos em que o sistema convencional não é viável. A partir do momento em que o profissional possui formação e conhecimento suficientes, cabe a ele identificar e propor o melhor processo construtivo.

No caso das Indústrias da Construção Civil, pôde-se perceber que elas observaram um aumento do interesse na construção industrializada. Isso pode ser visto no caso do PMCMV que está impulsionando o uso da estrutura metálica em edificações residenciais multifamiliares voltadas aos programas habitacionais. Nesse setor existia o predomínio do uso da alvenaria estrutural, que agora passa a dividir mercado com o aço. Apesar disso, ainda existe a necessidade de que essas empresas se aproximem mais do setor de projeto, com a divulgação e incentivo do uso dos sistemas industrializados. A partir da análise da atual situação das indústrias siderúrgicas brasileiras levantada pelo CBCA e ABCEM, foi visto que elas têm a possibilidade de ampliar sua produção incentivando o consumo interno. Para isso é importante atingir e atender plenamente o mercado da construção civil brasileira, de forma a introduzir a construção industrializada no leque de opções para a estrutura das edificações.

#### **4.3. Diretrizes**

A partir dos resultados da pesquisa, foram propostas algumas diretrizes, com o intuito de aperfeiçoar a inserção dos sistemas industrializados no mercado da construção civil no Brasil:

- Elaborar regras específicas nas “Diretrizes Curriculares Nacionais” do MEC que obriguem a inclusão na matriz curricular dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil de disciplinas obrigatórias que abordem exclusivamente o tema da industrialização e racionalização dos processos construtivos;
- Inserir nos cursos de Arquitetura e Urbanismo disciplinas de projeto que trabalhem exclusivamente com sistemas construtivos industrializados, de forma a associar a teoria com a prática;
- Criar incentivos financeiros por parte do governo para a escolha de sistemas construtivos industrializados, principalmente nos programas habitacionais, dando ênfase à qualidade dos projetos;
- Divulgar a construção industrializada para o público leigo, utilizando os exemplos de obras públicas, comerciais, institucionais e conjuntos habitacionais como incentivo;
- Realizar maior divulgação dos sistemas industrializados nos escritórios de arquitetura e nas universidades, por meio de *workshops*, concursos e eventos;

- Inserir medidas de valorização dos sistemas construtivos industrializados nos requisitos de avaliação dos Selos de Certificação Nacionais, de forma a incentivar seu uso ao garantir melhores resultados na classificação dos edifícios;
- Aproximar a produção industrial da produção arquitetônica, para que os produtos estejam adequados ao uso na construção civil;
- Aproximar a indústria dos programas de pesquisa das universidades, incentivando a cultura científica no setor da construção civil e realizando a interligação entre a produção e o consumo;
- Igualar os impostos aplicados ao aço voltado para a construção civil aos impostos aplicados aos demais sistemas construtivos;
- Incentivar o desenvolvimento da cadeia produtiva da construção industrializada, por meio de linhas de financiamento específicas para o setor;
- Promover a aproximação entre sociedade e universidade, por meio de programas de pesquisa voltados à melhoria na qualidade das construções, incentivando o uso de sistemas construtivos industrializados e realizando a interação entre a sociedade e o setor público.

#### **4.4. Sugestões para Pesquisas Futuras**

Nessa pesquisa buscou-se identificar e entender as razões que impedem a difusão plena de sistemas construtivos industrializados no Brasil, principalmente em relação ao setor residencial. Dessa forma, é possível seguir essa linha de pesquisa para tentar solucionar os problemas encontrados e incentivar o uso de tecnologias industrializadas no mercado da construção civil. Algumas propostas para novas pesquisas são:

- Identificação da relação entre o custo dos sistemas industrializados e dos sistemas convencionais, a partir da análise detalhada dos vários processos que compõem cada tipo de construção;
- Análise da cadeia produtiva dos sistemas construtivos industrializados a fim de identificar os problemas e propor soluções para aperfeiçoar os processos da produção industrial.

## REFERÊNCIAS

---

ALACERO - ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DEL ACERO. **América Latina en Cifras**: 2012. Santiago: ALACERO, 2012. Disponível em: <<http://www.alacero.org/acero/Paginas/Am%C3%A9ricaLatinaenCifras.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 9001**: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2008a.

\_\_\_\_\_. **NBR ISO 14001**: Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 6355**: Perfis estruturais de aço formados a frio - Padronização. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro, 2008b.

\_\_\_\_\_. **NBR 14762**: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Rio de Janeiro, 2010.

BALLOON Frame. **Wikipedia**, 2006. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Balloon\\_frame.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Balloon_frame.jpg)>. Acesso em: 12 mar. 2012.

BARBOZA, Aline da Silva Ramos et al. A técnica da coordenação modular como ferramenta diretiva de projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 97-109, abr./jun. 2011.

BELLEI, Ildony H.; PINHO, Fernando O.; PINHO, Mauro O. **Edifícios de múltiplos andares em aço**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2008. 556p.

BENDER, Richard. **Una visión de la construcción industrializada**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1976. 167 p.

BENEVOLO, Leonardo. **História da arquitetura moderna**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2004. 813p.

BLACHÈRE, Gérard. **Tecnologías de la construcción industrializada**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S. A., 1977. 168p.

BRANDÃO, Douglas Queiroz; HEINECK, Luiz Fernando Mählmann. Estratégias de flexibilização de projetos residenciais iniciadas na década de 1990 no Brasil: tão somente um recurso mercadológico? **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 4, p. 71-87, out./dez. 2007.

BRASIL. Lei nº11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse

social e altera a Lei nº11.124, de 16 de junho de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2008. Seção 1, p. 2.

BRASS, Kevin. Libeskind designs a prefab home. **The New York Times**, Nova York, 15 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.nytimes.com/2009/06/12/greathomesanddestinations/12iht-relib.html?r=0>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

BRUAND, Yves. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2010. 398p.

BRUNA, Paulo J. V. **Arquitetura, industrialização e desenvolvimento**. 2ª Ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1976. 312 p.

CAIXA constrói agências em steel frame. **Centro Brasileiro da Construção em Aço – CBCA**, 2012. Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/noticias-ultimas-ler.php?cod=5506>>. Acesso em: 17 mar. 2012.

CAMPOS, Holdlianh Cardoso. **Avaliação Pós-Ocupação de Edificações Construídas no Sistema Light Steel Framing**. 2010. 148p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2010.

CAMPOS, Holdlianh Cardoso; SOUZA, Henor Artur. Avaliação Pós-Ocupação de Edificações estruturadas em aço, com foco em edificações em Light Steel Framing. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, 4, 2010, São Paulo. **Anais...São Paulo: CONSTRUMETAL 2010**, 2010.

CASA em *Steel Frame*: Refúgio São Chico - Página 2. **Met@lica**. Disponível em <<http://metalica.com.br/casa-em-steel-a-construcao-passo-a-passo>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

CASAS Industrializadas: Sistema Modular CSN. **Met@lica**. Disponível em <<http://www.metalica.com.br/casas-industrializadas-sistema-modular-csn>>. Acesso em: 16 jan. 2013.

CASTRO, Betina Guimarães dos Santos e. **Utilização de estruturas metálicas em edificações residenciais unifamiliares**. 2005b. 206p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005b.

CASTRO, Renata C. M. de. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing**. 2005a. 231p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2005a.

CBCA; ABCEM. **Perfil dos Fabricantes de Estruturas de Aço**: Resumo Executivo – Pesquisa. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2012. Disponível em: <<http://www.abcem.org.br/publicacoes-fabricantes-de-estruturas-de-aco.php>>. Acesso em: 25 mar. 2013.

CECÍLIA, Bruno Santa. Refúgio São Chico. **mdc. revista de arquitetura e urbanismo**, Belo Horizonte, 18 mar. 2012. Disponível em: <<http://mdc.arq.br/2012/03/18/refugio-sao-chico/>>. Acesso em: 12 mai. 2012.

CEF – Caixa Econômica Federal. Termo de Referência. **CEF**, 2012. Disponível em: <[http://www5.caixa.gov.br/fornecedores/licitacoes/con\\_pub\\_unidade\\_modular.asp](http://www5.caixa.gov.br/fornecedores/licitacoes/con_pub_unidade_modular.asp)>. Acesso em: 02 fev. 2012.

CILENTO, Karen. Daniel Libeskind designs prefab. **ArchDaily**, 16 jun. 2009. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/25078/daniel-libeskind-designs-prefab/>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

CONSTRUÇÃO em aço. **Centro Brasileiro da Construção em Aço – CBCA**, 2010. Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/construcao-em-aco-aco-nas-estatisticas.php>>. Acesso em: 17 mar. 2012.

CONSTRUÇÃO em aço. **Centro Brasileiro da Construção em Aço – CBCA**, 2011. Disponível em <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/construcao-em-aco-aco-nas-estatisticas.php>> . Acesso em: 25 mar. 2013.

CORBUSIER, Le. **Por uma arquitetura**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2011. 205p.

COUTO, Armanda M.; COUTO, João P.. Os benefícios ambientais e a racionalização do efeito de aprendizagem na indústria de pré-fabricação. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO, 3., 2007, Coimbra. **Anais...** Coimbra: UC, 2007.

CRYSTAL Palace. **Wikipedia**, 2005. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Crystal\\_Palace.PNG](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Crystal_Palace.PNG)>. Acesso em: 12 mar. 2012.

DAYMAXION House. **Buckminster Fuller Institute**. Disponível em: <<http://bfi.org/about-bucky/buckys-big-ideas/dymaxion-world/dymaxion-house>> . Acesso em: 20 mar. 2012.

DUFFAU, Andrea A. Construcción industrializada para la vivienda social en Chile: análisis de su impacto potencial. In: CICLO DE SEMINARIOS ACADÉMICOS DE ECONOMÍA, 2010, Santiago. **Anais eletrônicos...** Santiago: Universidad Alberto Hurtado, 2010. Disponível em: <<http://www.economiaynegocios.uahurtado.cl/wp-content/uploads/2010/08/Paper-Vivienda-Industrializada-AAD-Oct2010-.pdf>>. Acesso em: 02 mai. 2012.

FARIA, Renato. Desenvolvimento metálico. **Téchne**, São Paulo, n. 138, set. 2008.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **“Custo Brasil” e taxa de câmbio na competitividade da indústria de transformação brasileira**. São Paulo: FIESP, 2013. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/custo-brasil-na-industria-de-transformacao-em-2012-2/>>. Acesso em: 19 jun. 2013.

FULLER, Buckminster. **Concebendo uma nova indústria**. São Paulo: GFAU-USP, 1963a. 105p.

\_\_\_\_\_. **Manual de operação para a espaçonave Terra**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1969. 81p.

\_\_\_\_\_. **World Design science decade 1965-1975**. Illinois: World Resources Inventory, 1963c. 120p.

\_\_\_\_\_. **World Design Science Decade 1965-1975: Phase I (1964) Document 2**. Illinois: World Resources Inventory, 1963b. 173p.

\_\_\_\_\_. **World Design Science Decade 1965-1975: Phase I (1965) Document 3.** Illinois: World Resources Inventory, 1965a. 114p.

\_\_\_\_\_. **World Design Science Decade 1965-1975: Phase I (1965) Document 4.** Illinois: World Resources Inventory, 1965b. 114p.

\_\_\_\_\_. **World Design Science Decade 1965-1975: Phase II (1967) Document 5.** Illinois: World Resources Inventory, 1967.

GROPIUS, Walter. **Bauhaus: Novarquitectura.** 6. ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2009. 223p.

GUARNIER, Christiane Roberta Fernandes. **Metodologia de detalhamento de estruturas metálicas.** 2009. 396p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2009.

HABITAÇÃO Minha Casa Minha Vida. **Caixa Econômica Federal.** Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/habitacao/mcmv/>>. Acesso em: 19 jan. 2012.

HABITAÇÃO popular em steel frame. **Guia da Construção,** São Paulo, ano 63, n. 103, p. 6-11, fev. 2010.

HERBERS, Jill. **Prefab Modern.** Nova York: Harper Design International, 2003.

HUPPATZ, D. J. Jean Prouvé's Maison Tropicale: The Poetics of the Colonial Object. **Design Issues,** Cambridge, v.26, n. 8, outono. 2010.

KRÜGER, Paulo Gustavo Von. **Análise de painéis de vedação nas edificações em estrutura metálica.** 2000. 167p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2000.

LIMA, Maurício. Caixa Econômica Federal constrói primeira agência em steel frame. **PINIweb,** São Paulo, 29 jul. 2011. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/tecnologia-materiais/caixa-economica-federal-constroio-primeira-agencia-em-steel-framing-225960-1.asp>>. Acesso em: 17 mar. 2012.

MACHADO, Roberta Carvalho. **Aspecto da sustentabilidade ambiental nos edifícios estruturados em aço.** 2010. 232p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2010.

MANCUSO, Wagner Pralon. O lobby da indústria no Congresso Nacional: empresariado e política no Brasil contemporâneo. **Dados,** Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, 2004. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0011-52582004000300003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0011-52582004000300003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 19 jan. 2013.

MARTINS, Marcelo Gustavo. **A inovação tecnológica na produção de edifícios impulsionada pela indústria de materiais e componentes.** 2004. 153p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

MCHALE, John. **R. Buckminster Fuller**. Nova York: George Braziller, 1962. 128p.

MEC - MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Instituições de Educação Superior e Cursos Cadastrados, 2013**. Disponível em: <<http://emec.mec.gov.br/>>. Acesso em: 01 mar. 2013

\_\_\_\_\_. **Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2012.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 2, de 17 de junho de 2010**. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14917&Itemid=866](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=14917&Itemid=866)>. Acesso em: 28 fev. 2012.

MEDEIROS, Heloísa. Procel Edifica: Etiqueta de Eficiência Energética em edificações. **Arcoweb**, São Paulo, 11 dez. 2011. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/procel-edifica-etiqueta-de-11-12-2009.html>>. Acessado em: 19 jan. 2013.

MI vivienda. **Ministerio de Vivienda y Urbanismo**. Disponível em: <[http://www.minvu.cl/opensite\\_20061113124710.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20061113124710.aspx)>. Acesso em: 02 mai. 2012.

MILAN, Gabriel Sperandio et al. Sistema Light Steel Frame: um estudo de viabilidade financeira e mercadológica do sistema para construções residenciais. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6., 2010, Niterói. **Anais eletrônicos...** Niterói: LATEC-UFF, 2010. Disponível em: <[http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10\\_0276\\_0978.pdf](http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0276_0978.pdf)> Acesso em: 14 nov 2011.

MORPHOLOGY: Jean Prouvé's prefabricated houses over time. **Maison Tropicale**, Waterloo, 10 dez. 2012. Disponível em: <[http://maison-tropicale.blogspot.com.br/2012\\_12\\_10\\_archive.html](http://maison-tropicale.blogspot.com.br/2012_12_10_archive.html)>. Acesso em: 9 abr. 2013.

NASCIMENTO, Denise Morado. **A autoconstrução na produção do espaço urbano**. In: MENDONÇA Jupira Gomes de; COSTA, Heloísa Soares de Moura (org.) Estado e capital imobiliário: convergências atuais na produção do espaço urbano brasileiro. Belo Horizonte: Ed. C/Arte, 2011. p.217-230.

OHSAS. **OHSAS 18001:2007**. Occupational Health and Safety management systems. Requirements. OHSAS, 2007.

PALM Pavilion. **Instituto de Arte Contemporânea e Jardim Botânico - INHOTIM**. Disponível em: <<http://www.inhotim.org.br/index.php/arte/obra/view/379>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

PBH - Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Manual de Procedimentos. **PBH**, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: <<http://cesa.pbh.gov.br/scsae/pdf/manual.pdf>>. Acesso em: 19 jan. 2013.

QUEM somos. **Centro Brasileiro da Construção em Aço - CBCA**. Disponível em: <<http://www.cbca-acobrasil.org.br/quem-somos-objetivos.php>>. Acesso em: 21 nov. 2012.

RAMSEY, Charles G.; SLEEPER, Harold R. **Configuration of the platform frame construction, 1989**. Disponível em: <<http://www.accessscience.com/overflow.aspx?searchStr>>

=Buildings&styp=10&topic=ENG:CIV:CIVENG&term=Buildings>. Acesso em: 12 mar. 2012.

REFÚGIO São Chico. **studioparalelo**, 2007. Disponível em: <<http://www.studioparalelo.com>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

REZENDE, Marco A. P. de; ABIKO, Alex K. **Inovação tecnológica nas edificações e introdução da estrutura metálica em Minas Gerais**. São Paulo: EPUSP, 2004. 22p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil; BT/PCC/352)

RIBAS, Rovadavia Aline de Jesus. **Avaliação das condições físico-constructivas e de desempenho de uma edificação estruturada em aço**. Estudo de caso: Prédio da EM da UFOP. 2006. 187p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2006.

RIBEIRO, Marcellus Serejo; MICHALKA Jr., Camilo. A Contribuição dos Processos Industriais de Construção para Adoção de Novas Tecnologias na Construção Civil no Brasil. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 1, n. 3, p. 89-107, set./dez. 2003.

RODRIGUES, Francisco C. **Steel Framing: Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série Manual da Construção em Aço). 127p.

ROSA, Alba M.; ESTEVES, Antônio C. **Gestão habitacional no Chile**. Trabalho apresentado na disciplina Gestão Habitacional e Tecnologia (PCC 5839) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

ROSA, Wilhelm. **Arquitetura industrializada: a evolução de um sonho à modularidade**. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da construção**. São Paulo: Ed. FAU-USP, 1980. 300p.

ROSSO, Teodoro. **Teoria e prática da coordenação modular**. São Paulo: Ed. FAU-USP, 1976. 224p.

SANTIAGO, Alexandre K. **O uso do sistema Light Steel Framing associado a outros sistemas construtivos como fechamento vertical externo não estrutural**. 2008. 153p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2008.

SANTIAGO, Alexandre K.; FREITAS, Arlene M. S.; CRASTO, Renata C. M. de. **Steel Framing: Arquitetura**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2012. (Série Manuais da Construção em Aço). 121p.

SANTIAGO, Fabrício. Financiamento de casas que fogem da alvenaria convencional. **casa.com.br**, São Paulo, 30 jan. 2012. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/financiamento-de-casas-que-fogem-da-alvenaria-convencional>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

SAYEGH, Simone. Abrigo atemporal. **Arquitetura e Urbanismo** (AU), São Paulo, n. 177, dez. 2008.

SOBRAL, Laura. Contém Paisagem. **Arquitetura e Urbanismo** (AU), São Paulo, n. 210, set. 2011.

SOUZA, Rose Mara Vidal de. Lobby no Brasil regulamentado e a democracia participativa. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISADORES EM COMUNICAÇÃO E POLÍTICA, 3., 2009, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: Compolítica, 2009. Disponível em: <[http://www.compolitica.org/home/?page\\_id=346](http://www.compolitica.org/home/?page_id=346)>. Acesso em: 19 jan. 2013.

TANAKA, Silvio. Estação Luz. **Wikipedia**, 2008. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Esta%C3%A7%C3%A3o\\_Luz.jpg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Esta%C3%A7%C3%A3o_Luz.jpg)>. Acesso em: 12 mar. 2012.

TAYLOR, John E.; LEVITT Raymond E. A New Model for Systemic Innovation Diffusion in Project-based Industries. **Center for Integrated Facility Engineering**, Stanford, mai. 2004. Disponível em: <<http://cife.stanford.edu/sites/default/files/WP086.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

THE HOUSE. **Jean Prouve – La Maison Tropicale**. Londres, 2008. Disponível em: <<http://www.lamaisontropicale.com>>. Acesso em: 12 mar. 2012.

THE VILLA – Libeskind Signature Series. **Studio Daneil Libeskind**. Nova York, 2009. Disponível em: <<http://daniel-libeskind.com/projects/villa-libeskind-signature-series>>. Acesso em: 10 mar. 2012.

VILA Dignidade: o melhor para os idosos. **Arquitetura & Aço**. Rio de Janeiro, n. 23, p. 16-19, set. 2010.

WOLFFENBÜTTEL, Andréa. O que é? – Dumping. **ipea**. Brasília, 15 mar. 2011. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2090:catid=28&Itemid=23](http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2090:catid=28&Itemid=23)>. Acesso em: 20 jan. 2013.

## APÊNDICE A

---

### Entrevista aos Usuários Finais

1. Conhece algum tipo de construção industrializada/pré-moldado/pré-fabricado? Se sim, de onde conhece?

2. Conhece o sistema de *Light Steel Framing*? Se sim, de onde conhece?

(Apresentar as fotos com o sistema *Light Steel Framing*)

3. Construiria ou compraria uma casa feita com sistema industrializado, sendo apresentado por um profissional, arquiteto ou engenheiro? (Sim ou Não e por quê?)

4. E se soubesse que a obra seria mais rápida (por exemplo, 4 meses)? (Sim ou Não e por quê?)

5. E se soubesse que iria gerar menos entulho, resíduos? (Sim ou Não e por quê?)

6. E se soubesse que iria ser mais barata que o sistema convencional (alvenaria e concreto armado)? (Sim ou Não e por que)

7. E se soubesse que o investimento inicial fosse maior, mas que o valor seria dissolvido durante a obra, com menos mão-de-obra, menos maquinário, menor tempo de construção? (Sim ou Não e por quê?)

8. E se soubesse que a obra seria mais cara que o sistema convencional? (Sim ou Não e por quê?)

9. E se tivesse algum incentivo do governo, como menores taxas para financiamento ou subsídios? (Sim ou Não e por quê?)

10. Dúvidas para a escolha pelo sistema *Light Steel Framing*:

11. Vantagens mais atrativas do sistema *Light Steel Framing*:

## APÊNDICE B

---

### **Entrevista aos Arquitetos**

Empresa:

Número de funcionários:

Tempo de funcionamento:

### Projetos

1. Tipo de projeto mais comum (residencial unifamiliar, residencial multifamiliar, comercial, institucional):
2. Trabalha diretamente com o usuário final?
3. Como é feita a decisão do sistema construtivo a ser utilizado? Qual é o sistema construtivo mais usual?
4. O cliente já chega com uma ideia predefinida?
5. Já trabalhou com sistemas construtivos industrializados?

### Caso Sim

6. Qual sistema? Quantas edificações foram?
7. Como foi a decisão de escolha? De quem veio a ideia?
8. Quais as características foram determinantes para essa escolha?
9. Como foi o retorno do cliente? Teve receio em relação a esse tipo de construção? Existe alguma dúvida recorrente?
10. Os arquitetos do escritório já estavam aptos a trabalhar com esse sistema? Como foi o processo? De onde vieram as informações?

11. Após a edificação pronta, o cliente recebe algum tipo de material informativo sobre como manter a edificação, manutenção, reforma ou ampliação?
12. Existem alguns problemas ou desvantagens em se utilizar esse sistema?

Caso Não

13. Qual o problema ou desvantagem desses sistemas?
14. Você acredita que as informações técnicas sobre esses sistemas construtivos são bem difundidas?

**Entrevista à Indústria Siderúrgica**

1. Qual o setor consome mais aço?
2. Como é a parcela da construção civil na produção de aço da empresa? Está em crescimento?
3. Como é o consumo de aço para a construção civil em Belo Horizonte/Minas Gerais?
4. Quais as maiores dificuldades de inserir o aço na construção civil? E principalmente na construção residencial unifamiliar? (Ex. *Light Steel Framing*)
5. E no setor de habitação social? Como o aço pode competir com outros tipos de estrutura?
6. Existe algum incentivo do setor público para introduzir o aço no mercado da construção civil?
7. Em relação ao preço do aço nacional, quais as razões do valor ser maior que em outros países?
8. Como é feita a divulgação do aço para os setores da construção civil: arquitetos/engenheiros/construtoras/universidades?

**Entrevista à Construtora na Área de Light Steel Framing**Sistema Construtivo

1. Sistema construtivo que trabalha:
2. O que a empresa oferece? (projeto, acompanhamento de obra, mão-de-obra)
3. Como é o custo comparado a sistemas convencionais (concreto armado)?
4. Como é feita a manutenção? Existe um prazo para que isso seja feito?
5. Como é feito o preparo da mão-de-obra?
6. Em sua opinião, qual a razão que impede que esse tipo de sistema seja mais utilizado nas construções?

Escolha do sistema construtivo

7. Tipo de projeto mais comum? (residencial, comercial ou institucional)
8. Quem mais procura esse sistema? Arquitetos, engenheiros, cliente final?
9. Os clientes chegam já decididos por esse sistema, ou existe algum receio inicial?
10. Qual a dúvida mais recorrente do cliente?
11. Após a edificação pronta, o cliente recebe algum tipo de material informativo sobre como manter a edificação, realizar manutenção, reforma ou ampliação?

## APÊNDICE E

---

### Entrevista ao Grupo de Pesquisa

1. Falar um pouco sobre o objetivo do Grupo de Pesquisa.
2. De que maneira as tecnologias industrializadas podem chegar aos projetos e programas de habitação popular no Brasil?
3. Quais as dificuldades de se utilizar esses sistemas?
4. Como é feita a escolha dos sistemas construtivos desses programas atualmente, em Belo Horizonte? Parte da Prefeitura ou dos construtores?
5. Houve alguma mudança com a aplicação da Lei 11.888/2008? Na qualidade e nos sistemas utilizados nas habitações populares?
6. Em que o Programa Minha Casa Minha Vida mudou a forma de construir para populações de baixa renda?

## ANEXO A

---

Nas figuras A.1 a A.21 são apresentadas as fotos da execução do projeto residencial Refúgio São Chico que foram mostradas durante a entrevista aos Usuários Finais:

Figura A.1 - 1ª Semana: Fundação



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.2 - 1ª Semana: Fundação



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.3 - 2ª Semana: Montagem dos painéis



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.4 - 2ª Semana: Montagem dos painéis



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.5 - 3ª Semana: Montagem e transporte dos painéis



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.6 - 3ª Semana: Montagem e transporte dos painéis



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.7 - 4ª Semana: Instalação dos painéis



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.8 - 4ª Semana: Instalação dos painéis



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.9 - 5ª Semana: Instalação dos painéis



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.10 - 5ª Semana: Instalação dos painéis



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.11 - 6ª Semana: Impermeabilização dos painéis



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.12 - 6ª Semana: Instalação hidráulica



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.13 - 6ª Semana: Instalação elétrica



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.14 - 7ª Semana: Instalação dos revestimentos



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.15 - 7ª Semana: Instalação dos revestimentos



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.16 - 8ª Semana: Instalação dos revestimentos



Fonte: CASA..., 2012.

Figura A.17 - 9ª Semana: Instalação da estrutura metálica para *deck* com piso em madeira



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.18 - Residência finalizada



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.19 - Residência finalizada, vista *deck*



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.20 - Residência finalizada, vista da sala



Fonte: CECÍLIA, 2012.

Figura A.21 - Residência finalizada, vista da suíte



Fonte: CECÍLIA, 2012.