

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

**AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS
NO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING***

AUTORA: Holdlianh Cardoso Campos

Ouro Preto, dezembro de 2010

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

**AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE EDIFICAÇÕES CONSTRUÍDAS
NO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING***

Holdlianh Cardoso Campos

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, dezembro de 2010

C198a Campos, Holdlianh Cardoso.
Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema *Light Steel Framing* [manuscrito] / Holdlianh Cardoso Campos - 2010.

xv, 148f.: il. color.; graf.

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. *Steel frame* - Teses. 2. Estruturas metálicas - Teses. 3. Pós-ocupação (Arquitetura) - Teses. 4. Avaliação de desempenho - Teses. 5. Satisfação do consumidor - Teses. I. Universidade Federal de Ouro Preto. II. Título.

CDU: 624.014.2

Catálogo: sisbin@sisbin.ufop.br

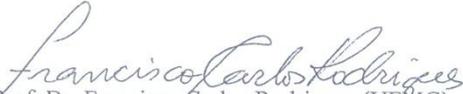
**AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE EDIFICAÇÕES EM *LIGHT STEEL*
FRAMING**

AUTORA: HOLDLIANH CARDOSO CAMPOS

Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 13 de dezembro de 2010, pela Banca Examinadora composta pelos seguintes membros:


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


Prof. Dra. Arlene Maria Sarmanho Freitas (UFOP)


Prof. Dr. Francisco Carlos Rodrigues (UFMG)

À minha família, pelo incentivo que precisava para a realização deste trabalho sobre uma inovação tecnológica. A Deus pela força e às pedras encontradas no caminho, sem elas eu não teria construído a minha escada e não teria chegado até aqui.

“Nada é mais difícil de executar, mais duvidoso de ter êxito ou mais perigoso de manejar do que dar início a uma inovação. Toda inovação apresenta, como inimigos, todos aqueles que se deram bem sob as condições atuais, e como defensores tímidos, aqueles que podem se dar bem nas novas condições. Parte dessa timidez vem do medo dos adversários, que têm a lei a seu favor; e parte vem da incredulidade da humanidade que não tem muita fé em qualquer coisa nova, até que se experimente.”

(N. Maquiavel, 1513)

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Ouro Preto, em especial, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, pela a oportunidade, a mim dada, de desenvolver este trabalho de pesquisa.

A todos os professores do Mestrado em Engenharia Civil, pelo aprendizado.

Ao meu orientador Henor Artur de Souza pela paciência e apoio dado no enfrentamento de todas as dificuldades encontradas durante o processo de pesquisa.

A todos os professores e amigos que já passaram pela minha vida, pelo aprendizado e apoio.

Aos Professores Francisco Carlos Rodrigues (UFMG) e Gustavo Veríssimo (UFV) pela sugestão do tema.

À Construtora Sequência, e a Construtora Flasan pela atenção e disponibilidade.

Aos arquitetos Alexandre Mariutti e Alexandre Santiago pela atenção.

Ao engenheiro Gustavo Mello e ao arquiteto Ivan Mello pela colaboração.

Além de todos os usuários que se disponibilizaram a participar da pesquisa. Em especial à Viviane Amorosino pela atenção e hospitalidade.

À CAPES e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

RESUMO

O sistema *Light Steel Framing* (LSF), uma alternativa industrializada e racionalizada de construção de estruturas, vem ganhando lentamente espaço no Brasil em edificações para diversos usos. No entanto, ainda são necessárias algumas adequações dos projetos para a melhoria de sua eficácia e para a aceitação por parte dos usuários, porque a concepção do sistema teve origem nos EUA, e preserva a linguagem arquitetônica típica daquele país. Neste trabalho avaliam-se a percepção e a absorção do sistema construtivo *LSF* por parte do usuário, tendo por critério seu nível de conhecimento e satisfação em relação ao novo sistema e sua familiaridade com o uso e a manutenção desta nova tecnologia, comparados com a sua experiência em edificações que usam as tecnologias tradicionais, culturalmente já assimiladas; e o estado de conservação e as transformações pelas quais a edificação passou em função das necessidades surgidas com o tempo. A metodologia utilizada na pesquisa envolveu a Avaliação Pós-Ocupação, com visitas ao ambiente construído, avaliação *in loco* e entrevistas com usuários utilizando-se questionários como instrumento de coleta de dados. Neste artigo também se sistematizam recomendações que servem de referência para operação, uso e manutenção das edificações e, principalmente, para basear decisões de projeto de edificações com *LSF* e, dessa forma, garantir a qualidade e ampliar a aceitação das construções com este sistema no mercado nacional. Faz-se ainda uma avaliação técnica do comportamento de edificações construídas com o *LSF* incluindo itens como segurança, qualidade, durabilidade, necessidade e periodicidade de manutenção, conforto, adaptação às funções e o porquê das patologias. Comprova-se que existem ainda algumas adaptações a serem feitas para adequar a técnica de construção com *LSF* às condições climáticas, econômicas e sociais, aos costumes e à cultura brasileira da construção. A retroalimentação de informações por parte do usuário foi essencial nesse processo de avaliações por ser um agente capaz de não somente detectar eventuais problemas no uso e na manutenção da edificação, mas também por apontar qualidades essenciais do sistema de construção.

ABSTRACT

The system *Light Steel Framing* (LSF), an industrialized and rationalized alternative for the construction of structures, has been slowly gaining space in Brazil in the construction industry for several purposes. Notwithstanding, the building designs still need some adjustments in order to improve their effectiveness and to achieve the users' acceptance because the system's conception came from USA, and maintains that country's typical architectonic language. In this article the users' perception and absorption of the constructive system LSF are evaluated, using as a criterion their level of satisfaction and awareness about the new system and their nearness to the use and maintenance of this new technology, as compared to their experience in using the traditional construction technologies, which have already been culturally assimilated; and the buildings' conservation condition and the transformations they had to go through along the time. The investigation methodology involved the Post-Occupancy evaluation with visits to the construction environment, and *in-loco* evaluation, and interviews with the users to collect data, by using questionnaires. In this article it is also systematized recommendations that can be used as references when using and maintaining the construction, and specially to serve as a base to decisions when designing constructions with LSF and so guaranteeing the quality as well as raising the acceptance of constructions with this system in the Brazilian market. A technical evaluation of buildings constructed using LSF was made, including features like safety, quality, durability, maintenance necessities and periodicity, comfort, adaptation to the functions and the causes of pathologies. It is verified that there are still some adjustments that need be done in order to fit the LSF construction technique to the Brazilian climatic, economical, and social conditions as well as to its construction culture and practice. The information feedback from the users was essential in the evaluation process because it is an instrument able to not only detect possible problems during the use and the maintenance of the edification but also able to point out essential qualities of the construction system.

SUMÁRIO

Resumo.....	V
Abstract.....	VI
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	X
Lista de Figuras.....	XI
Lista de Quadros.....	XIV
Lista de Gráficos.....	XV
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.1.1 Objetivo Geral.....	3
1.1.2 Objetivos Específicos.....	3
1.2 Justificativas.....	3
1.3 O Sistema <i>Light Steel Framing</i>	5
1.3.1 Gestão do Processo de Projeto no sistema <i>Light Steel Framing</i>	8
1.4 <i>Light Steel Framing</i> e sua Inserção no Mercado Brasileiro.....	13
1.4.1 Habitações populares em <i>Steel Frame</i>	15
1.5 Referenciais para Novos Rumos na Gestão da Qualidade das Construções em <i>Steel Framing</i> no Brasil	20
1.6 Estrutura do trabalho.....	26
2 METODOLOGIA.....	27
2.1 Avaliação Pós- Ocupação.....	27
2.2 Estudos Pessoa-Ambiente.....	31
2.2.1 Psicologia Ambiental.....	32
2.3 Metodologia Adotada.....	34
3 ESTUDOS DE CASOS.....	39
3.1. Caracterização dos estudos de casos.....	39
3.2 Caracterização do universo dos usuários.....	54

4. RESULTADOS E ANÁLISES	57
4.1 Motivos da escolha da unidade.....	57
4.1.1 Conhecimento do sistema construtivo.....	59
4.2 Conforto ambiental.....	59
4.3 Satisfação com sistema estrutural e fechamentos.....	64
4.3.1 Dificuldade de fixação de elementos de grande peso nas paredes.....	66
4.4 Uso e manutenção da edificação.....	67
4.4.1 Informações que julga importante obter, a partir da vivência adquirida (uso e manutenção) na edificação.....	69
4.5 Patologias.....	69
4.6 Identificação do sistema construtivo.....	74
4.7 Desempenho global com a unidade	75
4.8 Vantagens e Desvantagens do sistema construtivo e sugestão de modificação.....	77
4.8.1 Recomendação da edificação a parentes e amigos.....	78
4.9 Análise das Edificações não residenciais – Escolas Infantis.....	79
4.9.1 Conforto ambiental.....	80
4.9.2 Satisfação com sistema estrutural e fechamentos.....	81
4.9.3 Dificuldade de fixação de elementos de grande peso nas paredes.....	82
4.9.4 Uso, manutenção e patologias nas edificações.....	83
4.9.5 Identificação do sistema construtivo.....	83
4.9.6 Desempenho global com a unidade	84
4.10 Análise segundo observação dos funcionários de manutenção e síndicos.....	85
4.11 Mão-de-obra especializada.....	87
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	96
5.1 Recomendações Práticas.....	91
5.2 Conclusões.....	106
5.3 Sugestões para Pesquisas Futuras.....	108
REFERÊNCIAS	109
REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES.....	116

ANEXO A	118
ANEXO B	120
ANEXO C	122
ANEXO D	129
ANEXO E	135
ANEXO F	138
ANEXO G	140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AISI – American Iron and Steel Institute

CBCA – Centro Brasileiro da Construção em Aço

CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo

CEF – Caixa Econômica Federal

DATec - Documento de Avaliação Técnica

EIFS – Exterior Insulation and Finish System

IBS – Instituto Brasileiro de Siderurgia

ISO – International Organization for Standardization

LSF – Light Steel Framing

NAHB - National Association of Home Builders

NBR – Norma Brasileira

OSB – Oriented Strand Board

PBQP-H - Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat

QUALIHAB - Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo

SCI – Steel Construction Institute

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SINAT – Sistema Nacional de Avaliação Técnica

UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto

USIMINAS – Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais

VUP - Vida Útil de Projeto

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1 - Sistema de Frames.....	05
Figura 1.2 - Esquema de construção portante em LSF.....	06
Figura 1.3 - Linha de montagem.....	08
Figura 1.4 - Capacidade de influenciar o custo total durante o ciclo do empreendimento.	09
Figura 1.5 - Atributos para a configuração da cadeia produtiva do espaço edificado.....	10
Figura 1.6 - Fechamento em LSF, método embutido, em estrutura de concreto armado...	14
Figura 1.7 - Telhado em LSF.....	15
Figura 1.8 - Vila Dignidade - São Paulo.....	18
Figura 1.9 - Condomínio Colina das Pedras - Bragança Paulista.....	19
Figura 1.10 - Condomínio <i>Ciudad Del Sol</i> – Chile.....	20
Figura 1.11 - Fluxo de avaliação da NBR 15575.....	23

CAPÍTULO II

Figura 2.1 - Retroalimentação do processo de projeto.....	29
Figura 2.2 - Avaliação pós-ocupação: critérios de desempenho.....	30
Figura 2.3 - Validade da pesquisa de campo percebida pelos usuários investigados.....	31

CAPÍTULO III

Figura 3.1 - Escola Pólen.....	42
Figura 3.2 - Implantação esquemática 1º Pavimento - Escola Pólen.....	43
Figura 3.4 - Planta 1º Pavimento - Escola Pólen.....	44
Figura 3.5 - Planta mezanino - Escola Pólen.....	44
Figura 3.6 - Fases da obra - Escola Pólen.....	45
Figura 3.7 - Escola Builders.....	45
Figura 3.8 - Planta 1º Pavimento - Escola Builders.....	46
Figura 3.9 - Planta 2º Pavimento - Escola Builders.....	46
Figura 3.10 - Casa em Belo Horizonte.....	47
Figura 3.11 - Planta da casa em Belo Horizonte.....	47
Figura 3.12 - Casa em Nova Lima.....	48
Figura 3.13 - Planta 1º Nível e Subsolo - Casa em Nova Lima-MG.....	49
Figura 3.14 - Planta 2º Nível - Casa em Nova Lima-MG.....	49
Figura 3.15 - Fases da obra da casa em Nova Lima.....	50
Figura 3.16 - Vista do Condomínio Residencial Jardim das Paineiras - Cotia/SP.....	51

Figura 3.17 - Condomínio Residencial Jardim das Paineiras - Granja Viana – Cotia/SP	51
Figura 3.18 - Planta baixa padrão do Subsolo, 1º e 2º níveis das casas do Condomínio Jardim das Paineiras – Cotia-SP.....	52
Figura 3.19 - Planta baixa padrão do 3º e 4º níveis das casas do Condomínio Jardim das Paineiras – Cotia-SP.....	52
Figura 3.20 – Fachada padrão das casas do Condomínio Jardim das Paineiras-Cotia-SP.	53
Figura 3.21 - Fases da obra - Condomínio Jardim das Paineiras – Cotia/SP.....	54

CAPÍTULO IV

Figura 4.1 - Principais motivos da escolha das unidades residenciais.....	58
Figura 4.2 - Condensação de água na superfície da estrutura.....	61
Figura 4.3 - Uso de laje de concreto.....	63
Figura 4.4 - (a) piso trincado pela dilatação/(b)arremate do piso afastado pela dilatação.	63
Figura 4.5 - Uso de “canaletas” para passagem de fiação.....	70
Figura 4.6 - (a) Descascamento da pintura em área sem revestimento estanque/ (b) Patologia gerada por detalhe mal elaborado na fase de projeto.....	71
Figura 4.7 – (a) Sem proteção do rodapé/ (b) Rodapé de pequena altura.....	72
Figura 4.8 - (a) trinca rente ao teto/(b) solução sugerida/(c)Trinca no teto.....	73
Figura 4.9 - Desencontro de juntas horizontais em painéis.....	73
Figura 4.10 - (a, b, c) Trincas e infiltrações na interface das esquadrias/ (d) Cantoneira metálica nas quinas.....	77
Figura 4.11 - Janela de PVC, hermética.....	78
Figura 4.12 - Principais motivos da escolha do sistema construtivo para as escolas.....	79
Figura 4.13- Fechamentos da Escola Pólen.....	80
Figura 4.14 - Uso de tachas para fixação de objetos.....	83
Figura 4.15 - Diferença de acabamento em reparo.....	87
Figura 4.16 - Centro de treinamento KNAUF-SENAI.....	88

CAPÍTULO V

Figura 5.1 - Detalhe construtivo - rodapé de áreas molháveis.....	93
Figura 5.2 - Rodapé de maior altura.....	93
Figuras 5.3 - Juntas desencontradas evita a propagação das trincas.....	94
Figura 5.4 - Juntas de dilatação desencontradas.....	95
Figura 5.5 - Tratamento de Juntas.....	95

Figura 5.6 - Tipos de contraventamento.....	96
Figura 5.7 - Isolamento das interfaces.....	97
Figura 5.8 - Isolamento dos fechamentos.....	98
Figura 5.9 - Sistema de ventilação sob telhado utilizando telhas do tipo <i>Shingle</i>	98
Figura 5.10 - Isolamento das interfaces.....	99
Figura 5.11 - Detalhe do sistema de coleta de água de chuva.....	100
Figura 5.12 - Descolamento do teto devido a problemas no sistema de coleta de água de chuva.....	101
Figura 5.13 - Reparo de patologia causada por infiltração nas esquadria.....	101
Figura 5.14 - Cargas pesadas aplicadas/ reforço com suporte metálico.....	102

ANEXO G

Figura G1- Perfiladeira / Detalhes do encaixe dos parafusos/ Etiquetamento do perfil.....	144
Figura G2- Projeto com perfis codificados / Montagem dos painéis em fabrica.....	145
Figura G3 - Montagem dos painéis em fabrica/ Transporte de painéis montados.....	145
Figura G4 - Sistema de Isolamento e Acabamento Externo – EIFS.....	146
Figura G5 – Placas de fechamento.....	147

LISTA DE QUADROS

CAPÍTULO I

Quadro 1.1 - Vila Dignidade, em Avaré (SP) – resumo da obra.....	17
Quadro 1.2 - Condomínio residencial Colina das Pedras - Resumo da Obra.....	19

CAPÍTULO III

Quadro 3.1 - Edificações analisadas.....	39
Quadro 3.2 - Tipos de questionário (aplicado ou não aplicado).....	41
Quadro 3.3 - Características físico-construtivas das edificações investigadas na pesquisa.....	42

CAPÍTULO V

Quadro 5.1- Fixação de cargas em paredes.....	103
---	-----

LISTA DE GRÁFICOS

CAPÍTULO III

Gráfico 3.1 - Tempo de uso das edificações.....	41
Gráfico 3.2 - Participantes locatários e proprietários do Condomínio Jardim das Paineiras	55
Gráfico 3.3 - Moradores do Condomínio Jardim das Paineiras.....	55
Gráfico 3.4. Faixa etária dos usuários participantes da pesquisa.....	56
Gráfico 3.5 - Escolaridade dos usuários entrevistados.....	56

CAPÍTULO IV

Gráfico 4.1 - Principais motivos da escolha da unidade - Edificações residenciais.....	57
Gráfico 4.2 - Porcentagem de usuários das edificações residenciais que já havia tido contato com o sistema construtivo e influência na escolha dos mesmos.....	59
Gráfico 4.3 - Nível de satisfação dos usuários.....	60
Gráfico 4.4 - Estabilidade da edificação (se a edificação balança).....	64
Gráfico 4.5 - Sensação do usuário em relação ao sistema de fechamento vertical.....	65
Gráfico 4.6 - Qualidade das paredes em relação à resistência.....	66
Gráfico 4.7 - Grau de dificuldade para fixação de elementos de grande peso - edificações residenciais.....	67
Gráfico 4.8 - Quantidade de manutenção em relação à construção convencional.....	68
Gráfico 4.9 - Satisfação com a unidade.....	75
Gráfico 4.10 - Nível de satisfação dos usuários das escolas.....	81
Gráfico 4.11 - Caracterização das sensações em relação aos fechamentos verticais - Edificações escolares.....	81
Gráfico 4.12 - Satisfação global dos usuários das escolas.....	85

1. INTRODUÇÃO

O emprego de estruturas metálicas em edifícios é apontado como uma das alternativas para a industrialização da construção civil, por aliar velocidade, qualidade, racionalidade e desenvolvimento de novos sistemas construtivos, além de retirar do canteiro de obras uma gama de atividades precárias e artesanais (SILVA; SILVA, 2003).

O uso de estruturas em aço em todo mundo encontra-se há muito tempo consolidado e alicerçado no desenvolvimento de sistemas eficientes de construção. No entanto, no panorama nacional a construção civil precisa de mais desenvolvimento no que se refere a sistemas racionalizados, onde o processo construtivo é predominantemente artesanal caracterizado pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício. Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de aço, o emprego de estruturas metálicas em edificações tem sido relativamente baixo se comparado ao potencial do parque industrial brasileiro. Porém, o mercado tem sinalizado mudanças nessa situação, mas ainda de forma lenta se comparada a outros setores da economia.

Há atualmente no país experiências bem sucedidas de emprego de sistemas industrializados na construção civil, principalmente em obras comerciais e industriais. A construção industrializada se apresenta como um caminho para a mudança da realidade da construção civil brasileira. Características como mão-de-obra qualificada, produção seriada e em escala de elementos padronizados, racionalização dos processos e insumos e possibilidade de controle rígido dos processos e cronograma da obra são características dos sistemas industrializados que vão de encontro aos problemas intrínsecos da construção artesanal (SANTIAGO, 2008).

Fazendo uma análise preliminar de algumas edificações em estruturas metálicas, podem-se observar problemas relacionados aos fechamentos e aos revestimentos em geral. Em muitos casos, estes problemas patológicos estão principalmente relacionados à falha ou à falta de projetos de detalhamento. Por outro lado, existem problemas ocasionados pela simples importação de tecnologias desenvolvidas em outros países, sem a devida adaptação às condições próprias do Brasil.

Quando se fala em inovações tecnológicas importadas, uma das questões que mais geram polêmica diz respeito à “tropicalização” da tecnologia. Segundo Freitas e Crasto (2006), o

termo tenta exprimir a necessidade de se adaptar técnicas construtivas importadas ao clima, costumes e cultura construtiva de nosso país. Nesse sentido, a “tropicalização” é importante para o estabelecimento da tecnologia no Brasil. Porém, muitas vezes forçar uma adaptação prejudica e interfere no desempenho do sistema. Bastos e Souza (2006) acrescentam que, além deste aspecto, é necessária uma avaliação da pertinência desta tecnologia adaptada ou se, numa perspectiva em longo prazo de investimentos em pesquisas de base e de caráter transdisciplinar, possam respaldar tais adaptações ou mostrar novos rumos para o desenvolvimento da ciência e tecnologia neste setor.

Qualquer técnica ou solução construtiva desenvolvida fora do país deve ser analisada com cuidado antes de sua utilização no mercado nacional. As inovações devem ser economicamente viáveis e compatíveis com os condicionantes nacionais. Tecnologias importadas utilizadas sem qualquer adequação às condições climáticas, sociais e econômicas, e às expectativas do mercado brasileiro encontram dificuldades em se estabelecer e serem aceitas pelos usuários e pela cadeia produtiva. O processo de “tropicalização” é fundamental para que a construção industrializada possa ser uma realidade no mercado brasileiro (SANTIAGO, 2008).

No caso do sistema *Light Steel Framing (LSF)*, inicialmente a importação da tecnologia acabou implicando na introdução do padrão estético do país de origem: os Estados Unidos. O que fez com que o sistema ficasse conhecido por “*american homes*” ou casas industrializadas americanas. Acredita-se que à medida que o sistema se estabeleça no mercado como alternativa viável e, a indústria ofereça mais opções de acabamento e fechamento com qualidade, essa tendência de “americanização” do partido arquitetônico acabe por diminuir e até mesmo se extinguir (CRASTO, 2005).

O Brasil apresenta um campo muito promissor para o desenvolvimento de tecnologias como o LSF, representado pelo grande déficit habitacional, pela produção de aço no país que é uma das maiores do mundo e pela infra-estrutura pronta para o desenvolvimento do sistema. Porém, no país a tecnologia ainda carece de adequações para a melhoria de seu desempenho e para melhor aceitação dos usuários. “Como a construção metálica é relativamente recente, existe uma certa “desconfiança” da população em geral quanto ao desempenho destes sistemas. A melhoria do desempenho é importante não só para a popularização do sistema construtivo, mas para o financiamento e viabilização dos mesmos” (GARCIA; RODRIGUES; VECCI, 2006).

1.2. Objetivos

1.1.1 Geral

Avaliação da percepção e absorção do sistema construtivo *Light Steel Framing* por parte do usuário, tendo por critério seu nível de consciência em relação ao novo sistema e de vivência no uso e manutenção desta nova tecnologia, somados à sua experiência em edificações de tecnologias tradicionais, culturalmente já assimiladas, considerando residências e edificações escolares.

1.1.2 Específicos

- avaliação do estado de conservação do sistema LSF em edificações e das transformações ocorridas no espaço em função das necessidades surgidas;
- verificação da solução arquitetônica adotada para o sistema construtivo proposto;
- avaliação de eventuais manifestações patológicas e o desempenho de edificações em LSF;
- levantamento das informações relativas à etapa projeto e de execução de edificações em LSF;
- sistematização de recomendações que sirvam de referência para operação, uso e manutenção das edificações, principalmente como base de decisões de projeto para edificações em LSF e, conseqüentemente, garantia de qualidade e aceitação dessas construções no mercado brasileiro.

1.2. Justificativa

Apesar do uso do aço na construção civil no Brasil ser recente, o país já detém um bom nível de projeto, fabricação e montagem de estruturas metálicas comparável aos países do primeiro mundo. No entanto, se observa que em grande parte das edificações em estruturas metálicas existem grandes deficiências no projeto, detalhamento e execução dos sistemas complementares de fechamento em geral. Os fechamentos externos em LSF com estrutura principal portante ainda são raros no país. Sabe-se que o sistema de fechamento externo é um

dos mais importantes no processo construtivo como um todo, pois está diretamente ligado à imagem e ao conforto das edificações.

O sistema LSF, uma alternativa industrializada e racionalizada, vem ganhando lentamente espaço no Brasil em construções para diversos usos. Somente poucas construtoras do sudeste do Brasil importaram o conhecimento desse sistema dos Estados Unidos e começaram a empregá-la de forma pioneira. No entanto, há ainda algumas adaptações de projeto a serem feitas, por ser o sistema de concepção importado, com linguagem arquitetônica típica de seu país de origem.

Entende-se que a promoção do debate sobre as condições das edificações estruturadas em aço, pós-ocupação, deve se tornar uma prática recorrente da arquitetura e de sua crítica no discurso contemporâneo, o que por si, justifica a sua importância e relevância. A partir das informações coletadas nessas avaliações, por meio de inspeções e avaliações técnicas, acredita-se que os resultados possam proporcionar subsídios que orientem intervenções necessárias, bem como o aprofundamento dos estudos sobre o comportamento da estrutura em aço ao longo dos anos, em termos de patologias geradas. Permitem também avaliar em relação à segurança e percepção por parte do usuário e, que possam servir como fonte de consulta a arquitetos, engenheiros e interessados pela problemática.

Assim, a implantação efetiva de uma nova tecnologia construtiva deve estar a serviço do usuário. A validação do uso desta tecnologia dependerá do usuário colocado como foco principal, com avaliações fidedignas por meio de crítica consciente e consistente por ser aquele que usa e mantém o espaço gerado pela nova tecnologia, podendo significar informação retro-alimentadora para uma real evolução da cultura construtiva. Assim, o estudo por meio do trabalho de campo é a opção que se justifica por obter respostas que correspondam à realidade, a partir das informações dadas pelo grupo de pessoas que vivenciam a experiência, quer seja por meio dos significados expressos verbalmente ou pela observação das ações (BASTOS, 2004).

Espera-se com o desenvolvimento deste trabalho aumentar o conhecimento técnico a respeito do sistema *Light Steel Framing* e adquirir mais informações sobre suas particularidades e potencialidades, bem como, desenvolver um maior conhecimento sobre as interfaces dos seus sistemas complementares, instalação, uso e manutenção.

1.3 O Sistema *Light Steel Framing*

O sistema *Light Steel Framing* (LSF) ou *Steel Frame*, assim conhecido mundialmente, é um sistema construtivo caracterizado pelo uso de perfis de aço galvanizado formados a frio compondo sua estrutura.

Originário do sistema de frames ou quadros de madeira (*wood frame*) utilizados nos EUA na época da Revolução Industrial (Fig.1.1) vem sendo cada vez mais utilizado em todo mundo, desde Japão, China, Coréia, Nova Zelândia e Austrália passando pela Europa e chegando à Argentina e Chile, por suas características técnicas e ecológicas.

Devido ao esforço da iniciativa privada, o sistema LSF vem ganhando projeção também no mercado nacional, onde já se pode encontrar obras em várias regiões do país, tais como: residências, escolas, hospitais, dentre outros, construídos por inteiro com esse sistema, porém, o emprego do LSF no Brasil ainda é pouco expressivo.



Figura 1.1 - Sistema de Frames

Fonte: STRAND..., 2008.

Este é um sistema de construção industrializado, de concepção racional, que permite uma construção a seco, padronizada, que alia rapidez, qualidade construtiva e habitacional. Além

de ser um sistema construtivo aberto, que possibilita a utilização de diversos materiais de fechamento; racionalizado, que otimiza a utilização dos recursos e o gerenciamento das perdas; customizável, que permite total controle dos gastos já na fase de projeto; é ainda durável e reciclável (JARDIM, 2010).

O conceito estrutural que guia o projeto em LSF é dividir a estrutura em uma grande quantidade de elementos estruturais individuais ligados entre si, passando esses a funcionar em conjunto, de maneira que cada um deles resista a uma pequena parcela da carga total aplicada. Dessa forma, é possível utilizar perfis mais esbeltos e painéis mais leves e fáceis de manipular (Fig. 1.2). Segundo Crasto (2005), “basicamente a estrutura em *Steel Framing* é composta de paredes, pisos e cobertura. Reunidos, eles possibilitam a integridade estrutural da edificação, resistindo aos esforços que solicitam a estrutura”.

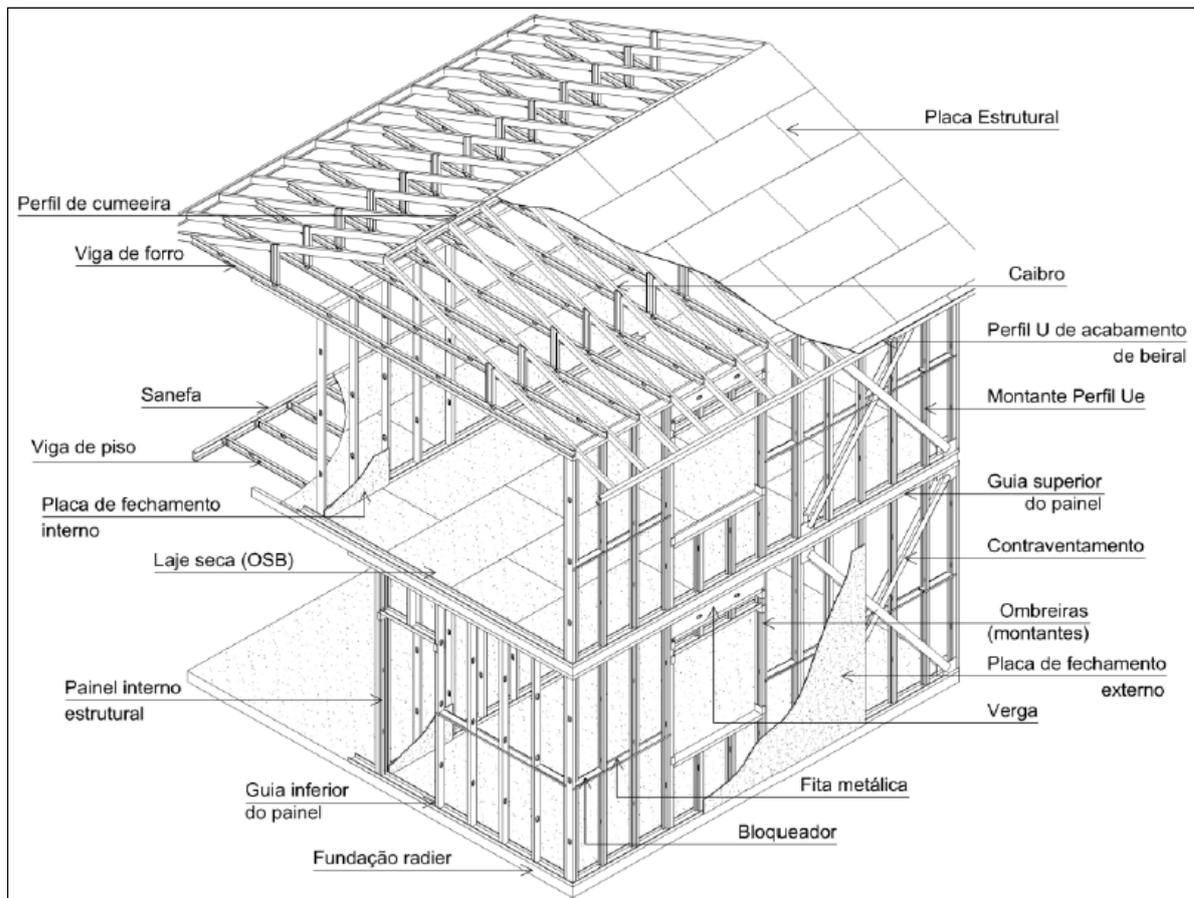


Figura 1.2 - Esquema de construção portante em LSF.

Fonte: CRASTO, 2005, p.13.

O sistema *Light Steel Framing*, possui uma gama de possibilidades de utilização, não se restringindo apenas ao uso do sistema por completo: piso + paredes + cobertura = estrutura

LSF. Ele pode ser empregado por partes, se associando a outras técnicas construtivas, servindo só como fechamento externo e/ou interno, ou somente cobertura, por exemplo. No Brasil, a maior aplicação do *steel frame* ainda está no mercado residencial de classe média. Para alguns especialistas, o sistema construtivo completo ainda não está totalmente viável econômico e tecnicamente, mas, pelo menos, parte dele pode ser empregada de imediato em qualquer tipo de construção industrializada.

O LSF tem se mostrado também uma ótima alternativa para *o retrofit*, no qual a estrutura leve pode permitir a ampliação e até mesmo a construção de pavimentos adicionais em um edifício existente. Em construções comerciais, o sistema industrializado se mostra eficiente por aliar rapidez de execução e limpeza do canteiro de obra. Ao mesmo tempo, com o conceito de sustentabilidade em alta, o uso de perfis de aço leves, que apresentam uma vida útil longa e podem ser desmontados e reciclados, têm sido vistos como uma opção de baixo impacto ambiental, sobretudo por causa da racionalização dos materiais e das perdas mínimas proporcionadas. Mariutti (2008) estima que, em escala de produção industrial, cada unidade de 48 m² possa ser construída em cerca de uma semana.

O sistema LSF é composto por vários subsistemas e componentes, sendo dentre eles o estrutural, o isolamento termo-acústico, a impermeabilização, os fechamentos interno (geralmente feito em *drywall*- parede seca, em placa de gesso acartonado) e externo, geralmente feito em placas cimentícias, chapas de fibra orientada (*Oriented Strand Board – OSB*) e/ou *sidings* vinílicos (sistema de revestimento composto por painéis de Policloreto de Vinila - PVC) e as instalações elétricas e hidráulicas flexíveis.

Embora seja um sistema construtivo aberto, que permite a utilização de diversos materiais, na maioria das vezes o *steel frame* é oferecido a partir de uma "cesta básica" que inclui, além dos perfis de aço galvanizado com espessuras nominais normalmente entre 0,80 mm e 1,25 mm, outros componentes industrializados, como chapas de *drywall* para fechamento interno e placas cimentícias ou estruturais de OSB (*oriented strand board* ou chapa de fibra orientada) fixadas diretamente nos perfis estruturais com parafusos como vedação. É a partir da harmonização desses componentes - e de outros, como o recheio mineral para tratamento termo acústico, a impermeabilização e a tubulação hidráulica flexível - que características como previsibilidade, velocidade de execução e redução do desperdício aparecem. Na construção em aço, a perda de materiais estimada não ultrapassa 3% e, como a obra funciona como uma linha de montagem, a produtividade dos operários é cerca de três vezes maior do que na construção convencional (NAKAMURA, 2007, p.77).

Uma parede estruturada em *steel frame* pesa no máximo 50 kg/m², enquanto o peso de uma parede em alvenaria convencional varia de 120 a 250 kg/m². Além disso, há a maior precisão dimensional característica das soluções industrializadas, ao contrário da variação dimensional que marca a construção convencional (MARIUTTI, 2008).

Segundo Crasto (2005), “tirar partido da modulação, usualmente de 400 e 600 mm, é um caminho seguro para otimizar a utilização de recursos, inclusive mão-de-obra e gerenciar melhor as perdas. Da mesma forma, para garantia do desempenho do sistema, é preciso que todos os projetos estejam bem compatibilizados e que todas as relações entre os subsistemas sejam estudadas e resolvidas em projeto[...]”. Isso é determinante para garantia do processo de linha de montagem (Fig. 1.3) da obra e para evitar a incidência de patologias.



Figura 1.3 - Linha de montagem.

Fonte: STEEL FRAME..., 2008.

1.3.1 Gestão do Processo de Projeto no sistema *Light Steel Framing*

A eficiente gestão do processo de projeto no planejamento de uma obra em *Steel Frame* é fundamental para que o sistema alcance o desempenho esperado. Segundo Meseguer¹ (1991) apud Freitas e Crasto (2006), o projeto é responsável, em média, por 40 a 45% dos erros de execução construção civil. O processo de industrialização da construção tem início na concepção do projeto, que deve ser pensado em conformidade com todos seus condicionantes. O projeto é o principal articulador e indutor de todas as ações, organizando e garantindo o emprego eficiente da tecnologia. Os sistemas industrializados são incompatíveis com

¹ MESEGUER, A.G. **Controle e garantia da qualidade da construção**. Trad. Roberto Falcão Bauer, Antônio Carmona Filho, Paul Roberto do Lago Heleno, São Paulo, Sinduscon-SP/Projeto/PW,1991.

improvisações, por esse motivo é importante que todas as especificidades estejam resolvidas antes de ir para o canteiro de obras (FREITAS; CRASTO, 2006). Mostra-se na figura 1.4 a importância que a fase de projeto tem pela grande capacidade que as decisões tomadas nesta etapa têm em influenciar decisivamente os custos finais do empreendimento.

Faz-se o uso de um esquema (Fig.1.5) que mostra a necessidade de uma nova configuração da cadeia produtiva, definido por Bastos e Souza (2005 e 2006), onde se propõe o estabelecimento de uma cooperação mais estreita entre os agentes envolvidos no processo de produção, envolvendo algumas interfaces principais de colaboradores no projeto. Dentre estas ações, estão a retroalimentação das fases de execução e uso/manutenção, tendo assim uma interface com o cliente e com a produção.

Evidenciam-se as relações de interdependência de todos os agentes participantes e, em particular, dos consumidores finais, a localização de cada um deles e seus papéis de coresponsabilidade. Destacando-se também a inter-relação dos setores produtivos, das instituições públicas, do meio acadêmico e do consumidor final. Tendo-se assim o processo produtivo das edificações como cíclico, em substituição ao processo tradicional caracterizado pela linearidade da gestão construtiva (CAMPOS; SOUZA, 2010).

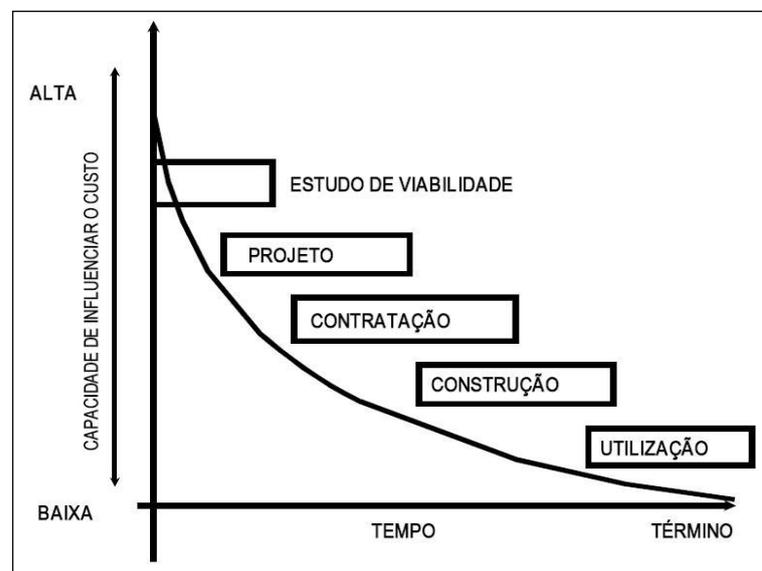


Figura 1.4 - Capacidade de influenciar o custo total durante o ciclo do empreendimento. (O'CONNOR; DAVIES², 1988 apud FRANCO, 1996)

² O'CONNOR, J.T.; DAVIES, V.S. Constructability improvement during field operations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 114, n. 4, p.548-64, 1988.

Para a compatibilização de todos os projetos de modo a evitar erros no canteiro de obras há a necessidade de um profissional que integre todos os agentes, proporcionando uma visão ampla de todo o processo de projeto e produção. Por suas características industrializadas, a produção do *steel frame* se antecipa ao nível da fábrica, exigindo um detalhamento maior de todos os projetos desde os estágios iniciais da construção com uma atenção maior para as interfaces e especificidades de cada projeto, garantindo a qualidade final da edificação.

Desta maneira, destaca-se na construção industrializada a atuação da atividade de coordenação de projetos, com o intuito de se obter projetos com melhores níveis de detalhamento, compatibilizados e preocupados com a construtibilidade. Entende-se por construtibilidade, o uso do conhecimento e das experiências técnicas adquiridas na construção civil em vários âmbitos diferentes para otimizar, racionalizar e inter-relacionar as etapas de projeto e execução de obras de modo a se obter o melhor desempenho possível.

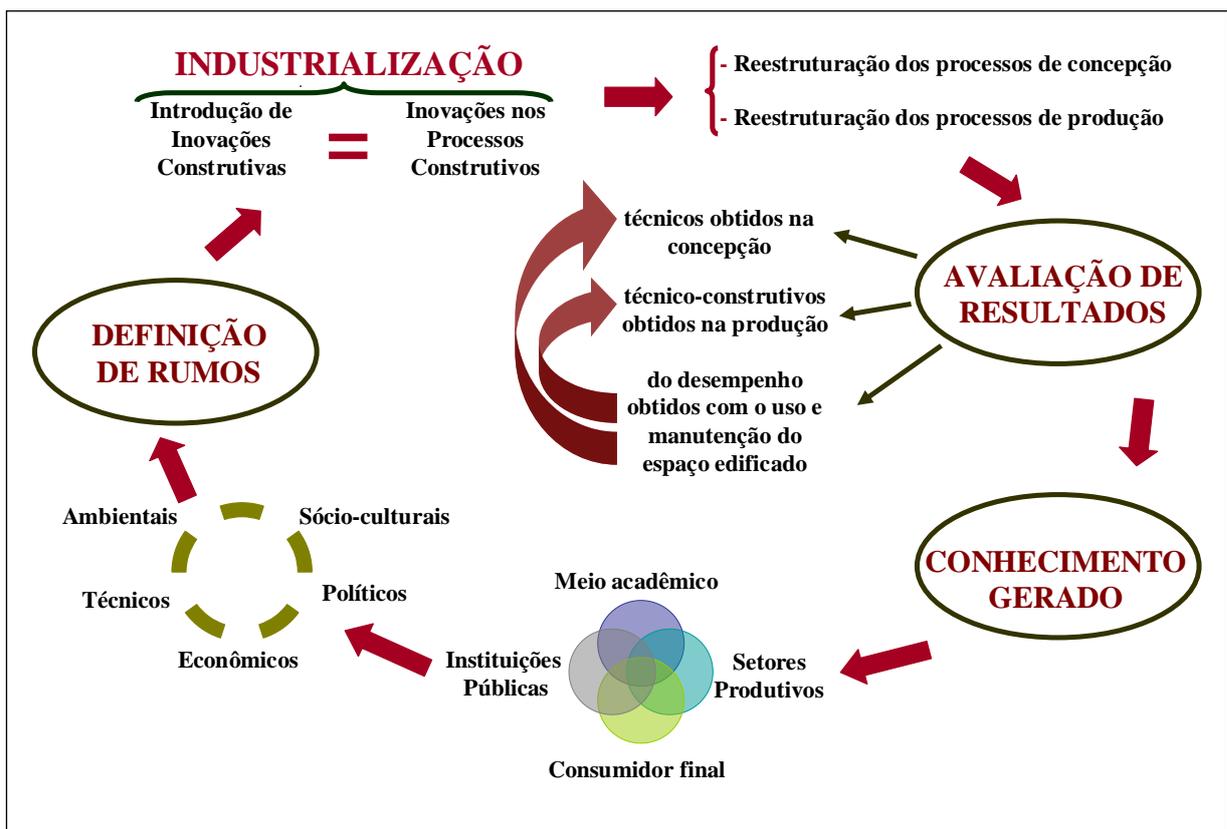


Figura 1.5 - Atributos para a configuração da cadeia produtiva do espaço edificado.

Fonte: BASTOS e SOUZA, 2005 e 2006

O'Connor³ et al (1987) apud Jardim (2010) distinguem a construtibilidade por meio de ações como:

- orientação do planejamento e programação para as necessidades da construção;
- simplificação dos projetos, tornando as soluções eficientes;
- padronização;
- modulação e pré-montagens;
- acessibilidade (“manuseabilidade”);
- projeto orientado para condições ambientais adversas, e;
- especificações.

Tatum⁴ (1987) apud Jardim (2010) coloca como benefícios da construtibilidade:

- a diminuição das tarefas na construção;
- a diminuição das dificuldades durante a execução;
- o reconhecimento das limitações e práticas locais;
- a melhoria dos métodos construtivos e da tecnologia, e;
- a melhoria da coordenação entre projetistas e construtores com a adoção do mesmo ponto de vista por todos os membros da equipe.

A presença de um coordenador de projetos não isenta os demais envolvidos no processo do projeto das responsabilidades que lhe são inerentes. Para isso, cada profissional individualmente precisa ter seu escopo definido de modo a não atribuir ao coordenador todas as responsabilidades pelos erros e acertos do processo do projeto. O grupo técnico de projetos precisa de parâmetros e base para realização dos seus trabalhos. Pode-se dizer que o sucesso de um empreendimento está diretamente associado à forma como ele é conduzido, não só no aspecto tecnológico, e econômico, mas também em relação à motivação, união, participação e cooperação das diversas pessoas envolvidas (ADESSE; SALGADO, 2006).

Os profissionais envolvidos, ainda segundo Adesse e Salgado (2006), precisam ser orientados e liderados por um profissional ou empresa que tenha uma visão global do empreendimento, garantindo a transmissão de todas as informações necessárias para elaboração dos projetos, de maneira clara, precisa, objetiva e eficiente, focando todos os agentes envolvidos, inclusive a

³ O'CONNOR, J.T; RUSCH, S.E; SCHULZ, M.J. Constructability concepts for engineering and procurement. **Journal of Construction Engineering and Management**, v.113, n.2, p.235-248, June 1987

⁴ TATUM, C. B. Improving constructibility during conceptual planning. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 113, n.2, p. 191-207, June 1987

obra, o empreendedor e o consumidor final. E mais do que isso: que saiba em qual momento uma atividade interferirá em outra, quais atividades são interdependentes, compatibilizando todos os projetos e verificando todas as interferências e restrições de uso e de dados de entrada.

Observe-se que no conjunto de restrições que condicionam os dados de entrada do processo de projeto, incluem-se as limitações de legislação e custos, que estreitam a faixa de possibilidades que contém as alternativas de solução para o projeto, especialmente quanto ao partido arquitetônico e padrão de acabamento, os quais podem ser aspectos bastante influentes sobre as características finais do sistema *Light Steel Framing*, que passa a ter valor de produto, devendo ser planejado e resolvido antes de ir para fábrica, e quando no mercado, ser validado e aceito pelos seus consumidores finais.

Uma ação condicionante para promover a racionalização no processo de projeto do sistema *Steel Framing* é a aplicação do sistema de coordenada modular, que é de fundamental importância para qualquer projeto industrializado. O objetivo da coordenação modular, segundo Freitas e Crasto (2006), é eliminar a fabricação, modificação ou adaptação de peças na obra, ou seja, diminuir o número de improvisações no canteiro de obra por falta de acoplabilidade entre os componentes e subsistemas. Para Mascaró⁵ (1976), apud GREVEN; BALDAUF, (2007), a Coordenação Modular é um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção (ou montagem), com mínimas modificações ou ajustes.

Ao se elaborar um projeto de edificação em *Light Steel Framing* deve-se considerar que os materiais e componentes destinados à sua execução estão parametrizados como múltiplos e sub-múltiplos, de forma a tornar as interfaces do sistema compatíveis. Segundo Freitas e Crasto, (2006), ao se instituir um sistema de coordenação modular que concilie de maneira eficiente as características dimensionais dos materiais e componentes de um sistema de construção, tem-se como resultado a possibilidade de simplificação da atividade de elaboração do projeto; a padronização de materiais e componentes; a possibilidade de normalização, tipificação, substituição e intercambialidade entre os componentes e subsistemas padronizados, diminuindo os problemas de interface entre os mesmos; a facilidade do controle de produção devido às técnicas pré-definidas; a maior precisão

⁵ MASCARÓ, L. E. R. de. *Coordinación modular? Qué es?* Summa, Buenos Aires, n. 103, p. 20-21, ago. 1976.

dimensional; a redução do desperdício com adaptações e a diminuição dos erros da mão-de-obra, com consequente aumento da produtividade e qualidade da edificação. Desta forma todos os agentes envolvidos no processo têm a ganhar, principalmente o usuário final.

1.4 *Light Steel Framing* e sua Inserção no Mercado Brasileiro

A utilização do sistema *Light Steel Framing* no Brasil começou marcadamente na década de 90, quando algumas construtoras começaram a importar *kits* pré-fabricados em LSF para montagem de casas. Apesar do uso de tais kits sem qualquer adaptação para a realidade brasileira, o processo construtivo industrializado se provou eficiente (CRASTO, 2005). Mas, no entanto, e embora, o Brasil seja um dos maiores produtores mundiais de aço, o uso do sistema LSF na prática ainda é restrito.

Como já dito anteriormente, no Brasil há ainda algumas adaptações climáticas dos projetos a serem feitas. Mas é crescente o uso do *steel frame* em construções institucionais e em condomínios residenciais. Nos últimos anos o uso de elementos de perfis, formados a frio em aço galvanizado, para a construção civil têm sido bastante comum e é crescente o interesse de construtoras por essa tecnologia.

A resistência que ainda existe por parte dos consumidores tem origem cultural, o consumidor brasileiro quer poder bater na parede e sentir o som de algo maciço e não ‘oco’, pois a construção civil brasileira é marcada pelos sistemas construtivos artesanais, por construções de tijolo e argamassa. O sistema LSF é uma construção leve sendo erroneamente sinônimo de fragilidade. Ainda soma-se a falta de mão-de-obra qualificada, incluindo arquitetos e engenheiros que não têm condições de projetar uma obra em *Steel Frame* por falta de conhecimento do sistema.

Os fechamentos externos em LSF para edifícios com estrutura principal portante (Fig. 1.6), que são comuns em países de cultura construtiva industrializada, ainda são raros em nosso país. A utilização deste sistema representa maior rapidez de execução com perdas mínimas; menor emprego de mão-de-obra; e redução considerável no peso próprio comparado a materiais convencionais (SANTIAGO, 2008).

Os fechamentos verticais industrializados utilizados no Brasil com certa frequência são o *drywall* (internamente) e os painéis metálicos e de concreto pré-moldado (externamente). O país já conta com todos os insumos necessários, inclusive com tipos de fechamento vertical mais eficientes para a execução do novo sistema. Porém, ao contrário das construções tradicionais, para as quais os materiais estão disponíveis em qualquer lugar, há ainda certa dificuldade para comprar o material que compõe o sistema LSF, por isso algumas construtoras mantêm um estoque para fornecer aos seus clientes. Essa é uma das barreiras que o sistema encontra para se difundir no Brasil, além da falta de profissionais especializados, pois o *steel frame* tem que ser pensado desde a gestão da construção e requer uma maneira diferente de se projetar e o arquiteto é peça fundamental para desenvolver isso.



Figura 1.6 - Fechamento em LSF, método embutido, em estrutura de concreto armado.

Edifício residencial *San Nicolás*, Argentina.

Fonte: SIDERAR⁶, 1998 apud SANTIAGO, 2008, p.50

Hoje no Brasil, o maior uso do *steel frame* ainda está no mercado residencial, mas mesmo dentro desse nicho é possível explorar outras possibilidades, oferecendo, por exemplo, só o engradamento para cobertura (Fig. 1.7) ou fechamentos internos e externos das áreas comerciais ou misturado a outras estruturas, compondo uma construção híbrida. Se o sistema construtivo completo ainda tem um caminho para trilhar rumo à viabilização econômica e técnica, pelo menos parte dele pode ser empregada de imediato em qualquer tipo de

⁶ SIDERAR. El desarrollo de las estructuras de acero galvanizado para la vivienda en la Argentina: Barrio Siderar en San Nicolás. **Boletín Informativo Techint**, Enero- Marzo 1998, Buenos Aires, 1998.

construção residencial industrializada. É preciso disseminar a cultura do LSF, divulgando as possibilidades e técnicas desse sistema. Algumas revistas de construção e arquitetura têm publicado reportagens de como construir em *steel frame*, passo a passo, desde a fundação até a cobertura.

Desse modo a avaliação pós-ocupação em edificações que utilizem este sistema construtivo é importante de forma a retroalimentar (dar retorno de informações a fim de evitar a ressurgência de problemas) a gestão de projetos e de execução de novas construções em LSF, com eficiência e difundir melhor esse sistema no Brasil.



Figura 1.7 - Telhado em LSF.

Fonte: STEEL FRAME..., 2008.

1.4.1 Habitações populares em *Steel Frame*

“Nos últimos anos com o avanço da construção civil e das demandas de habitação no país, a utilização de sistemas industrializados como *Light Steel Framing* surge como estratégia para suprir o desenvolvimento do setor e o constante crescimento do déficit habitacional, uma vez que representa maior rapidez de execução com perdas mínimas; menor emprego de mão-de-obra em cada construção e, conseqüente aumento de produtividade e especialização, bem como, redução considerável no peso próprio comparado a materiais convencionais e a melhoria dos acabamentos finais” (SANTIAGO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2010).

Com a grande demanda do setor da construção civil e o aumento dos recursos para o crédito imobiliário e crescimento do segmento de habitação de interesse social, cresce a discussão sobre as necessidades do mercado quanto à inovação tecnológica. Neste contexto, os diferentes sistemas construtivos para habitação econômica e de interesse social podem contribuir efetivamente para o desenvolvimento do sistema em *Light Steel Framing*, contemplando a redução de prazos e custos, a garantia da qualidade, o atendimento às normas de desempenho, o aumento da produtividade, a qualificação de pessoal e a sustentabilidade.

Porém, o setor ainda enfrenta problemas por ser fragmentado, com alto grau de complexidade pelas suas inúmeras e diferenciadas atividades, regido ainda muita informalidade (estimada em 50%). Para alcançar um novo patamar de crescimento sustentado, em todos os níveis, e ainda atender às novas exigências do mercado, as empresas devem investir na capacitação de pessoas, no planejamento de insumos, na redefinição de funções corporativas, na redução da informalidade, na informação precisa para decisões assertivas, em coordenação modular integrada, em uma nova visão do empreiteiro, em um construtor corresponsável na reavaliação constante do sistema de gestão da qualidade, com a revisão dos erros e retroalimentação das informações, gerindo-as de forma eficiente. É fundamental hoje se projetar o custo, avaliar o desempenho ao longo da vida útil de instalação ou sistema construtivo, considerar a sustentabilidade, avaliando todos os procedimentos corretamente e com responsabilidade (ENCONTRO..., 2010).

Sobre os sistemas construtivos para habitação econômica, é fundamental a definição do Sistema de Gestão e Controle da Qualidade na fabricação e construção das unidades de forma a garantir a qualidade final, evitando-se desperdícios, retrabalhos e futuras patologias construtivas. É importante que se atenda aos requisitos de segurança, habitabilidade, durabilidade e manutenibilidade, indicados na norma NBR 15.575 (ABNT, 2008), (ENCONTRO..., 2010). Para tanto é necessário que haja evidências objetivas de que o sistema construtivo atende aos critérios de desempenho e que seja aprovado pelo Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT).

Para a construção de habitações de interesse social, torna-se ainda mais importante essa Gestão da Qualidade das construções e maior apoio aos futuros usuários, pois pessoas de baixa renda têm menor nível de instrução e mais difícil acesso às informações e a recursos necessários ao uso e manutenção dessas edificações ao longo da sua vida útil. Apresenta-se a seguir alguns casos de construções de habitações populares nos últimos anos:

A Vila Dignidade de Avaré (Quadro 1.1, Fig. 1.8) é o primeiro de uma série de conjuntos habitacionais, projetados de forma semelhante no interior de São Paulo. É o primeiro projeto da CDHU (Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo) que atende às premissas do design universal, em que as unidades habitacionais apresentam vãos maiores de portas, piso antiderrapante, entre outros itens para promover segurança e acessibilidade ao usuário. A grande inovação desse conjunto é ser uma obra popular erguida em *steel frame*.

A escolha pelo *steel frame* faz parte da busca da CDHU por sistemas industrializados, apesar de se falar em custos mais elevados para a execução de obras com *steel frame*, segundo o engenheiro, gerente de orçamento da obra, a diferença não é tanta comparada ao sistema convencional, principalmente se a redução do prazo de construção for considerada. A obra foi edificada em apenas quatro meses.

São várias as vantagens do *steel frame*. É rápido, limpo, as peças vêm gabaritadas e cortadas, e a tubulação é muito simples. A Vila Dignidade de Avaré foi a primeira obra feita para a baixa renda, realizada pela Construtora Sequência. Segundo Mariutti (2008), diretor da empresa, não foi preciso fazer nenhuma adequação no *steel frame* para utilizá-lo nas casas populares. Apenas mudou-se o tipo de acabamento adotado, tais como os metais, as louças, as cerâmicas e revestimentos, mais simples do que aqueles utilizados para obras destinadas à classe média (VILA..., 2010).

Quadro 1.1 - Vila Dignidade, em Avaré (SP) – Resumo da obra.

Apresentação	Empreendimento com 22 habitações para idosos de baixa renda, com sala/cozinha, quarto, banheiro e jardim
Projeto arquitetônico	CDHU
Projeto	Casa Micura
Construção	Construtora Sequência
Área construída	1.152,04 m ²
Sistemas construtivos considerados	Estrutura em <i>steel frame</i> e fechamentos em gesso acartonado internamente e placa cimentícia externamente (opção 1) ou estrutura de concreto armado e vedação de blocos cerâmicos furados (opção 2)
Período da obra	Setembro/2009 a fevereiro/2010

Fonte: GEROLLA, 2010.

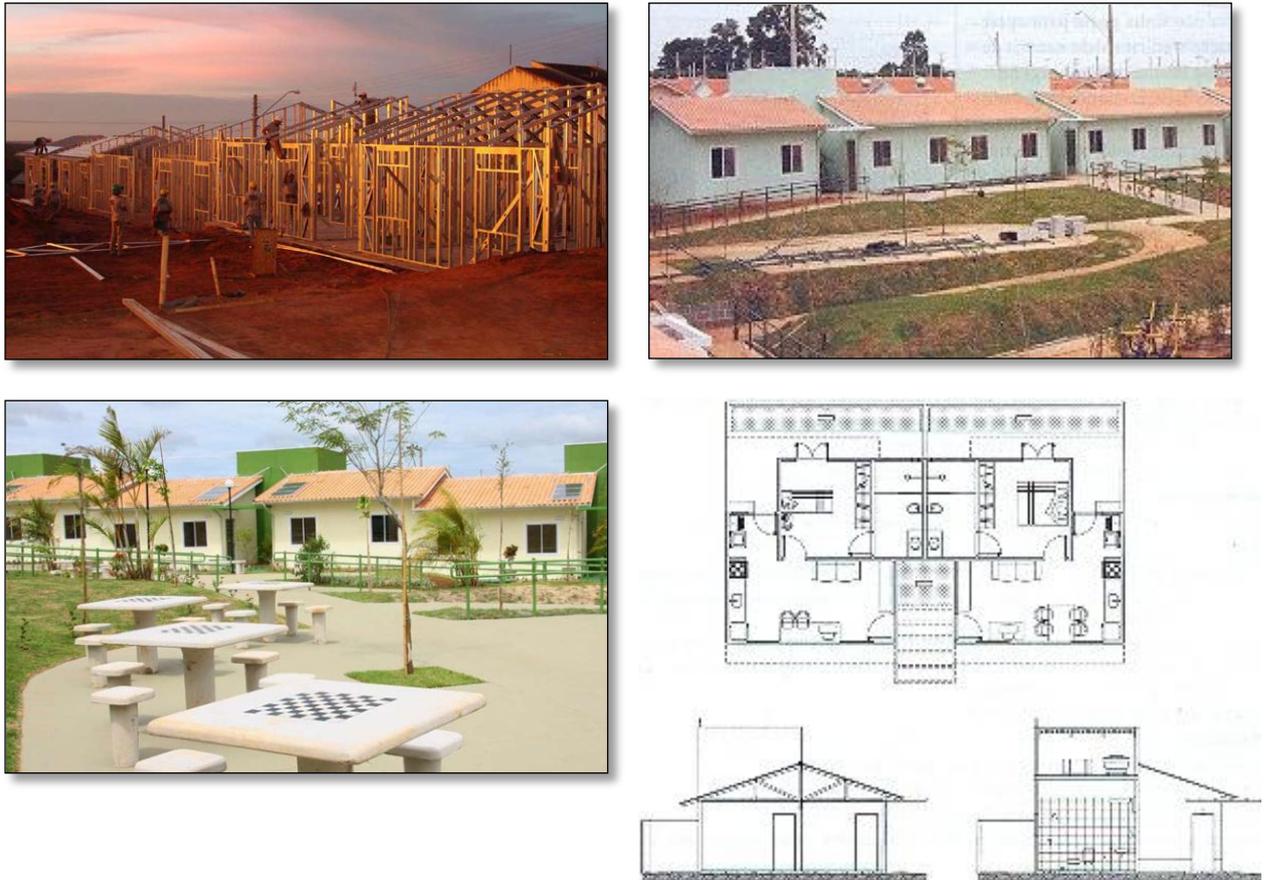


Figura 1.8 - Vila Dignidade - São Paulo.

Fonte: VILA..., 2010

O Condomínio Colina das Pedras (Quadro 1.2, Fig.1.9), em Bragança Paulista, interior de São Paulo, é o primeiro condomínio vertical no Brasil, de interesse social, construído a partir do sistema *steel framing*. Ao todo, são 13 blocos de quatro andares, com 16 apartamentos cada, somando 208 unidades com área de lazer e estacionamento.

Os blocos foram construídos com estrutura de aço, fechamento em painel OSB e revestimento externo em *siding vinílico*. Nas áreas internas, o fechamento é em *drywall*, acrescido de mantas para isolamento térmico e acústico.

Quadro 1.2 - Condomínio residencial Colina das Pedras - resumo da Obra

Projeto arquitetônico	CDHU
Execução	Haltec Engenharia e Home Engenharia
Local	Bragança Paulista
Fechamento	<i>Drywall</i> ; Mantas acústicas, painéis externos: OSB, revestimento externo: <i>Siding vinílico</i>
Área total	760 m ² /prédio
Peso	29.000 kg de perfis em aço galvanizado/prédio Edifícios de quatro pavimentos com 16 apartamentos populares (CDHU) de 46 m ² cada, executados com componentes totalmente nacionalizados. Cada prédio foi entregue no prazo de 90 dias, pronto para morar.

Fonte: GEROLLA, 2010



Figura 1.9 - Condomínio Colina das Pedras - Bragança Paulista.

Fonte: VILA..., 2010

Na *Ciudad Del Sol*, na região metropolitana de Santiago, em *Puente Alto* no Chile (Fig 1.10), quase 7 mil casas foram implantadas em um lote de 1,68 milhão de m². A escala do condomínio chileno exigia um sistema construtivo que, além de competitividade de mercado, proporcionasse extrema racionalidade para a obra. Depois de calcular e analisar as condicionantes do projeto, a equipe técnica escolheu o sistema *light steel framing* para construção do condomínio.

A obra foi feita com *frames* metálicos, painéis estruturais em OSB com revestimento em *siding vinílico* nos fechamentos externos e placas de gesso acartonado no fechamento interno e isolamento termo-acústico em lã de vidro no interior das paredes, garantindo o conforto dentro de casa. Um ponto a se destacar é a alta resistência antissísmica do *light steel framing*, que ocorre porque a ligação entre seus perfis não é rígida. Além disso, a placa de OSB, que resiste bem ao cisalhamento, ajuda a aumentar o número de ligações por parafusos,

reforçando as conexões, impedindo a movimentação do conjunto e evitando trincas ou rachaduras (MICROCOSMO..., 2010).

Em 2009, aproximadamente 35% das construções no Chile utilizaram o *light steel framing*. Com o sucesso da implantação chilena, a perspectiva para o mercado brasileiro é promissora. Uma vez que os sistemas convencionais não estão conseguindo atender à demanda déficit habitacional do Brasil, um sistema racional, veloz e flexível apresenta-se como uma alternativa para suprir essa carência.



Figura 1.10 - Condomínio *Ciudad Del Sol* – Chile

Fonte: MICROCOSMO..., 2010

1.5 Referenciais para Novos Rumos na Gestão da Qualidade das Construções em *Steel Framing* no Brasil

Ao mesmo tempo em que se pretende estimular o desenvolvimento tecnológico, a comunidade técnica nacional sabe que ao se implantar uma nova tecnologia há o risco do fracasso no processo de estabelecimento das inovações e da não aceitação dessa nova tecnologia. Nesse sentido é preciso a cooperação de todos os agentes envolvidos na busca de soluções para se minimizar este risco (LOTURCO, 2008). Com o objetivo de se respaldar a qualidade das soluções inovadoras e abrir caminho para obtenção de financiamento, em agosto de 2007 foi publicada no Diário Oficial da União nº 155, a Portaria nº 345, de 03/08/2007, que aprovou a instituição do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de produtos inovadores (SINAT) no âmbito do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), ligado ao Ministério das Cidades. Sendo uma iniciativa de mobilização da comunidade técnica nacional para dar suporte à operacionalização de um conjunto de

procedimentos reconhecido por toda a cadeia produtiva da construção civil, para a avaliação técnica de produtos e processos inovadores propostos para serem empregados e adotados na construção civil, incluindo edifícios, particularmente habitacionais ou residenciais, obras de saneamento e de infra-estrutura de transportes urbana.

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), em atuação no SINAT, coordenou a elaboração de cinco diretrizes técnicas que balizam os procedimentos de avaliação de sistemas construtivos inovadores, dentre elas a Diretriz SINAT nº 003- *Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”*, descrita mais a frente.

O SINAT é um sistema para avaliação e concessão de Documento de Avaliação Técnica (DATec) para produtos e sistemas construtivos inovadores. Inserido no PBQP-H, seu principal objetivo é harmonizar procedimentos para a avaliação de novos produtos para a construção quando não existem normas técnicas prescritivas específicas aplicáveis ao produto, pois a falta de normalização sempre foi um problema para os produtos inovadores no Brasil. A insegurança dos construtores e consumidores em relação ao desempenho e à durabilidade é uma barreira na disseminação de soluções novas para edificações.

O desempenho e o tempo de vida útil de edifícios vêm se tornando objeto de pesquisa cada vez maior. A preocupação com o comportamento das edificações em uso vem sendo uma constante no país. O desempenho de uma edificação pode ser definido como sendo o comportamento em uso que essa edificação deve apresentar, cumprindo a sua função quando submetido a determinadas influências ou ações durante sua vida útil, de acordo com exigências como desempenho estrutural, estanqueidade à água, segurança ao fogo, conforto térmico, conforto acústico e durabilidade.

É denominada vida útil o período de tempo durante o qual o edifício e suas partes, mantêm o desempenho esperado, quando submetido apenas às atividades de manutenção pré-definidas em projeto. Este período de tempo é compreendido entre o início de operação ou uso do produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender as exigências do usuário pré-estabelecidas. Um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional.

Desta forma, o objetivo principal do SINAT, a harmonização de procedimentos, é de grande importância para assegurar que todos os aspectos relevantes ao comportamento em uso de um produto de construção sejam considerados no processo de avaliação. Neste contexto, segundo Cleto e Cardoso (2007), os referenciais tecnológicos podem contribuir com a formalização e disseminação dos conhecimentos relevantes, dos critérios e requisitos de desempenho de elementos construtivos ou do produto final, de forma a dar subsídio aos agentes da cadeia produtiva da construção civil, cujas formas de transmissão da informação são muitas vezes verbais.

A Diretriz SINAT nº 003:2010, criada pelo Ministério das Cidades/ PBQP-H, apresenta os requisitos e critérios de desempenho que correspondem aos especificados na norma NBR 15.575 (ABNT, 2008) e outras normas pertinentes em relação ao sistema LSF. Por meio desses critérios relaciona as preocupações específicas para que a construção resulte em habitações com bom desempenho do ponto de vista de sua segurança, conforto e durabilidade. Apresentam-se a seguir os requisitos da referida Diretriz:

- desempenho estrutural;
- segurança contra incêndio;
- estanqueidade à água;
- desempenho térmico;
- desempenho acústico;
- durabilidade e manutenibilidade, e;
- métodos de avaliação;
- análise global do desempenho do produto;
- controle da qualidade na montagem.

A norma NBR 15.575 (ABNT, 2008) traz a obrigação para o projetista, de estabelecer e assinalar no projeto a “Vida Útil de Projeto” (VUP) para cada um dos sistemas que o compõe (estrutura, cobertura, vedação vertical externa, entre outros), introduzindo conceitos de: vida útil, vida útil de projeto e a sua vinculação às ações de manutenção.

Os sistemas do edifício devem ser adequadamente detalhados e especificados em projeto, de modo a possibilitar a avaliação da sua vida útil. É desejável conhecer as especificações dos elementos e componentes empregados de modo que possa ser avaliada a sua adequabilidade de uso. Deve-se prever a manutenibilidade do edifício e de seus sistemas, ou seja, manter a

capacidade do edifício e de seus sistemas e, permitir ou favorecer as inspeções prediais, bem como as intervenções de manutenção previstas no manual de operação uso e manutenção, com os menores custos (ABCP, 2008). Apresenta-se na figura 1.11, a seqüência de análise da norma NBR 15.575 (ABNT, 2008).

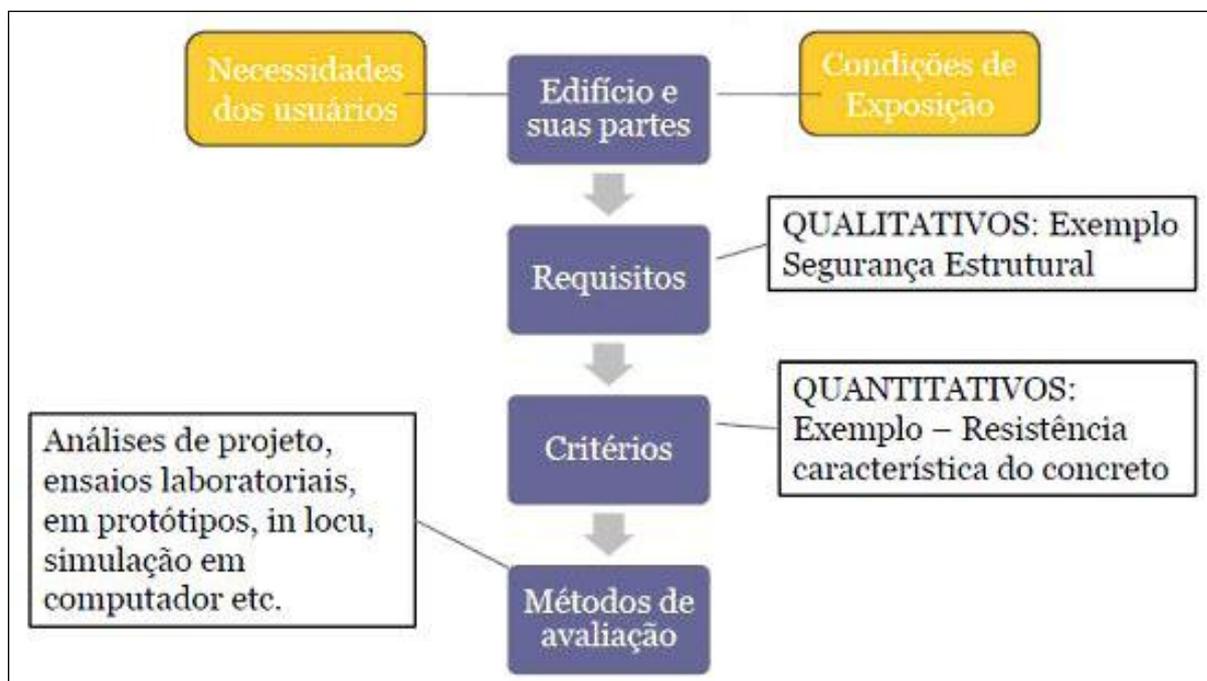


Figura 1.11 - Fluxo de avaliação da NBR 15575.

Fonte: BORGES, 2008

Aproveitando o enfoque na manutenibilidade, acrescenta-se que este é um dos itens mais importantes na gestão da qualidade das edificações estruturadas em aço. O grau de manutenibilidade tem origem na importância dada na fase inicial de projeto, aos fatores de operação, uso e manutenção. As especificações relativas a estes fatores e os seus sistemas que forem considerados em projeto para a definição de Vida Útil de Projeto devem estar também detalhadas na documentação que acompanha o edifício ou subsidia sua construção. Quem define a VUP precisa também estabelecer quais ações de manutenção deverão ser realizadas, para garantir que a VUP seja atingida.

A Diretriz SINAT nº003: 2010 apresenta como requisito e critério de desempenho no quesito durabilidade e manutenibilidade dos elementos, estabelecer em manual de uso e manutenção do sistema construtivo, os prazos de Vida Útil de Projeto de suas diversas partes ou elementos construtivos, especificando o programa de manutenção a ser adotado, com os procedimentos

necessários e materiais a serem empregados em limpezas, serviços de manutenção preventiva e reparos ou substituições de materiais e componentes.

Além disto, exige informações importantes sobre as condições de uso, como: fixação de peças suspensas nas paredes, localização das instalações (elétricas e hidráulicas), formas de realizar inspeções e manutenções nessas instalações, eventuais restrições de uso, cuidados necessários com ação de água nas bases de fachadas e de paredes internas de áreas molháveis, entre outras informações pertinentes ao uso desse sistema (SINAT nº003: 2010).

Existe desde 2003, o manual “*Steel Framing – Requisitos e condições mínimos para financiamento pela Caixa*”, válido para todo o Brasil, que regulamenta a forma de construção de edificações em *steel framing*, elaborado pelo CBCA, representando o setor siderúrgico, juntamente com o SindusConSP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo), que o aprovaram junto à CEF (Caixa Econômica Federal). Os requisitos também se baseiam nos enumerados pela norma NBR 15575 (ABNT, 2008), dividindo-se da seguinte forma:

- limitações para emprego do sistema;
- caracterização do sistema;
- exigências de desempenho do sistema;
- componentes do sistema;
- especificações dos perfis;
- durabilidade;
- exigências para o dimensionamento dos perfis de aço (projeto
- estrutural;
- ligação do aço a outros materiais - elementos de fixação;
- incompatibilidade com outros metais;
- exigências para os demais materiais componentes do sistema construtivo em *steel framing*;
- projetos complementares;
- sistema de proteção contra descargas atmosféricas;
- exigências de execução da obra – instruções de montagem;
- manutenção e reformas;
- garantias e responsabilidades;
- bibliografia de referência e ficha técnica.

No Brasil, já existem muitas bibliografias relativas ao *steel framing* para orientar a construção com esse sistema. Além da Diretriz SINAT nº003: 2010, e o manual da Caixa já citados, entre os exemplos, estão as normatizações de componentes, como perfis estruturais de aço formados a frio (NBR 6355:2003 e NBR 15253: 2005) e chapas de *drywall* (NBR 15217:2005). Os manuais “*Steel Framing- Engenharia*” e “*Steel Framing – Arquitetura*”, da Série Manual de Construção em Aço editada pelo CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço), (AÇO..., 2010), são, juntamente com o manual da Caixa, as mais completas bibliografias encontradas no mercado brasileiro, que servem de referência para as demais pesquisas no assunto. Os referidos manuais foram elaborados por professores da Universidade Federal de Minas Gerais e da Universidade Federal de Ouro Preto, respectivamente.

O Manual *Steel Framing - Arquitetura* apresenta os aspectos de projeto e montagem para edificações em *Steel Framing* visando orientar arquitetos e profissionais da área para a concepção de projetos (FREITAS e CRASTO, 2006), já o Manual de Engenharia contém os principais conceitos em relação aos perfis formados a frio e o seu dimensionamento e ligações segundo critérios das normas pertinentes, visando orientar os engenheiros na concepção de projetos estruturais de edificações em LSF (RODRIGUES, 2006).

O CBCA conta com uma série de manuais para basear os profissionais das construções industrializadas no Brasil. Dentre os manuais direcionados ao sistema *Light Steel Frame*, estão também o Guia do Construtor em *Steel Frame*, que é a tradução do original *Builders' Steel Stud Guide* (NAHB; AISI, 1996), publicado originalmente em Outubro de 1996 desenvolvido pelo NAHB (*National Association of Home Builders*) *Research Center* para o AISI – *American Iron and Steel Institute* - e adaptado por um grupo composto de representantes de produtores e beneficiadores de aço, materiais complementares e construtores do sistema de *Steel Framing* no Brasil.

Tais documentos são resultados de uma ação de consolidação e aperfeiçoamento do processo construtivo *Light Steel Framing*, buscando-se basear decisões de projeto e se estabelecer a ‘boa prática’ para a elaboração dos mesmos. Essas documentações se estruturam de forma a enfatizar as limitações e exigências para emprego do sistema, exigências de desempenho, exigências e diretrizes de projeto e exigências de execução.

1.6 Estrutura do trabalho

O trabalho está organizado em cinco capítulos. No Capítulo I, faz-se uma explanação geral de contextualização do problema investigado, além de apresentar um breve resumo da evolução das técnicas construtivas e o sistema LSF no Brasil, a justificativa da relevância do presente estudo, bem como, os objetivos da pesquisa realizada.

No Capítulo II, descreve-se o percurso seguido para a determinação da metodologia adotada, por meio de uma revisão bibliográfica do conceito e dos métodos empregados em Avaliações de Pós-ocupação e um breve panorama das metodologias no âmbito da pesquisa social, na medida em que se viu a importância de contemplá-la ao se estudar a relação ambiente construído x comportamento humano ou ação dentro de uma realidade social. Por fim, é apresentada a estrutura geral das etapas da metodologia.

No Capítulo III, descrevem-se os estudos de casos analisados, fazendo-se a caracterização dos mesmos e a caracterização do universo dos usuários.

No Capítulo IV, apresenta-se o resultado da pesquisa e as análises dos dados obtidos. Enfoca-se o levantamento fotográfico, onde são ilustrados os principais fenômenos verificados nas edificações, no sentido de exemplificar e explicar, qualitativamente, a ocorrência de patologias construtivas e as variáveis que influenciam seu aparecimento. Assim, no Capítulo V, são apresentadas recomendações, as considerações finais dos resultados da pesquisa e, bem como, as sugestões de temas para o desenvolvimento de pesquisas futuras.

No ANEXO A, apresenta-se o modelo usado para o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, no ANEXO B, apresenta-se o modelo da Carta de Apresentação da Pesquisa, no ANEXO C ao F, apresenta-se o modelo de questionários adotados na pesquisa e no ANEXO G, apresenta-se a entrevista com os arquitetos e construtores.

2 METODOLOGIA

Para atingir os objetivos do trabalho, o modo de abordagem aplicado está embasado no método de Avaliação Pós-Ocupação e na Psicologia Ambiental, que é o estudo da relação pessoa-ambiente. Propõe-se um triângulo metodológico, observar, escutar e interrogar, que é a base para a classificação das diferentes técnicas utilizadas em pesquisa no domínio da percepção ambiental, onde a estratégia mais utilizada na pesquisa da área é a interrogação, apesar das diversas particularidades e variações (questionário, entrevista, observação das atitudes, entre outros), explicam Pinheiro e Günther (2008).

2.1 Avaliação Pós - Ocupação

A Avaliação Pós-Ocupação se constitui em um campo de conhecimento que surge por meio de pesquisas desenvolvidas nas áreas da psicologia, antropologia, sociologia, arquitetura, entre outros, e, conseqüentemente, com características de interdisciplinaridade, cujo objetivo principal é buscar uma metodologia de caráter científico que pudesse relacionar o ambiente construído e o comportamento de seu usuário, na medida em que propõe dentro da equação, indivíduo + comportamento, a soma de uma terceira incógnita: o ambiente (ORSNTEIN; ROMERO, 1992).

Ainda segundo Ornstein e Romero (1992), a Avaliação Pós-Ocupação é um método interativo que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construídos, por meio da participação intensa de todos os agentes envolvidos.

A Avaliação Pós-Ocupação é uma metodologia que deve envolver a investigação multidisciplinar e sistematizada e é aplicada por meio de multimétodos, levando-se em conta o ponto de vista dos especialista/avaliadores e dos usuários dos ambientes estudados, para diagnosticar aspectos positivos e negativos, definindo, para esse último caso, recomendações que:

- minimizem ou corrijam problemas detectados no ambiente construído submetido à avaliação, através de programas de manutenção e de conscientização dos usuários, da necessidade de alterações comportamentais, tendo em vista a conservação do ambiente;

- utilizem os resultados da avaliação, buscando otimizar o desenvolvimento de projetos futuros.

A aplicação da metodologia da Avaliação Pós-Ocupação realiza-se por meio de intenso levantamento de dados, sendo que, podem-se seguir em seus procedimentos de avaliação, três etapas principais, que compreendem observações, percepções e medições. Dentro das observações, busca-se a leitura de projetos originais e o registro de modificações, mobiliário e equipamentos existentes, além de observações dos ambientes e do comportamento dos usuários.

No procedimento percepções, é feito o levantamento das opiniões dos usuários a respeito de aspectos técnicos, funcionais e de conforto ambiental, por meio de entrevistas e questionários. Já nas medições, são feitos levantamentos exploratórios das condições de conforto ambiental (temperatura, umidade relativa do ar, iluminação, ruído, ventilação, acústica, condicionamento ambiental artificial e consumo energético).

Também são feitas medidas de desempenho funcional, analisando o estado de conservação e funcionamento das estruturas, instalações, caixilhos e outros componentes, incluindo análise de fluxos de circulação, análise ergonômica, entre outros aspectos, além de levantamento das normas de regulamentação do ambiente em estudo (BASTOS, 2004).

A Avaliação Pós-Ocupação é um mecanismo eficiente de retro-alimentação do ciclo projetual e de controle da qualidade do ambiente no decorrer de sua vida útil. Portanto, é um procedimento indispensável à evolução da qualidade de projetos e, conseqüentemente, do ambiente construído, sendo que a adoção de sua prática mostra-se cada vez mais atual e necessária. O tipo de Avaliação Pós-Ocupação a ser utilizada depende do tempo disponível, dos recursos e da profundidade dos conhecimentos necessários.

Para Martha e Salgado (2008), o principal objetivo da Avaliação Pós-Ocupação é identificar se um projeto atende satisfatoriamente as funções a que foi determinado e se alcança as exigências e necessidades dos usuários. Essas seriam atendidas quando condições qualitativas (definidas por eles como requisito) e condições quantitativas (definidas como critérios de desempenho) da construção, quando submetida às condições de exposição durante sua vida útil, fossem atendidas.

Um aspecto importante da Avaliação Pós-Ocupação é que ela não se constitui em uma área de conhecimento. A metodologia vem inicialmente da Psicologia Ambiental e se transformou num vasto campo de investigação da Arquitetura e também da Engenharia, o que veio a permitir um avanço significativo na avaliação da produção dos espaços edificados, quer do ponto de vista arquitetônico, quer do urbano, cujos resultados começam a possibilitar uma retroalimentação dos processos de concepção e produção do ambiente construído (BECHTEL⁷, 1987; PREISER⁸, 1988; ORNSTEIN; ROMERO 1992; MELHADO⁹, 1994, apud BASTOS, 2004).

Os diagnósticos estabelecidos na avaliação pós-ocupação podem subsidiar não só intervenções, melhorias e programas de manutenção, mas também realimentar diretrizes para futuros projetos semelhantes, conforme representado na Figura 2.1



Figura 2.1 - Retroalimentação do processo de projeto.
Fonte: BAPTISTA, (2009).

Os tipos de Avaliação Pós-Ocupação podem ser classificados da seguinte maneira: indicativa, investigativa e diagnóstica. Ornstein e Romero (1992) afirmam que esses três níveis de Avaliação Pós-Ocupação diferem entre si em virtude da profundidade do desenvolvimento da pesquisa, da finalidade, dos prazos e dos recursos disponíveis.

Na Figura 2.2 ilustra-se o processo evolutivo de um modelo de Avaliação Pós-Ocupação, mostrando os três níveis de esforço, bem como as três fases e as nove etapas envolvidas no processo de condução das etapas.

⁷ BECHTEL, Robert B.; Marans, Robert W. e Michelson, Willian . **Methods in Environmental and Behavioral Research**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987.

⁸ PREISER, W. F. - Artigo: **Por uma estrutura conceitual baseada no desempenho para APOs sistemáticas**. Anais da EDRA, 1988.

⁹ MELHADO, Sílvio B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese de doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

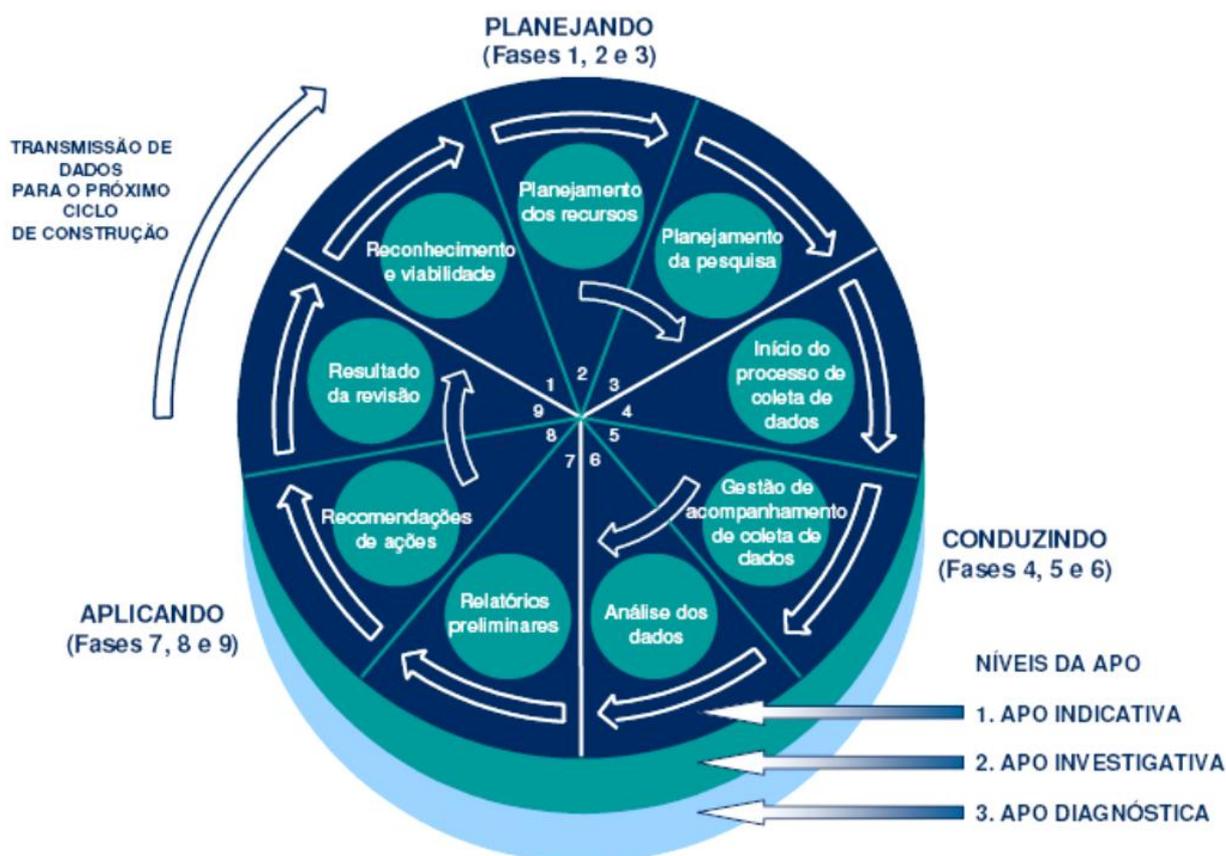


Figura 2.2 - Avaliação pós-ocupação: critérios de desempenho.
 Fonte: PREISER¹⁰ (2002) apud BAPTISTA, (2009).

Segundo Preiser (2002) apud BAPTISTA, (2009), cada um desses níveis se divide em três fases de forma distinta e não cumulativa: planejamento, condução e aplicação. A fase de aplicação é a etapa mais crítica na perspectiva do cliente, porque é nessa fase que ocorre a identificação dos problemas, a apresentação das recomendações e ações a serem tomadas. Além disso, ocorre o acompanhamento do resultado das ações recomendadas, uma vez que os benefícios e valor da Avaliação Pós-Ocupação são estabelecidos nessa fase final.

O consumidor final deve ser considerado como foco final e fundamental da cadeia produtiva do espaço edificado, por ser o agente externo que contribui para a reestruturação de programas de necessidades. O usuário é também o sujeito social responsável, por meio do uso e manutenção adequados deste espaço, pelo pleno desempenho e otimização da vida útil deste patrimônio construído. Nesse contexto torna-se cada vez mais importante e necessário

¹⁰ PREISER, W.F.E. The Evolution of Post-Occupancy Evaluation: Toward Building Performance and Universal Design Evaluation. **In:** Learning from our building. A State-of-the Practice Summary of Post – Occupancy Evaluation. Federal Facilities Council, Washington, DC: National Academy Press, 2002.

analisar as relações e as influências mútuas entre o ambiente construído e o comportamento do usuário.

Na Figura 2.3, evidencia-se a importância da pesquisa de campo. Há o interesse dos usuários em relação à possibilidade deste tipo de pesquisa permitir uma interação entre pesquisadores e a sociedade e assim propiciar uma visão real da vivência dos espaços edificados aos agentes produtores responsáveis, por eles entendidos, como aqueles que estão diretamente comprometidos com a concepção e execução do espaço edificado urbano, como também, o meio acadêmico, responsável pela formação dos futuros profissionais e pelo aprimoramento e desenvolvimento de novas tecnologias (BASTOS, 2004).



Figura 2.3 - Validade da pesquisa de campo percebida pelos usuários investigados.

Fonte: BASTOS, 2004.

2.2 Estudos Pessoa-Ambiente

A pesquisa das inter-relações entre os comportamentos e estados subjetivos das pessoas e as características do ambiente nas quais estas agem e com a qual interagem, se caracteriza por um conjunto pouco homogêneo de áreas de estudos. Nos estudos realizados nem sempre pessoa (P) e ambiente (A) constituem as variáveis antecedentes e/ou critério; o foco central dos trabalhos precisa ser a interface de ambos (P-A), a complexidade de P, de A e, sobre tudo, da interação entre os dois, refere-se no fato de várias disciplinas (como arquitetura, Geografia Humana, psicologia Ambiental, Planejamento Urbano, Engenharias, entre outras) investigarem aspectos da relação pessoa-ambiente (PINHEIRO; GUNTHER, 2008).

2.2.1 Psicologia Ambiental

A Psicologia Ambiental é o estudo da relação indivíduo-ambiente, cuja diferença principal em relação à psicologia tradicional se baseia fundamentalmente no estudo das inter-relações, e não somente as relações, entre a pessoa e o meio ambiente físico e social. É importante ressaltar que existem quatro dimensões da inter-relação pessoa-ambiente: física, social, cultural e temporal.

Segundo Bechtel (2000), “a chamada Psicologia Ambiental ou Ecológica foi desenvolvida em torno dos anos 50 e 60, [...]”. A sua origem é comumente atribuída a um aumento de problemas ambientais, como a poluição, que começou a impactar as representações coletivas, e à incapacidade da psicologia tradicional em lidar com os mesmos. Um referencial importante na área da Psicologia Ambiental foi o trabalho de pesquisas e aplicações do método de Avaliação Pós-Ocupação de Robert B. Bechtel, (BRECHTEL; MARANS; MICHELSON, 1987).

Os principais objetivos da Psicologia Ambiental, segundo alguns autores é, determinar a influência que o meio ambiente exerce sobre as pessoas, as relações que com ele estabelecem, o modo como as pessoas agem, reagem e se organizam conforme o meio ambiente. “[...] As dimensões sociais e culturais estão sempre presentes na definição dos ambientes, mediando a percepção, a avaliação e as atitudes do indivíduo frente ao ambiente. Cada pessoa percebe, avalia e tem atitudes individuais em relação ao seu ambiente físico e social. Por outro lado, inter-relação também quer dizer que se estudam os efeitos desse ambiente físico particular sobre as condutas humanas” (MOSER, 1998).

A inter-relação entre pessoa e ambiente é dinâmica, tanto nos ambientes naturais quanto nos construídos. Ela é dinâmica porque os indivíduos agem sobre o ambiente (por exemplo, construindo-o), mas esse ambiente, também modifica e influencia as condutas humanas. É fato bastante conhecido que determinadas especificidades ambientais tornam possíveis algumas condutas, enquanto inviabilizam outras (MOSER, 1998).

Na Europa, houve duas vertentes de formação da Psicologia Ambiental, segundo Moser (1998), uma foi a Arquitetura; Na Inglaterra e nos países nórdicos a demanda que deu origem à Psicologia Ambiental veio dos arquitetos. Já em países como Itália, Alemanha, França e Espanha, a raiz da Psicologia Ambiental foi a Psicologia Geral.

As disciplinas conexas à Psicologia Ambiental, o Urbanismo e a Arquitetura, vistas de modo simplificado, trata do micro ambiente da residência, que é uma das coisas mais importantes para o indivíduo, seu espaço de referência. Tratar com os arquitetos sobre esse espaço construído pelo homem é muito importante para os estudos desse ramo da psicologia. Pois, a Psicologia Ambiental está preocupada em caracterizar as incidências específicas de certos micros e macros ambientes sobre o indivíduo. Ou seja, como, por exemplo, a casa de uma pessoa é capaz de influenciar a sua percepção, avaliação, atitudes e satisfazer suas necessidades (MOSER, 1998).

Ainda segundo Moser (1998), na França têm-se, primeiramente, preocupações que estejam ligadas ao ambiente construído, especificamente o ambiente urbano, e o ambiente natural. A partir dessas preocupações, de uma maneira geral, analisam-se as necessidades, as apropriações, as percepções e as condutas sociais, seja num espaço micro ou macro, casa, bairro, vizinhança, ou cidade. Outro campo de atuação se refere aos estudos relativos à qualidade do ambiente, onde trata-se da noção de conforto, algo que vem se tornando cada vez mais importante. Quais são as variáveis que vão fazer o indivíduo se sentir confortável ou desconfortável? Quais são as variáveis do contexto físico e social que contribuem para o conforto? Onde são também analisadas as estratégias de adaptação, ou seja, como o indivíduo se adapta ao ambiente físico construído que existe ao seu redor? Quais são as modalidades e limites da adaptação? Pois se o ambiente for muito constringente, o indivíduo pode não ser capaz de se adaptar; ou então pode se adaptar a um custo tão alto que poderá desenvolver problemas de saúde.

Cinco princípios da Psicologia Ambiental têm que ser levados em consideração quando são feitas análises, intervenção ou investigação baseada neste ramo: levar em consideração que se é capaz de modificar o meio ambiente; é necessário que se esteja presente em todos os contextos do dia-a-dia; considerar a inter-relação ativa entre o indivíduo e o ambiente, não se limitando ao estudo de estímulos e respostas (S-R); considerar que os indivíduos agem sobre o meio, assim como o meio influencia o indivíduo; e por último, uma investigação ou intervenção desta índole deve ser sempre levada a cabo com a colaboração de outras ciências.

Deve-se considerar ainda o fato de que muitas vezes trabalha-se um problema a partir de abordagens de níveis diferentes. Quando se quer saber qual o efeito da grande cidade sobre o indivíduo, tem que ser visto primeiro como se dá sua satisfação residencial com sua moradia,

seja apartamento ou casa. Em seguida, conhecer sua satisfação com a vizinhança, depois com o bairro e, aí sim, com a cidade. São relações que o cidadão tem com sua residência, sua vizinhança, seu bairro e sua cidade, que vão ser analisadas em diferentes etapas, segundo múltiplas abordagens. Essa situação também não é muito característica da Psicologia, mas sim da Psicologia Ambiental (MOSER, 1998).

2.3 Metodologia Adotada

O desenvolvimento do trabalho envolveu o método da Avaliação Pós-Ocupação compreendendo: (1) visitas no ambiente construído com avaliação *in loco* da situação atual, (2) entrevistas com os usuários utilizando-se questionários como instrumento de coleta de dados (ANEXOS C, D, E, e F), e (3) avaliação do comportamento do produto em uso incluindo itens como segurança, qualidade, durabilidade, necessidade e periodicidade de manutenção, conforto, adaptação às funções e patologias.

O uso do questionário como levantamento de dados por amostragem assegura melhor representatividade e permite generalizar para uma população mais ampla. O que permitiu, também, alcançar usuários de mais difícil acesso, pois possibilitou o envio das questões pelos correios dado a dificuldade de contato direto com os usuários, principalmente dos estudos de casos do estado de São Paulo.

Segundo Dillman ¹¹ (1978) apud Pinheiro e Günther (2008), o processo de enviar questionário a respondentes em potencial e conseguir que devolvam o questionário de maneira honesta, pode ser visto como caso especial de “troca social”. Para conseguir que as respostas sejam maximizadas há de se minimizar o custo para o respondente, maximizar as recompensas para que ele o faça e estabelecer confiança de que a recompensa será concedida. Entende como recompensar ao respondente, ações como demonstrar consideração, oferecer apreciação verbal usando abordagem consultiva, apoiar seus valores e oferecer recompensas concretas, tornando o instrumento interessante.

Tornar o questionário menos enfadonho e mais objetivo foi a principal preocupação que se teve neste trabalho. Pinheiro e Günther (2008) enumeram como redução de custo ao

¹¹ DILLMAN, D.A. Increasing mail questionnaire response in large samples of the general public. *Public Opinion Quarterly*, 36, 254-257.

respondente o fato de tornar a tarefa de responder ao questionário menos dispendioso e mais prazeroso, como fazer que a tarefa pareça breve; reduzir esforços físicos e mentais requeridos; eliminar a possibilidade de embaraços; eliminar qualquer implicação de subordinação, e eliminar qualquer custo financeiro imediato.

Tendo em vista o exposto, os questionários foram reduzidos ao mínimo possível de perguntas, ressaltando o quanto a opinião e experiência do respondente eram importantes para a pesquisa. Os questionários enviados pelos correios foram com a taxa de devolução paga e envelopes já selados e endereçados para o envio de volta. Para Rosenthal e Rosnow¹² (1991) apud NASCIMENTO, (2009), questionários são mais convenientes que entrevistas porque eles podem ser administrados a um maior número de pessoas, podendo ser entregues e posteriormente recolhidos.

Além de economizarem tempo do investigador, o questionário também permite o anonimato, o que não é provido na entrevista. Em vez de um contato face a face, o questionário pode estar em um envelope. Foi útil nesta pesquisa a combinação do questionário com entrevistas e anotações do pesquisador, para que se tirem conclusões com bases nas respostas objetivas e subjetivas.

Na elaboração do questionário, partiu-se da seguinte reflexão: qual o público-alvo? Qual é o tamanho da amostra disponível para pesquisa? Pois o tamanho da amostra influencia a maneira de administrar o instrumento em termos de entrevistas vs. questionário e em termos de tamanho. O tamanho da amostra é determinado pelos recursos (tempo, dinheiro e recursos humanos) disponíveis (PINHEIRO e GUNTHER, 2008).

Devido à tecnologia *Light Steel Framing* ser relativamente nova no Brasil, houve certa dificuldade para encontrar estudos de casos com certo tempo de uso com disponibilidade para pesquisa. Sendo que os estudos de casos com mais tempo de utilização ficavam em outros estados, exigindo recursos financeiros maiores para as viagens, pois em muitos casos a data de disponibilidade para pesquisas de alguns usuários eram muito distantes, exigindo o retorno do pesquisador várias vezes em datas diferentes. Esta disponibilidade de recursos, ainda

¹² ROSENTHAL, R. ROSNOW, R. L. **Essentials of behavioral research: methods and data analysis**. 2nd ed. United States of America: McGraw-Hill, 1991.

segundo Pinheiro e Pinheiro e Günther (2008) influencia o planejamento da administração do instrumento, bem como a codificação das respostas, seu processamento e, eventualmente, as possíveis análises.

Para um maior confiabilidade no processo de coleta e análise de dados, Moser e Kalton¹³ (2001) apud NASCIMENTO, (2009), relatam nove atributos necessários para se concluir uma boa pesquisa de interesse social:

- objetivos: a declaração inicial deve explicar porque a pesquisa está sendo realizada, o que ela pretende abranger e que resultados são esperados;
- amostra: os primeiros passos são definir a população a ser estudada, seus limites, geofiguras, demofiguras e outros, e quais serão os meios de tratamento e análise destes dados;
- coleta de dados: a escolha do método de coleta de dados é de acordo com o assunto e seu foco. Geralmente utilizada em questionários ou relatórios técnicos de observações do pesquisador ou da coleta de dados via equipamentos de aferições e, caso seja simples, os questionários poderão ser enviados pelo Correio. Caso as perguntas sejam mais complicadas o ideal seria o acompanhamento do entrevistador pessoalmente para que se evitem as dúvidas;
- questionários: é por meio de questionário que se avalia o comportamento do usuário. Sua organização e arranjo é talvez a tarefa mais significativa do planejamento;
- trabalho de campo: a qualidade das entrevistas é de suma importância no campo a ser inspecionado. Deve-se analisar com cuidado que método deverá ser realizado e observá-lo fielmente;
- processo e análise: embora o trabalho de campo seja a fase central de uma pesquisa, há um enorme trabalho a ser realizado após esta coleta de dados. Ao término dos questionários, estes dados devem ser processados para averiguação de possíveis erros, omissões e classificações ambíguas e depois codificá-los em tabulações. Finalmente, vem a análise e a interpretação de resultados e a preparação do relatório;

¹³ MOSER, C. A.; KALTON G. **Survey Methods in Social Investigation**. 2nd Ed. England: Ashigate Publishing Limited, 2001.

- documentos: questionários, instruções, folhas de registro de entrevistas, observações do pesquisador e demais documentos que se fizerem necessários, de acordo com a pesquisa em questão, são documentos que informam os resultados finais da pesquisa;
- cronograma: uma vez que se possui um objetivo e um prazo a cumprir, deve-se montar um calendário contendo as datas de todas as atividades necessárias para a conclusão das várias fases da pesquisa.

Esta pesquisa foi realizada considerando as etapas acima na decisão dos objetivos da pesquisa, coleta e análise de dados. As etapas para elaboração da pesquisa de campo e análise dos resultados foram as seguintes:

- definição do contexto sócio-econômico a ser investigado e público alvo;
- contato com as construtoras para disponibilidade de entrevista e para obtenção da acessibilidade às edificações e determinação dos possíveis voluntários para entrevistas e questionários;
- definição da amostra mínima considerável para validação da pesquisa, identificando as unidades a serem entrevistadas e tipo de questionário a ser aplicado;
- determinação das possíveis unidades que participarão da coleta de dados *in loco*;
- contato, por telefone e e-mail, com os usuários para aceitação da participação na pesquisa;
- visita e observação exploratória *in loco*: observação das condições físicas atuais referentes ao tempo e uso das edificações e possíveis manutenções;
- levantamento fotográfico para registro das condições de uso das edificações e diagnóstico da situação atual;
- elaboração e entrega dos questionários com assuntos específicos para os síndicos e outros para os demais técnicos da manutenção;
- processamento e análise dos resultados das entrevistas e questionários recolhidos;
- conclusões da etapa qualitativa da pesquisa;
- análise comparativa entre os resultados obtidos nas etapas da pesquisa;
- análise sobre os procedimentos metodológicos e validação da metodologia adotada;
- conclusões gerais do trabalho realizado e sugestões para novas pesquisas na área.

Foram analisados cinco estudos de casos, sendo três deles no estado de Minas Gerais e dois no estado de São Paulo. Três destes cinco estudos de casos são residenciais, sendo que um deles é um condomínio residencial, onde 13 casas foram pesquisadas. Os dois outros estudos de casos foram não-residenciais, tratando-se de duas escolas infantis, sendo uma em São Paulo e uma em Minas Gerais.

3 ESTUDOS DE CASOS

A escolha dos estudos de casos foi difícil, pois a implantação da tecnologia *Steel Frame* no Brasil é recente e em sua maioria utilizada por classes mais elevadas, o que torna mais difícil o acesso às mesmas. Para entrar em contato com os usuários contou-se com o apoio das construtoras, pois assim obteve-se mais credibilidade e confiança por parte dos mesmos. Dentre as poucas opções de escolha, foram selecionados os estudos de casos com mais tempo de construção. Conseguiu-se acesso a cinco estudos de casos para aplicação dos questionários e vistas *in loco*, que se dividem em edificações residenciais e não residenciais.

3.1. Caracterização dos estudos de casos

Dentre os estudos de casos não residenciais foram escolhidas duas escolas infantis, uma em Nova Lima/MG e a outra em São Paulo/SP. Nos estudos de casos residenciais teve-se acesso a duas casas em Belo Horizonte/MG e um conjunto de casas que fica em um condomínio residencial em Cotia/SP, onde todas as casas do condomínio são feitas em *Steel Frame* (Quadro 3.1).

Quadro 3.1 - Edificações analisadas.

Tipologias	Dados		
Edificações Escolares (Não Residenciais)	Local	Partes em <i>Steel Frame</i>	Tempo de Execução
01- Escola Pólen	Nova Lima/MG	Toda a construção	3 anos
02- Escola <i>Builders</i>	São Paulo/SP	Divisões internas (<i>Drywall</i>)	2 anos
Edificações Residenciais			
03- Residência Unifamiliar	Belo Horizonte/MG	Toda a construção	5 anos
04- Residência Unifamiliar	Nova Lima/MG	Toda a construção	3 anos
Condomínio Residencial			
05- Condomínio Jardim das Paineiras - 36 casas prontas - 3 em construção -13 foram analisadas	Cotia/SP	Todas as casas do condomínio	10 anos

Na escola *Builders*, os questionários foram aplicados na visita *in loco*. Já na escola Pólen, foi feita uma visita *in loco*, onde foi aplicado o questionário ao funcionário responsável pela manutenção da escola, os questionários destinados às professoras foram enviados pelo correio, pois não estavam presentes no momento da visita. Nas casas de Belo Horizonte e Nova Lima, os questionários foram aplicados durante a visita.

Já no condomínio Jardim das Paineiras, foram selecionadas quatro casas para visita *in loco* com aplicação de questionário e nove casas para o envio do questionário pelos correios. Em São Paulo, na época da visita, era período de férias e dois dos proprietários que seriam visitados tiveram que viajar. Portanto, as visitas foram desmarcadas e apenas duas residências foram visitadas internamente.

Na visita *in loco* ao condomínio, foram entrevistados os moradores, o chefe da manutenção e os funcionários responsáveis pela manutenção e construção de duas novas casas (Quadro 3.2). O chefe da manutenção, pela facilidade de contato com os moradores, se disponibilizou a entregar e coletar os outros onze questionários, mas mesmo trabalhando dentro do condomínio houve certa dificuldade em conseguir que os questionários fossem respondidos, devido à falta de tempo dos moradores. Também foram enviados questionários para o síndico e demais funcionários da manutenção.

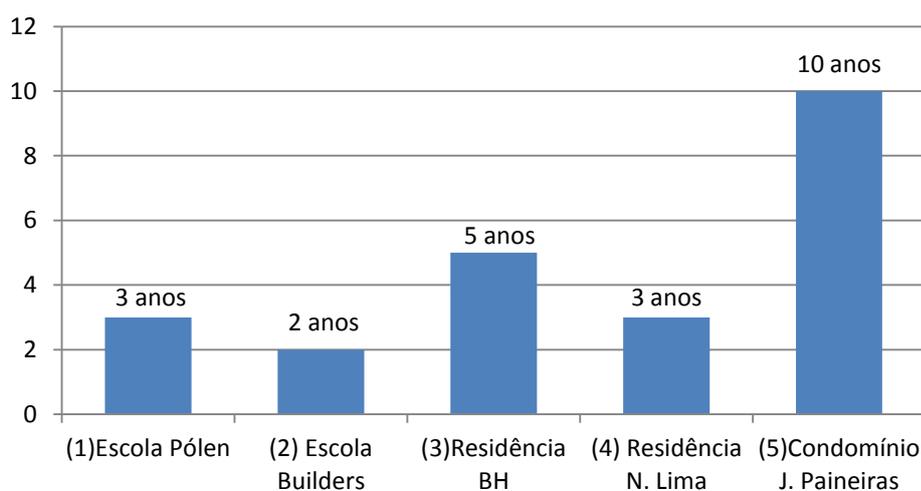
Em parte dos casos, notou-se o receio de que o nome pudesse ser revelado na entrevista. Com o termo de consentimento livre e esclarecido, (ANEXO A), buscou-se informar aos usuários sobre a responsabilidade da pesquisa e que seu envolvimento seria voluntário, anônimo e que poderia ser interrompido a qualquer momento.

Após a devolução dos questionários fez-se a tabulação e a análise dos dados coletados, de forma a transmitir os resultados dos questionamentos feitos. Algumas respostas tiveram de ser analisadas segundo o contexto geral do questionário. A grande maioria entrevistada nas residências era o primeiro morador da unidade, o que validou ainda mais as respostas.

Quadro 3.2 - Tipos de questionário (aplicado ou não aplicado).

Estudos de Casos	Usuários /Moradores	Manutenção	Síndico/Direção	Construtora (Arquitetos responsáveis)
1	Sim	Sim	Sim	Sim
2	Sim	Sim	Sim	Sim
3	Sim	Não	Não	Sim
4	Sim	Não	Não	Sim
5	Sim	Sim	Sim	Sim

Como foi dito anteriormente, as construções em *steel frame* são muito recentes no Brasil. Dentre os estudos de casos analisados, o que apresenta maior tempo de construção é o condomínio Jardim das Paineiras em Cotia/SP com dez anos de construção, depois a casa de Belo Horizonte/MG com cinco anos de construção (Gráfico 3.1).

**Gráfico 3.1** - Tempo de uso das edificações.

Quanto às características construtivas, o único estudo de casos em que a edificação não é inteiramente executada em *Steel Frame* é o estudo de casos 2, onde apenas as divisões internas são feitas com o sistema construtivo *Drywall*. No quadro 3.3, os estudos de casos foram caracterizados quanto ao tipo de uso, número de pavimentos, altura do pé-direito, tipo de laje de piso, fechamentos externos, fechamentos internos e tipo de janelas.

Quadro 3.3 - Características físico-constructivas das edificações investigadas na pesquisa.

Estudo de Casos	Tipo de Uso	Número de Níveis	Características Técnico-Constructivas Adotadas				
			Pé-direito	Tipo de Laje de Piso	Fechamentos Verticais Externos	Fechamentos Verticais Internos	Tipo de Janelas
1	Escolar	01 + Mezanino	Duplo	Seca	Placa Cimentícia (Acabamento: textura)	gesso acartonado	Vidro temperado BLINDEX
2	Escolar	01	Convencional	Concreto	Alvenaria	gesso acartonado	PVC
3	Residencial	01	Convencional	-	Placa Cimentícia (Acabamento: textura)	gesso acartonado	Vidro temperado BLINDEX
4	Residencial	03	Duplo	Seca	EIFS* (Acabamento: textura)	gesso acartonado	PVC
5	Residencial	04	Convencional	Seca	Placa Cimentícia (Acabamento: <i>Sinding</i> Vinílico e tijolinho aparente)	gesso acartonado	PVC

*EIFS: Sistema de Isolamento e Acabamento Externo (definição-Item G.1, Fig.G5-a)

O Estudo de casos 1 é uma unidade anexa de uma escola infantil, onde funciona o maternal. O projeto inicial é composto de três blocos idênticos dispostos lado a lado, e mais uma sala adicional. Porém, apenas o bloco central foi construído (Fig. 3.2), sendo composto por duas salas amplas e simétricas, contendo dois blocos de banheiros, uma escada helicoidal, também em *steel frame*, que dá acesso a um pequeno mezanino, uma copa integrada e uma área de serviços externa. As professoras selecionadas para o estudo de caso reclamaram do atraso nas obras, das plantas arquitetônicas regulares e das salas muito amplas e com o pé-direito muito alto.



(a) vista frontal



(b) vista do interior de uma das salas

Figura 3.1 - Escola Pólen.



Figura 3.2 - Implantação esquemática 1º Pavimento - Escola Pólen.

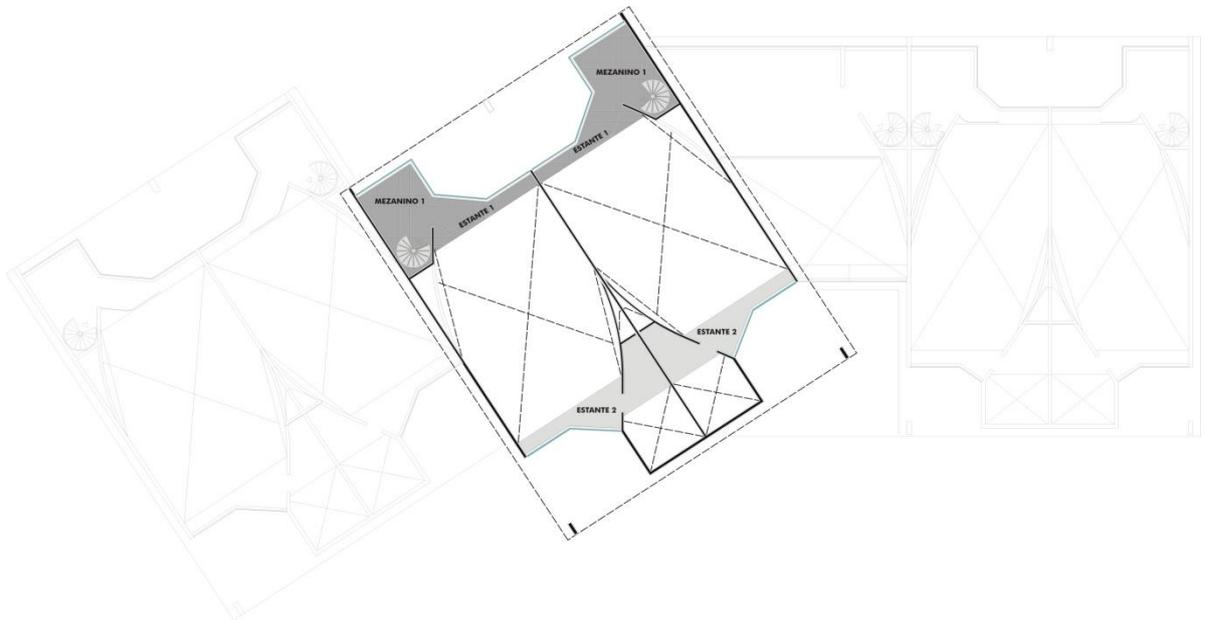


Figura 3.3 - Implantação esquemática mezanino- Escola Pólen.

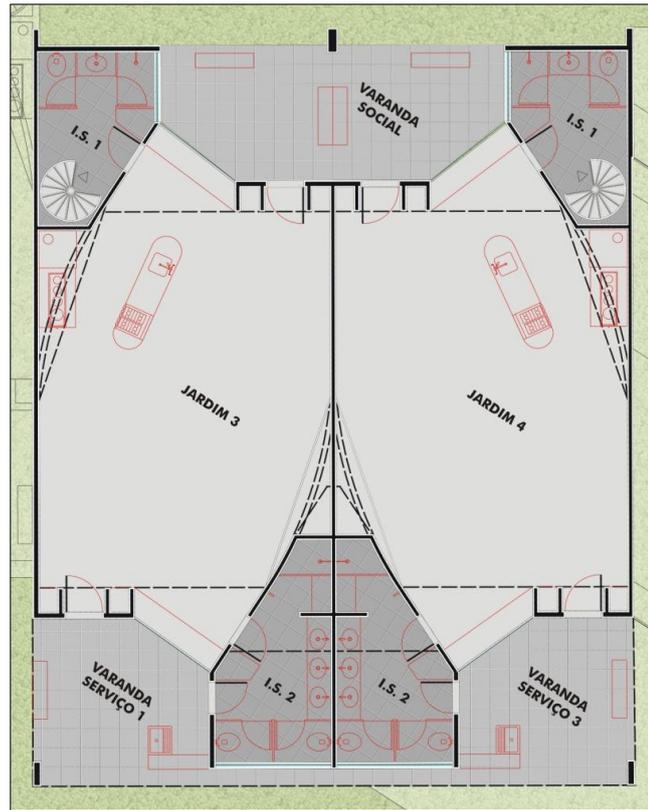


Figura 3.4 - Planta 1º Pavimento - Escola Pólen.

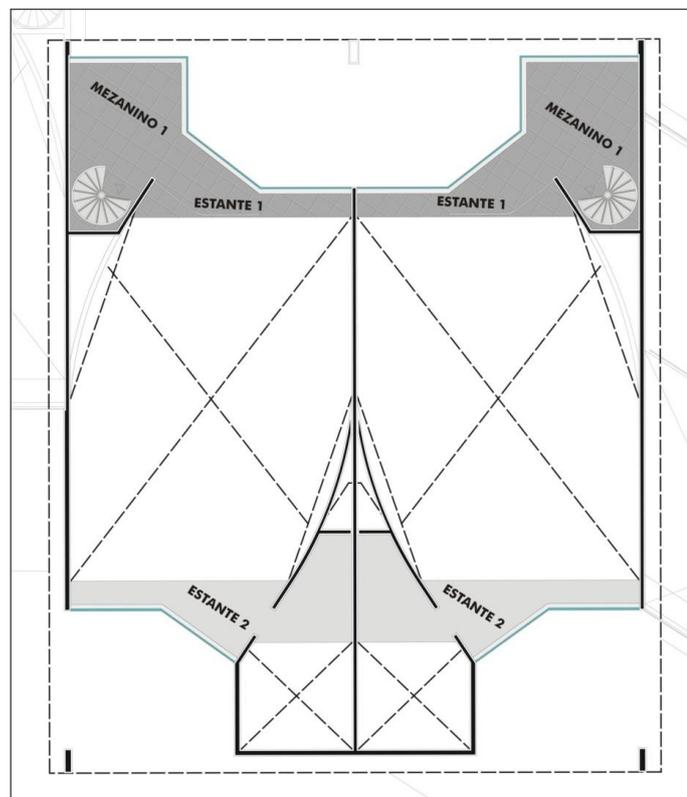


Figura 3.5 - Planta mezanino - Escola Pólen.



Figura 3.6 - Fases da obra - Escola Pólen.

O Estudo de caso 2 também é uma escola infantil. Apesar da estrutura portante da edificação não ser feita em *Steel Frame*, pegou-se esse caso para se comparar a satisfação com os sistemas de fechamentos internos, que foram executados segundo a mesma técnica construtiva que constitui o sistema de fechamento interno do sistema LSF, o *Drywall*. As partes da construção executadas com fechamentos com essa técnica construtiva estão indicadas nas figuras 3.8 e 3.9, pela cor amarela. As demais áreas são feitas com blocos de concreto.

A escolha dos proprietários pelo sistema construtivo foi motivada, principalmente, pela rapidez de execução e limpeza da obra, muito importantes para edificações não residenciais em plena atividade, o que era o caso. A obra ocorreu de maneira rápida e limpa, sem muitos desperdícios de materiais, o que, para a proprietária da escola, é primordial.



Figura 3.7 - Escola Builders.

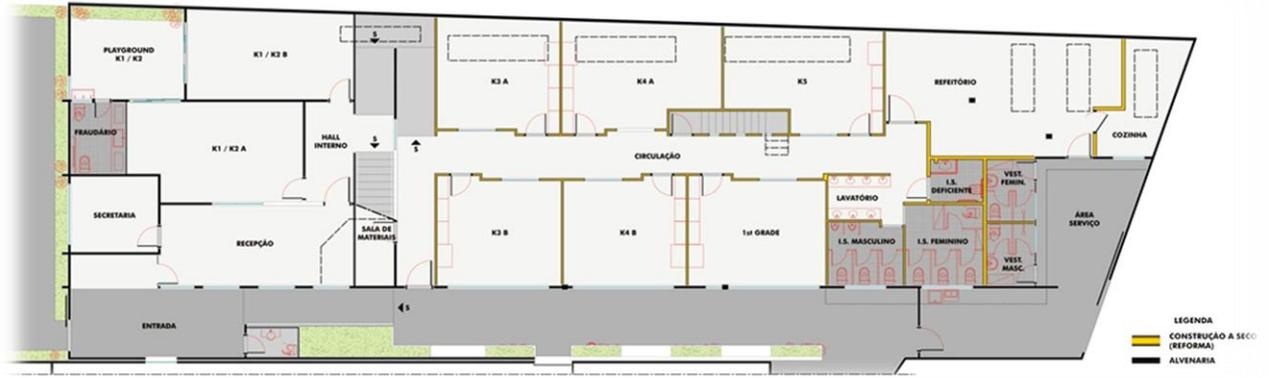


Figura 3.8 - Planta 1º Pavimento - Escola *Builders*.

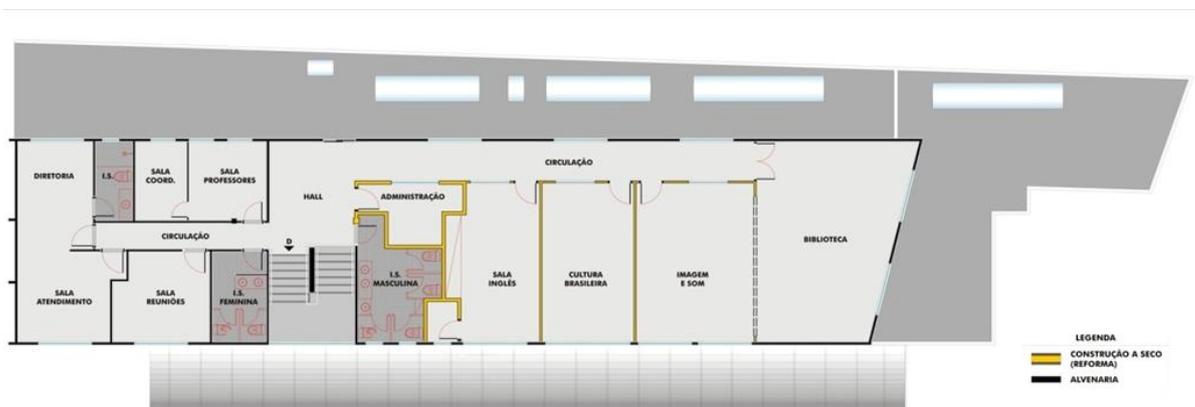


Figura 3.9 - Planta 2º Pavimento - Escola *Builders*.

Uma das casas em Minas Gerais é o Estudo de Caso 3 (Fig. 3.10). Que se trata de uma residência unifamiliar de apenas um pavimento, distribuído conforme a planta da figura 3.11, localizada no Estoril, um bairro aberto (livre acesso). A casa possui cinco anos de uso e o estado de conservação é muito bom, apesar de ter ocorrido um problema de infiltração e descolamento na junção das placas rente às esquadrias como pode ser observado no capítulo 4.



Figura 3.10 - Casa em Belo Horizonte.



Figura 3.11 - Planta da casa em Belo Horizonte.

O Estudo de Caso 4 também se trata de uma residência unifamiliar, localizada em um condomínio fechado da região de Macacos em Nova Lima/MG, onde as demais casas são convencionais (Fig. 3.12).



Figura 3.12 - Casa em Nova Lima.

A casa é distribuída em três níveis, conforme as figuras 3.13 e 3.14. No 2º nível estão distribuídas as áreas sociais, e de lazer. No 1º nível e subsolo estão as áreas íntimas, e de serviço. A casa encontra-se em ótimo estado de conservação e não foram encontradas patologias consideráveis.



Figura 3.13 - Planta 1º Nível e Subsolo - Casa em Nova Lima-MG.

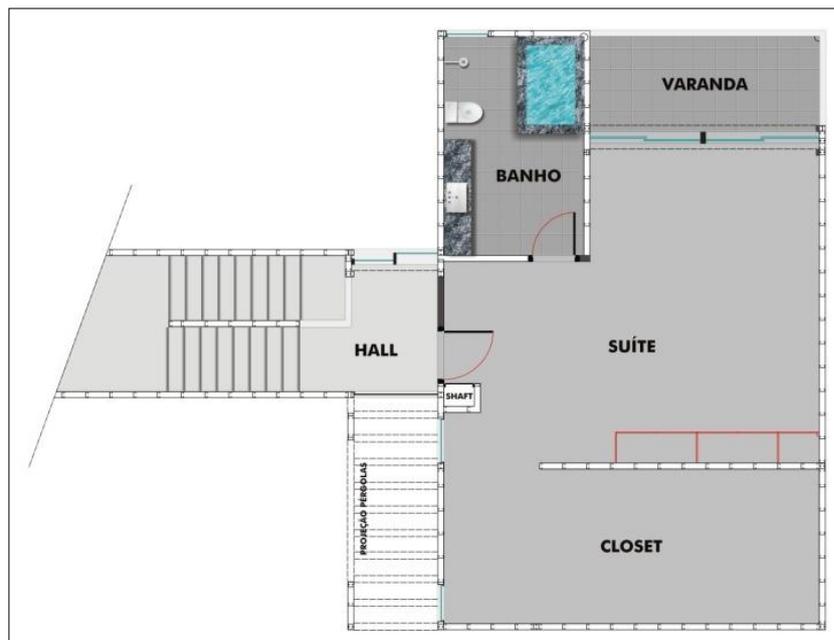


Figura 3.14 - Planta 2º Nível - Casa em Nova Lima-MG.

O fechamento exterior utilizado nesta obra foi o sistema EIFS (*Exterior Insulation and Finish Systems*). E pelo fato do terreno ser inclinado, foi preciso fazer uma fundação de concreto armado, conforme a figura 3.15.



Figura 3.15 - Fases da obra da casa em Nova Lima.

Fonte: Santiago, 2010.

O Estudo de Caso 5 é um condomínio residencial de casas unifamiliares, todas feitas em *Light Steel Framing*, localizado em Cotia, na Grande São Paulo/SP. O sistema construtivo foi importado dos Estados Unidos, pioneiramente pela Construtora Sequência, sendo adaptado aos poucos às condições brasileiras. A intenção foi fazer um condomínio com aspecto americano. O acabamento exterior das casas é feito em *siding vinílico*, tipicamente utilizado nas casas americanas, e/ou tijolinhos aparentes. As telhas utilizadas, também são tipicamente usadas nos E.U.A e são conhecidas no Brasil como telhas asfálticas - tipo *Shingle*. O condomínio era composto de 36 casas na época da visita *in loco*, e três estavam em construção, todas feitas em *steel frame*, (Figs. 3.16 e 3.17).



Figura 3.16 - Vista do Condomínio Residencial Jardim das Paineiras, Granja Viana – Cotia/SP

Fonte: *STEEL FRAME*, 2009.



Figura 3.17 - Condomínio Residencial Jardim das Paineiras - Granja Viana – Cotia/SP.

As casas do condomínio são divididas em quatro níveis, nos 1º e 2º níveis estão as áreas sociais e de serviço (Fig. 3.18) e nos 3º e 4º níveis localizam-se as áreas íntimas (Fig. 3.19).

O condomínio fica numa área afastada da cidade e conta com grande área verde em seu entorno. As casas são aconchegantes por dentro e seguem uma padronização das fachadas em todo o condomínio, sendo o acabamento de padrão elevado. Foram utilizadas janelas de PVC tipo *Buy Window* típica da arquitetura inglesa. Este modelo de janela tem três faces que se projetam para fora do prumo da construção e foram instaladas no 1º pavimento das casas. (Fig. 3.20).



Figura 3.18 - Planta baixa padrão do Subsolo, 1º e 2º níveis das casas do Condomínio Jardim das Paineiras – Cotia-SP.

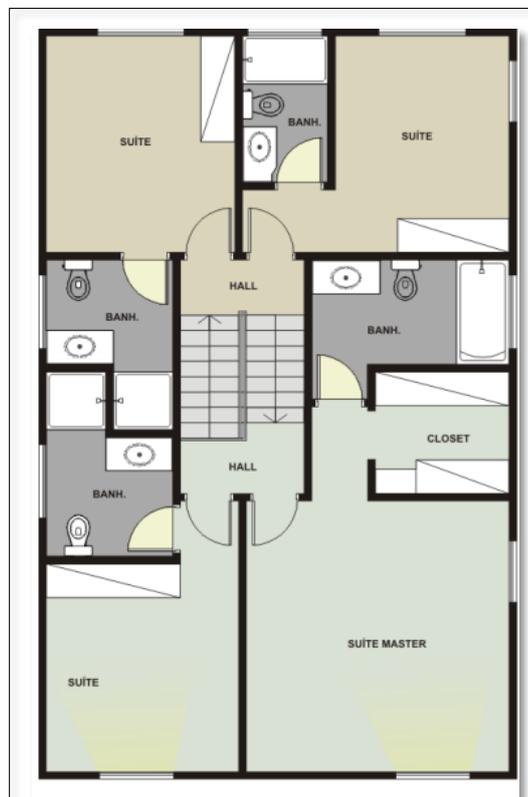


Figura 3.19 - Planta baixa padrão do 3º e 4º níveis das casas do Condomínio Jardim das Paineiras – Cotia-SP

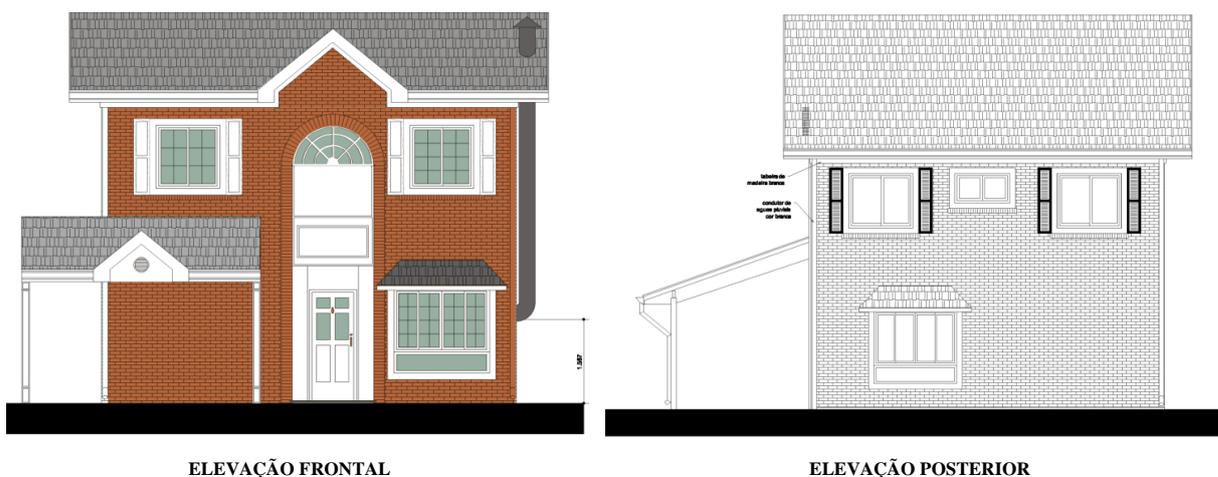


Figura 3.20 – Fachada padrão das casas do Condomínio Jardim das Paineiras – Cotia-SP

As únicas unidades que fogem um pouco do padrão inicial de projeto são as construções mais recentes, incluindo um estúdio fotográfico de um dos moradores que foi construído ao lado de sua residência, que tem a volumetria e o partido arquitetônico diferente do conjunto de casas, mudando-se também o tipo de uso. O acabamento externo utilizado nesta edificação foi o *siding vinílico* (Fig. 3.21).

Na figura 3.21, a foto do canto superior à esquerda apresenta uma casa já pronta e uma sendo construída ao lado. O fechamento externo utilizado foi a placa OSB (*Oriented Strand Board*), tratadas contra insetos e nas casas mais recentes, placas cimentícias fixadas diretamente no perfil através de parafusos auto-brocantes. Como pode ser observado na figura 3.17, algumas casas têm a fachada revestida em *siding vinílico* e outras em tijolinho aparente, onde foram construídas paredes paralelas às placas de fechamento.



Figura 3.21 - Fases da obra - Condomínio Jardim das Paineiras – Cotia/SP

Fonte: STEEL FRAME, 2009.

3.2 Caracterização do universo dos usuários

Analisando-se a quantidade de usuários proprietários ou locatários no condomínio Jardim das Paineiras, observa-se que dos usuários que participaram da pesquisa (33% das casas), 28% dos usuários são proprietários e 5% são locatários (gráfico 3.2). Das 39 casas existentes no condomínio, 33 são próprias, 03 são alugadas e 03 estavam em construção. Dos demais estudos de casos, todos os participantes eram proprietários, ou seja, das 15 residências participantes da pesquisa, apenas 2 eram alugadas.

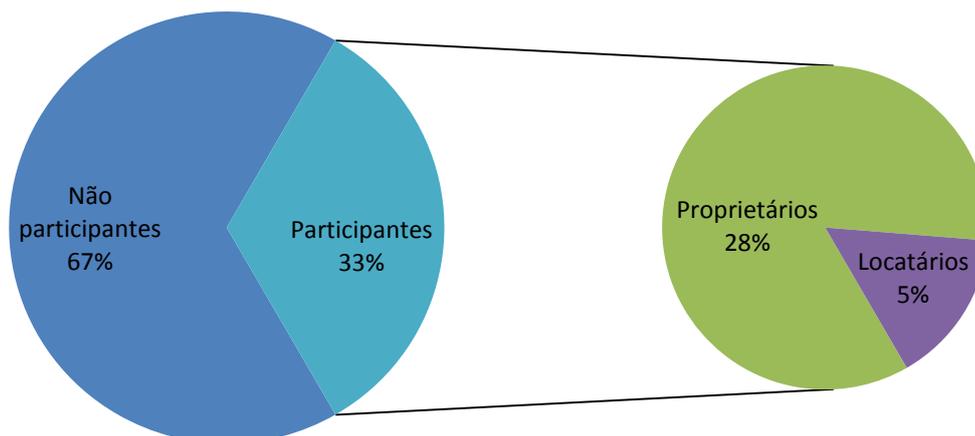


Gráfico 3.2 - Participantes locatários e proprietários do Condomínio Jardim das Paineiras.

O gráfico 3.3 mostra que no condomínio Jardim das Paineiras, 57% dos residentes são adultos, 30% são crianças, 11% são jovens e apenas 2% são idosos. Nas demais residências todos os moradores eram adultos. Nas escolas, a maioria dos usuários do espaço são crianças com menos de cinco anos e os demais funcionários, que foram os respondentes da pesquisa, são adultos.

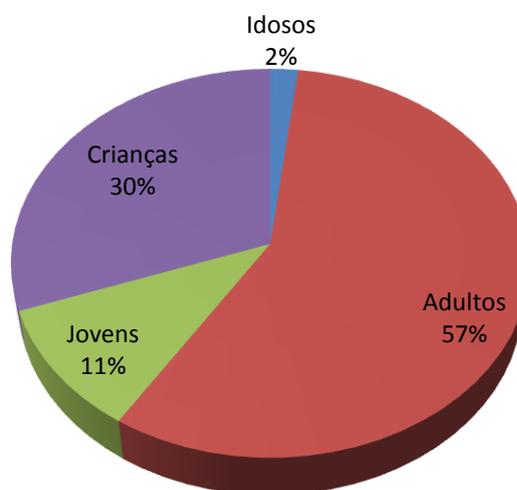


Gráfico 3.3 - Moradores do Condomínio Jardim das Paineiras.

A maioria dos entrevistados, 69%, possui mais de 40 anos, enquanto 31% possuem entre 21 e 40 anos (Gráfico 3.4).

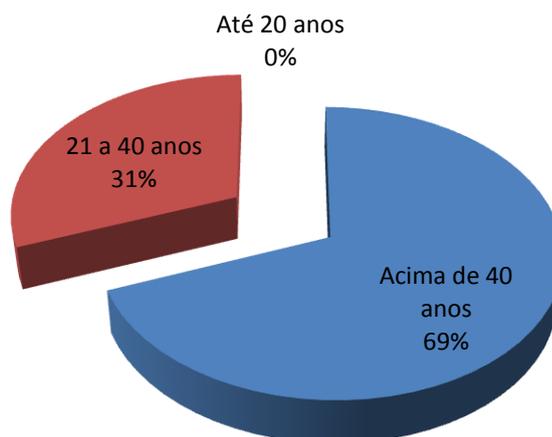


Gráfico 3.4. Faixa etária dos usuários participantes da pesquisa

Dentre os entrevistados, todos os proprietários, locatários e professores das escolas têm curso superior. Os técnicos e funcionários de manutenção do condomínio e das escolas têm o segundo grau e apenas uma das funcionárias da manutenção tinha apenas o primário (Gráfico 3.5).

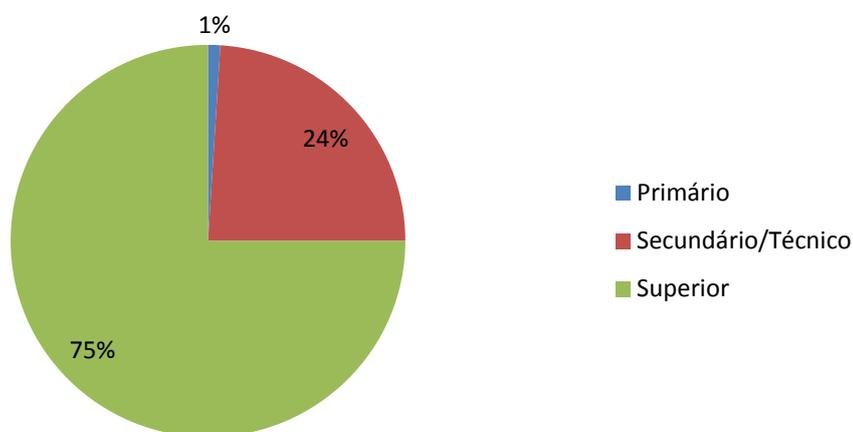


Gráfico 3.5 - Escolaridade dos usuários entrevistados.

Foi observado que quanto maior o grau de escolaridade dos usuários maior o seu entendimento e maior seu nível de aceitação em relação ao sistema *Light Steel Framing* e em relação às inovações tecnológicas.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

A pesquisa foi realizada utilizando um modo de abordagem descritivo e exploratório, por meio de entrevistas e questionário em formulário específico aos síndicos, responsáveis pela manutenção e usuários (ANEXO C ao F) que possibilitou coletar dados necessários à obtenção das respostas às questões estabelecidas nos objetivos, além de medições *in loco*.

Para facilitar a visualização dos resultados os mesmos foram divididos por tema: motivos da escolha, sistema construtivo, desempenho, segurança, conforto térmico e acústico, uso e manutenção, e, vantagens e desvantagens do sistema e mudanças propostas pelos usuários. Sendo primeiramente analisados os estudos de casos de uso residencial e no item 4.9 analisados em separado os dados das escolas.

4.1 Motivos da escolha da unidade

Os três principais motivos da escolha da unidade foram, em ordem decrescente, rapidez da execução, qualidade de execução do edifício e igualmente, aparência, localização e custo do edifício (Gráfico 4.1; Figura 4.1).

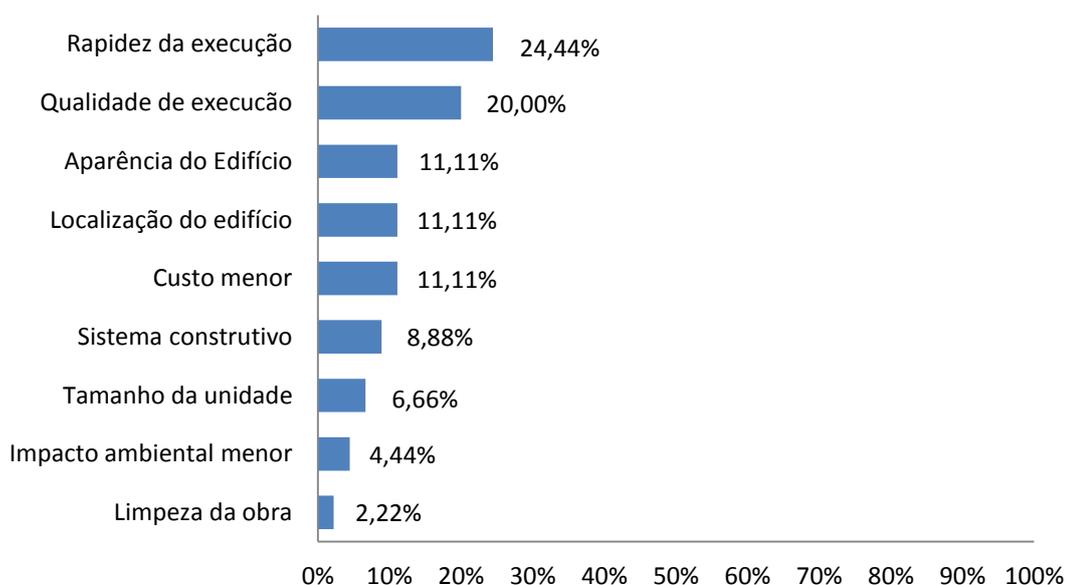


Gráfico 4.1 - Principais motivos da escolha da unidade - Edificações residenciais.

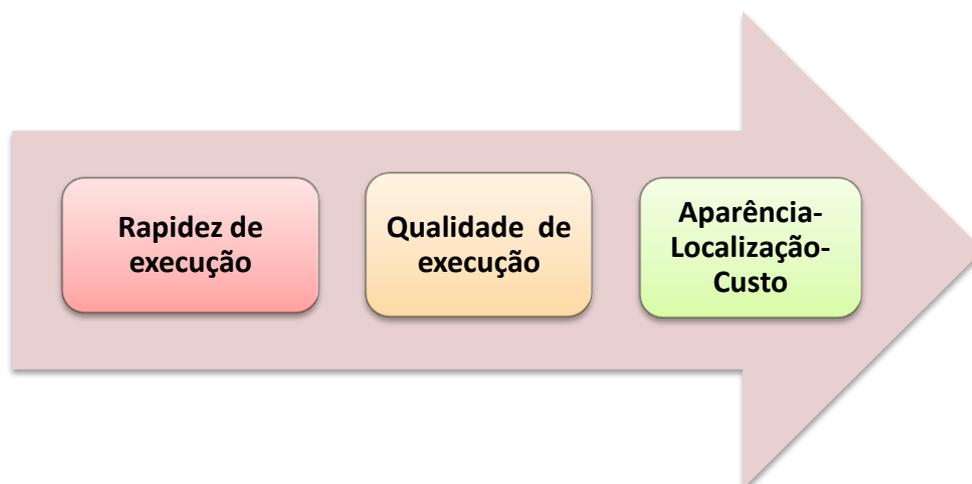


Figura 4.1 - Principais motivos da escolha das unidades residenciais.

Todos os usuários que escolheram a opção “rapidez de execução” eram proprietários do imóvel. Observou-se também que os homens estão mais preocupados, em primeiro lugar, com a qualidade da unidade, depois com o sistema construtivo adotada por proporcionar menos manutenção e por ser menos impactante ao meio ambiente e com a rapidez de execução. Já as mulheres têm as respostas variadas, sendo que a maioria coloca a qualidade e a aparência em primeiro lugar. Os locatários estão mais preocupados com a localização do edifício, aparência e o sistema construtivo adotado.

Ao escolher a opção “menor impacto ambiental” alguns usuários deixavam claro que estavam se referindo tanto à limpeza da obra, quanto ao menor desperdício e à possibilidade maior de reciclagem dos materiais utilizados, por tanto esta opção é inerente à opção “limpeza da obra”.

Muitos usuários do condomínio Jardim das Paineiras já haviam morado antes em edificações com este sistema construtivo e por isso escolheram morar no condomínio onde todas as casas são em *steel frame*, pois acham a manutenção da casa muito mais fácil e rápida. E alguns ficaram conhecendo o sistema em visita a algum amigo ou parente que mora no condomínio e resolveram adquirir o imóvel, como pode ser observado no próximo item sobre conhecimento do sistema construtivo.

4.1.1 Conhecimento do sistema construtivo

Os usuários foram questionados sobre já ter tido contato com construções com o sistema construtivo LSF ou similar em outros países ou mesmo no Brasil e se isso influenciou a sua escolha pela unidade. A maioria (78%) dos usuários já tinha tido contato com este tipo de construção aqui no Brasil ou em outros países e isso certamente influenciou na escolha deles. “Sim, me deu mais confiança, tenho familiares morando nos EUA”; “Sim, já tinha morado em outra casa com esse sistema e gostei muito, por isso escolhi morar neste condomínio”.

Do restante, 22% nunca tinha tido contato com este tipo de construção e apenas 13%, equivalente a dois usuários, já haviam tido contato, mas isso não foi o que influenciou a escolha, conforme o gráfico 4.2. Esses dois usuários foram influenciados pela qualidade da construção e pela localização.

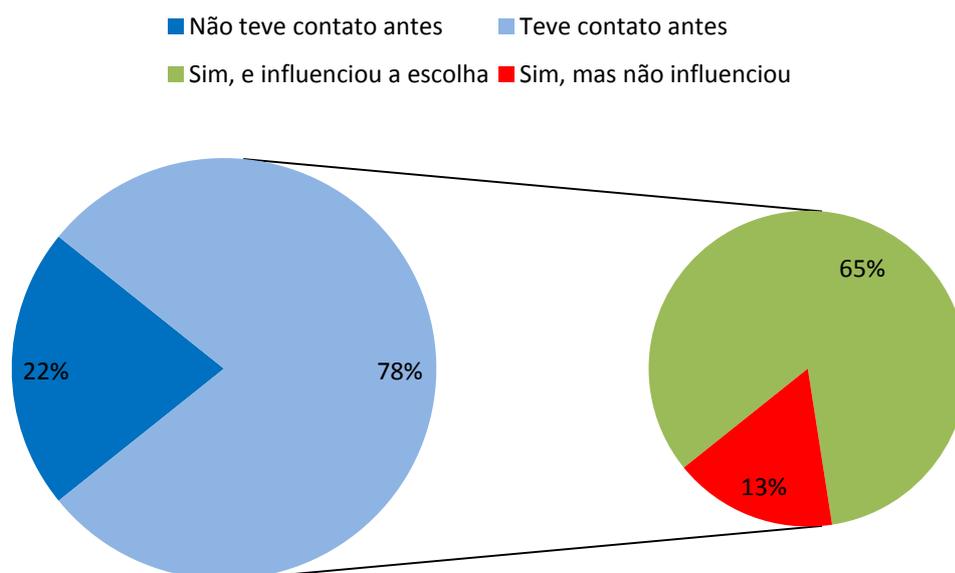


Gráfico 4.2 - Porcentagem de usuários das edificações residenciais que já havia tido contato com o sistema construtivo e influência na escolha dos mesmos.

4.2 Conforto ambiental

A satisfação dos usuários com a qualidade do edifício e do ambiente proporcionado por ele é alta, mesmo nos casos onde houve algum tipo de reclamação em relação a algum requisito. No contexto geral os usuários estão muito satisfeitos com o sistema construtivo, como pode

ser observado nas respostas dos usuários: “... Gostaria que minhas casas sempre fossem construídas da mesma maneira”; “... Eu não mudaria nada...”.

Perguntados da satisfação de morar na unidade a maioria, quase por unanimidade, está satisfeita e classifica a sua satisfação como muito boa. Nos estudos de casos de Cotia-SP, essa resposta se deve também ao ambiente proporcionado não só pela unidade, mas também pelo condomínio como um todo.

Nas questões em relação à satisfação com o tamanho e divisão dos cômodos a maioria escolheu a opção “muito bom”, conforme o gráfico 4.3. De modo geral a satisfação com o projeto arquitetônico é boa.

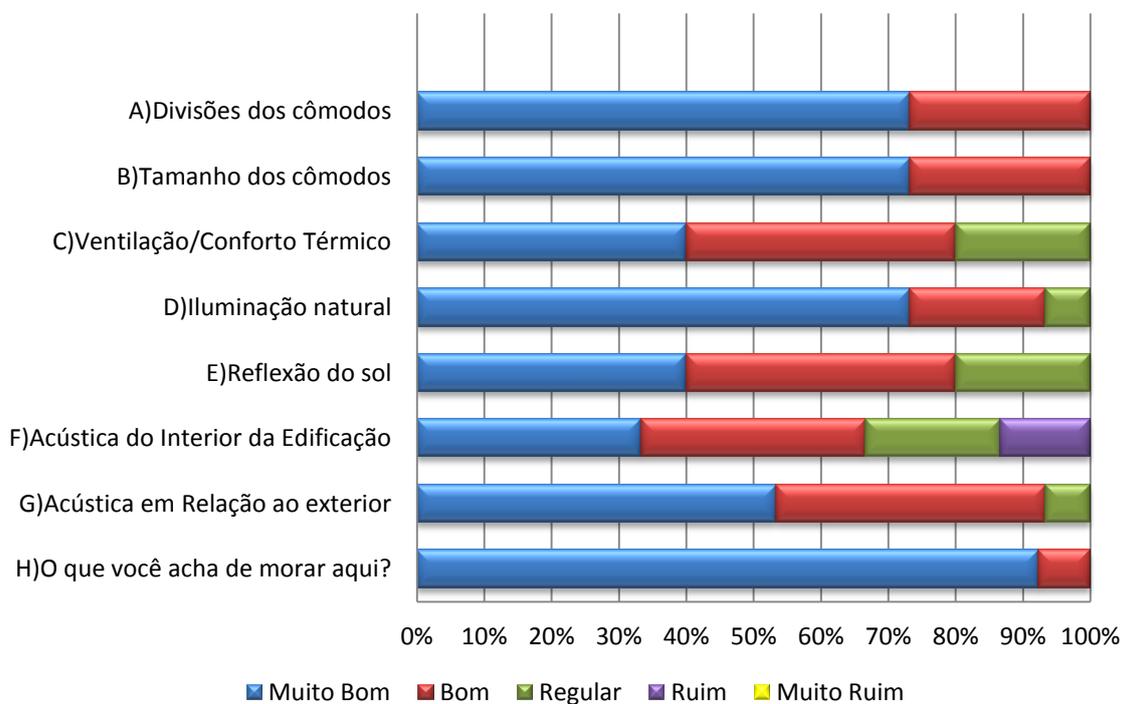


Gráfico 4.3 - Nível de satisfação dos usuários.

Quanto ao conforto ambiental das edificações, no quesito iluminação natural o índice de satisfação foi alto. Com relação ao conforto térmico das edificações a maioria dos usuários o considera bom: “... uma das vantagens é o isolamento térmico e acústico em relação ao mundo lá fora...”. Porém alguns moradores do Condomínio Jardim das Paineiras reclamaram do conforto do pavimento superior de sua casa, dizendo que este espaço fica mais frio no inverno e mais quente no verão. Isso talvez tenha relação com o tipo de telha utilizada e a outro problema encontrado na casa de um desses moradores, onde foi observada no

pavimento superior a marca reticulada da estrutura nas paredes e teto, que mesmo sendo pintados, voltou a aparecer (Fig. 4.2).

Segundo especialistas, este problema foi causado pela condensação de água na superfície da estrutura, devido à grande amplitude térmica, sendo absorvida pela placa de gesso. Este problema, segundo o arquiteto Santiago (2010), pode estar relacionado com a ponte térmica entre as faces internas e externas exercida pela estrutura, o que pode ser evitado com o uso de fita de neoprene (banda acústica) na estrutura e/ou barreira de vapor, comumente conhecidas como *Tyvek*® por ser o primeiro a ser vendido no Brasil, mas, hoje em dia já existem outros produtos com a mesma característica e propriedade. As barreiras de vapor são telas transpiráveis e impermeáveis, cuja estrutura única assegura, por um lado, uma barreira à entrada de chuva e vento e, por outro, permite que os espaços interiores respirem, controlando a umidade, a condensação, o calor e o ar no ambiente.



Figura 4.2 - Condensação de água na superfície da estrutura.

Alguns usuários atribuem ao sistema construtivo os problemas na execução de alguns sistemas complementares e o aparecimento de algumas patologias que, na verdade são ocasionados pela má resolução do projeto arquitetônico ou por outra causa, que não o sistema construtivo. Como exemplos, o questionamento quanto à quantidade de escadas existentes nas casas do condomínio e à qualidade dos sistemas hidráulicos, válvulas, ligações da caixa d'água e de coleta de água de chuva, calhas, rufos, entre outros. Quando estes subsistemas não funcionam de forma adequada acabam prejudicando o sistema LSF da mesma forma que

prejudicariam o sistema convencional de alvenaria, porém, neste caso, os prejuízos são imediatamente visíveis.

Sobre a acústica dos ambientes, as respostas foram divididas em relação à origem do ruído: Entre ambientes interno e externo: A maioria dos usuários acha que o isolamento acústico, em relação a ruídos vindos de fora, é muito bom; já com relação à acústica interna (entre ambientes internos), os sons que mais incomodam os usuários do condomínio, quase por unanimidade, são os propagados por passos nos pisos dos pavimentos superiores.

Algumas das reclamações feitas pelos moradores do condomínio, quando perguntados qual o som que mais os incomoda, são as seguintes: “O barulho que mais me incomoda vem do pavimento superior quando as crianças pulam e correm, o barulho parece exagerado, mas eu creio que a solução seja fácil. É só fazer um piso de concreto”; “Quando caminhamos no pavimento superior e nas escadas”; “Entre pisos (térreo e superior)”. “Entre andares, não entre paredes”. “... às vezes no andar superior, ao pisar em cima da placa, que constitui o piso, ela faz barulho, isso acontece em um lugar específico da casa”. Nas duas residências estudadas em Minas Gerais, não houve reclamação quanto à acústica da edificação.

Uma solução para este problema poderia ser o uso de lajes de concreto que, apesar de ser uma solução que onera algumas qualidades do sistema LSF, principalmente a rapidez de execução, já está sendo adotada em algumas construções em *Steel Frame* na cidade de São Paulo. Na figura 4.3, pode ser observado na foto de uma das casas que estavam em construção no Condomínio Jardim das Paineiras, o uso da laje de concreto feita com a disposição de vigas pré-moldadas dispostas lado a lado com preenchimento final em concreto.

Outra reclamação de muitos usuários é em relação ao ruído que a edificação faz durante a noite, devido à grande dilatação térmica, quando há grande variação de temperatura. Eles não sentem a edificação balançar, mas escutam os estalos. Nas Figuras 4.4a e 4.4b pode ser observado o distanciamento do arremate do piso por onde a moradora mede a dilatação no local e também o trincamento da pedra causada pela dilatação do piso.



Figura 4.3 - Uso de laje de concreto.

Entretanto, por serem trincas ocorridas no piso do andar ao nível do terreno, assentado sobre laje maciça, o construtor conclui que estas trincas provavelmente estão relacionadas a recalques, má compactação do terreno ou má execução do acabamento final e não necessariamente com a dilatação da estrutura.



(a)



(b)

Figura 4.4 - (a) piso trincado pela dilatação/ (b) arremate do piso afastado pela dilatação.

4.3 Satisfação com o sistema estrutural e os fechamentos

Foi questionado neste tópico sobre a solidez, firmeza e segurança com relação ao sistema construtivo, ao vivenciar a unidade. Com relação à segurança questiona-se sobre a estabilidade da edificação, sistema estrutural e sistema de fechamento. Perguntados se a edificação balança, a maioria (62%) acha que a edificação não balança, 19% acha que balança pouco, 6% que a edificação balança com certa regularidade e 13% acham que ela balança muito, gráfico 4.4. Alguns usuários disseram, como já foi dito anteriormente, que não sentem balançar, mas que escutam os estalos à noite e por isso marcaram a opção “regular”.

Alguns usuários têm dúvidas em relação à sua segurança contra intrusão e roubo, por acharem que, como as paredes não são maciças como na construção convencional, poderiam ser facilmente cortadas: “... segurança construtiva sim, patrimonial nem tanto, eu não viveria numa casa assim fora de condomínio...”; “... no início tinha a sensação que poderia ser mais fácil entrar alguém”.

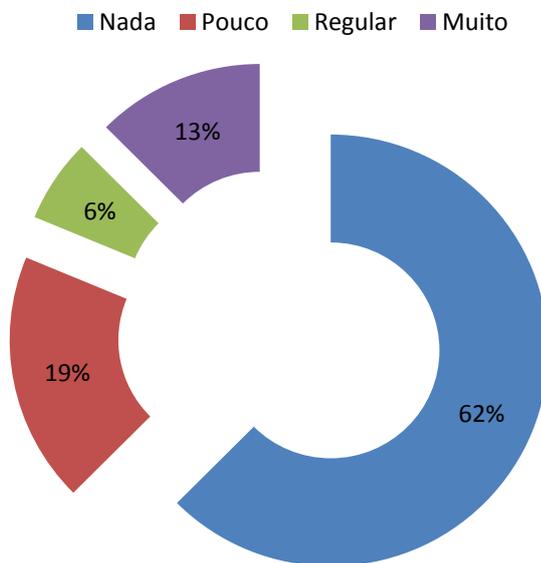


Gráfico 4.4 - Estabilidade da edificação (se a edificação balança).

Analisando-se a questão da segurança contra intrusão, seria muito mais fácil arrombar uma fechadura ou cortar uma porta de madeira, que hoje são feitas com chapa compensada de

pequena espessura, do que cortar várias camadas de placas, mantas, dutos, perfis metálicos e acabamentos. Vários usuários compartilham dessa opinião: “...para entrar tem a mesma dificuldade de uma casa comum”; “Insegurança somente no quesito portas, por conta das fechaduras”; “Ela é tão segura quanto à convencional em minha opinião”.

Já em relação à segurança estrutural da edificação, a maioria sente segurança. E perguntados o porquê, as respostas variaram: “Pela confiança na construtora”; “Porque tem estrutura metálica que sustenta a edificação”; “Ela tem se mostrado ‘sólida’ com as intempéries”; “Foi bem projetada”; “Porque há viga de 40 em 40 cm nas paredes, o que a torna resistente e segura”; “Nunca tive problemas”.

Nas questões referentes à confiabilidade em relação à resistência e percepções no uso das paredes, as respostas foram variadas. Observa-se que quanto maior o grau de informação que o usuário tem sobre o sistema, maior é a sua confiança quanto à segurança do mesmo. Alguns usuários, mesmo não tendo certeza quanto à resistência das paredes para parafusar objetos mais pesados, acham as paredes resistentes. Na questão para caracterizar a sua percepção, a maioria assinalou a opção “Firme, sólida” “Aconchegante” e “Oca”, gráfico 4.5.

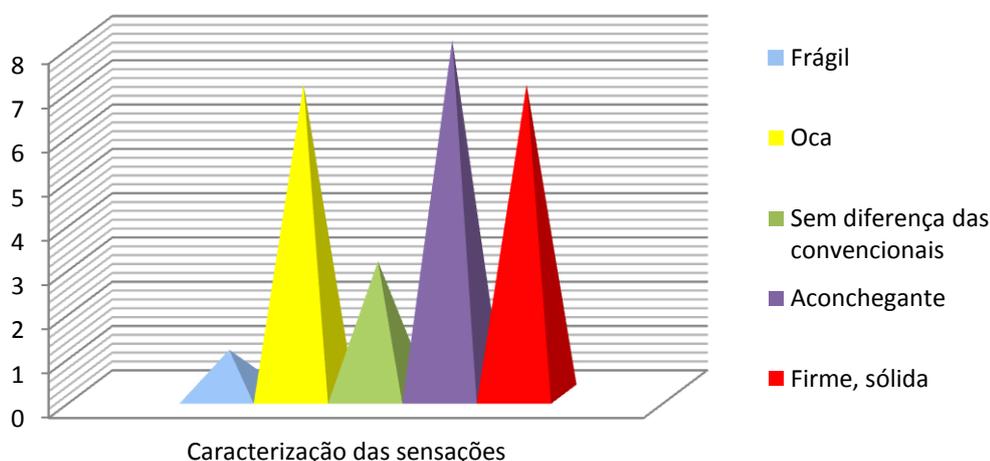


Gráfico 4.5 - Sensação do usuário em relação ao sistema de fechamento vertical.

Alguns marcaram a opção “sem diferença da convencional” e uma minoria marcou a opção e “frágil”, onde esta resposta pode ser interpretada como uma fragilidade ao se pendurar objetos mais pesados, devido ao sistema de reforço requerido para parafusar e não em relação a sua segurança estrutural, pois nesta questão a maioria acha as paredes resistentes, gráfico 4.6.

Quanto aos pisos superiores os usuários os consideram seguros, mas mesmo assim alguns têm medo de pendurar coisas pesadas nos tetos e vêem as infiltrações nos telhados e vazamentos na caixa d'água como grandes inimigos deste fechamento. Porém, foram constatadas, em relação a todos os estudos de casos, poucas ocorrências de problemas desta natureza.

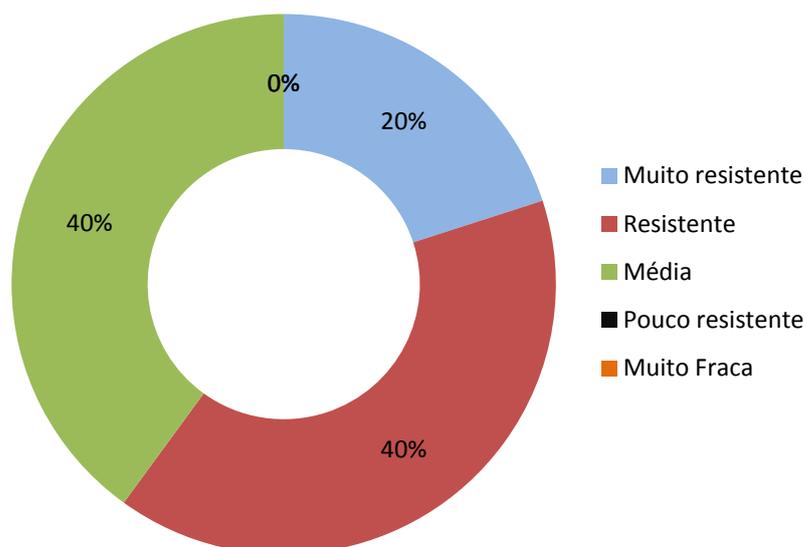


Gráfico 4.6 - Qualidade das paredes em relação à resistência.

4.3.1 Dificuldade de fixação de elementos de grande peso nas paredes

A maioria dos usuários sente certa dificuldade em pendurar objetos de grande peso nas paredes, pelo fato da estrutura ter que ser reforçada com uma viga adicional. Em um dos estudos de caso, ao pendurar um aparador de grande peso na parede, não foi feito um bom acabamento por parte do profissional responsável pela mão de obra, o que levou a moradora a considerar que seria sempre difícil e dispendioso pendurar um objeto mais pesado. Neste caso o problema maior foi em relação à mão de obra especializada.

Por isso, alguns entrevistados consideram necessários mais treinamentos, até mesmo para os usuários, e mais divulgação sobre o assunto: “O ideal é que o morador fosse treinado para isso, pois há uma insegurança da nossa parte para fazê-lo”; “...encontro certa dificuldade pois há a necessidade de ser parafusado onde há um perfil”. Uma minoria acha fácil e nunca teve problemas a respeito de como pode ser feito, observado no gráfico 4.7.

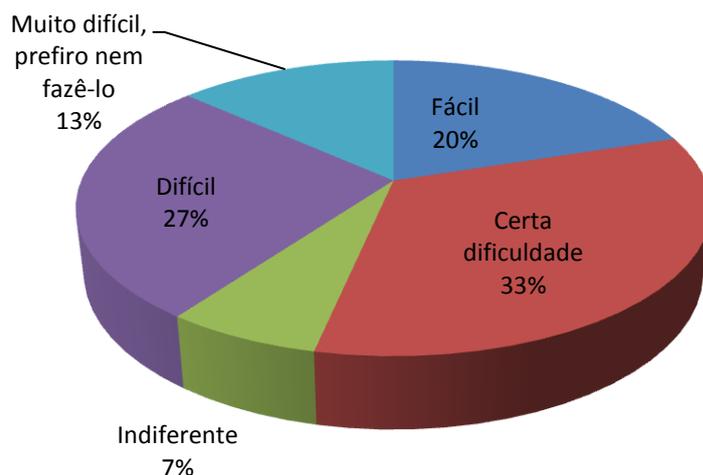


Gráfico 4.7 - Grau de dificuldade para fixação de elementos de grande peso - edificações residenciais.

4.4 Uso e manutenção da edificação

Sobre a manutenção das edificações, 66,66 % dos usuários responderam que a frequência com que a edificação apresenta problemas de manutenção é baixa. O restante respondeu que é média a frequência de manutenção. Em resposta complementar a esta, a maioria respondeu que a necessidade de manutenção deste tipo de construção é menor que as construções convencionais, gráfico 4.8, além de acharem muito mais fácil e muito mais rápido de ser feita.

Entretanto, alguns moradores que já tiveram que abrir as paredes ou teto, por problemas de vazamentos na caixa d'água, calhas, problemas nas instalações, entre outros, reclamaram da manta de lã de vidro que solta pêlos provocando coceiras por todo o corpo e irritação nos olhos e vias nasais. Contudo já existem no mercado algumas alternativas de mantas com materiais mais coesos.

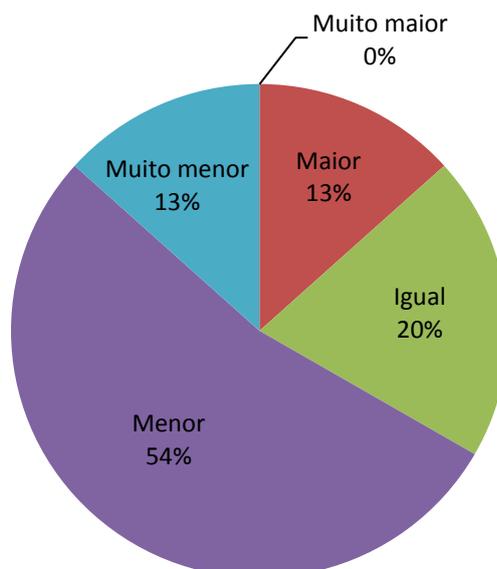


Gráfico 4.8 - Quantidade de manutenção em relação à construção convencional.

Em relação à facilidade de obtenção de mão de obra capacitada e/ou peças e equipamentos para modificação ou fazer reparos na unidade, a maioria, 60 %, está insatisfeita, 40 % estão satisfeitos e nenhum usuário é indiferente a esta questão. Uma das grandes reclamações sobre o sistema é a dificuldade de encontrar mão de obra especializada, tendo como única opção recorrer à construtora e sua equipe.

O nível de informação dos entrevistados para usar e manter a edificação é regular. Embora a maioria, 80 %, tenha recebido o manual da construtora instruindo como deve ser feita a manutenção e/ou o relatório “*as built*”, eles não estão suficientemente seguros com relação a este item. Os 20 % que não receberam o manual compraram o imóvel de terceiros e alguns destes dizem que conseguiram algumas informações por meio de pesquisa própria.

Sobre intervenções nas unidades, a maioria (66,66 %) já fez algum tipo de modificação, a maioria de transformação e adaptação de espaços, como o fechamento de uma varanda para ser transformada em sala, o acréscimo de um banheiro, troca de pisos e acabamentos e alteração de função dos cômodos. Todos que fizeram reformas acharam muito rápido, prático e sem sujeira: “... construímos um banheiro dentro de um quarto que não era suíte ... as obras neste tipo de construção são mais rápidas e fáceis de serem feitas, sem muita bagunça e sujeira”. O restante dos usuários nunca fez nenhum tipo de intervenção na unidade.

4.4.1 Informações que julga importante obter, a partir da vivência adquirida (uso e manutenção) na edificação.

A maioria dos usuários acha importante obter mais informações sobre a manutenção e as particularidades do sistema construtivo, principalmente sobre como fixar objetos pesados nas paredes e tetos. Exemplos:

- “Conhecer o sistema elétrico da casa, saber onde e como colocar objetos nas paredes e tetos”;
- “Sobre o baixo custo da obra e manutenção na casa”;
- “Em qualquer construção acho importante conhecer a construtora. Acredito que seria interessante se os compradores tivessem algum tipo de treinamento antes de comprar o imóvel”;
- “Procurar saber sobre a manutenção (mão de obra, limpeza, uso das paredes) é o principal. O resto é como qualquer imóvel;”
- “Além de apontar as vantagens e desvantagens que o sistema construtivo oferece, deixar claro os pontos que são *tabus* para muitos nesse tipo de construção, demonstrando que são apenas preconceitos culturais”;
- “Informações sobre a facilidade e agilidade na manutenção, sustentabilidade e rapidez na construção e possibilidade de economia na obra”.

4.5 Patologias

A maioria dos usuários não teve problemas com as instalações. A minoria, 40% dos usuários, já teve que fazer manutenção nas instalações e quando perguntados sobre as dificuldades para fazer os reparos, responderam que o serviço foi executado rapidamente, mas que foi difícil encontrar mão de obra especializada e disponível para executar o serviço. Um dos usuários respondeu que não houve problema, pois a própria construtora resolveu.

Sobre a necessidade de passar novas instalações, a maioria (60%), respondeu que já tiveram que passar novas instalações e que foi mais fácil do que em construções convencionais por não precisar quebrar as paredes. Já em relação às novas instalações: Internet, telefone, alarme, dentre outras do gênero, observou-se que algumas empresas prestadoras de serviços ainda não estão preparadas para lidar com construções inteligentes, onde é possível embutir fiações sem

grandes dificuldades. Foram encontrados alguns casos de fiação de internet e alarme na conhecida “canaleta” branca (Fig.4.5). Apesar de o sistema ser inteligente, opta-se pelo mais fácil, pelo imediato e esse tipo de comportamento ainda é intrínseco à cultura brasileira.



Figura 4.5 - Uso de “canaletas” para passagem de fiação.

Com relação à umidade nas paredes, a maioria dos moradores (66,66 %) já teve problemas, mas em pouca quantidade, em locais onde ocorreram fissuras externas e que o problema foi rapidamente resolvido ou em partes da edificação feitas em alvenaria, tendo em vista que em alguns casos existem algumas paredes de fechamentos externos, como garagens, áreas de serviços, feitas em alvenaria.

A moradora do Estudo de Caso 03 foi a que teve mais problemas com umidade ocorrida na interface da esquadria com a placa OSB, o que levou à ocorrência de patologias. O problema foi resolvido com a colocação de uma cantoneira metálica e o reparo das placas de gesso. Este fato pode ser observado na figura 5.13. O restante dos entrevistados nunca teve problemas dessa natureza.

No caso dos descascamentos da pintura encontrados nos banheiros, essas patologias poderiam ter sido evitadas se o arquiteto responsável pelo projeto tivesse colocado revestimentos cerâmicos ou impermeáveis próprios para as áreas sujeitas a receber umidade, melhorando a

estanqueidade à água. A colocação destes revestimentos já é uma prática comum e necessária nas construções convencionais brasileiras que os utilizam em toda a extensão das paredes e pisos das áreas molháveis. Ao contrário disso, foi observado que nas construções em *steel frame* o mais comum é não usar revestimento cerâmico em toda a extensão das paredes dos banheiros e cozinhas, sendo colocado apenas dentro do box do banheiro até sua altura e em alguns detalhes. O estudo destes detalhes construtivos, adaptando-os aos costumes e tipologia das construções brasileiras, é que melhorarão o desempenho do sistema construtivo no Brasil.

Nas construções onde foi observada a colocação de revestimento cerâmico numa área maior dos banheiros e cozinhas, não foram observados descascamento da pintura nas paredes. Já a patologia encontrada no banheiro do Estudo de Caso 03, segundo Santiago (2010), especialista no sistema LSF, foi causada pela diferença de tamanho entre a placa metálica de impermeabilização e o rodapé de revestimento cerâmico, pois estes deveriam ser da mesma altura ou o revestimento cerâmico recobrindo toda a placa, evitando-se assim o aparecimento da trinca e descascamento na finalização da placa metálica, (Fig.4.6b). Este problema foi tomado como exemplo e solucionado nas construções subsequentes a esta.



Figura 4.6 - (a) Descascamento da pintura em área sem revestimento estanque/ (b) Patologia gerada por detalhe mal elaborado na fase de projeto.

Mais da metade (53,33 %) dos usuários já teve problemas com algum tipo de revestimento: “... revestimento externo da parede”; “... lugares úmidos, até mesmo a pintura própria para banheiro e as juntas das placas racham sempre”; “... teto do quarto e batentes das portas”;

“...pisos da varanda”. Dos demais usuários, 40 % não tiveram esses problemas e 6,66 % não se lembram.

O uso do rodapé mais alto é um ponto a ser estudado nas construções em LSF. Alguns moradores disseram que colocariam um rodapé mais alto, pois ele é um elemento importante de proteção da parte inferior das paredes, que está sujeita a impactos e umidade causados pelo uso de rodos e vassouras e até mesmo infiltrações (Fig. 4.7).



Figura 4.7 – (a) Sem proteção do rodapé/ (b) Rodapé de pequena altura.

Poucos usuários tiveram problemas com vazamentos nas lajes e esses problemas foram ocasionados por subsistemas complementares ao *steel frame*. Exemplos: “Teve um vazamento onde passa o fio da antena, mas foi corrigido”; “... água em luminária no segundo andar”. A maioria (80 %) nunca teve problemas com vazamentos nas lajes. Nenhum usuário teve problema com empenamento ou movimentação das paredes internas.

Em muitas casas (80 %) já houve problemas de trincas nas paredes e tetos. Este é um problema recorrente nos estudos de casos analisados, nas emendas das placas, principalmente junto ao teto nas construções com pé direito duplo e nos andares superiores: “... no teto do quarto do casal, que fica no andar superior...”; “... nas emendas”. Este problema, que incomoda alguns moradores, foi observado em algumas edificações.

Algumas trincas foram observadas nas paredes rentes ao teto, no meio das paredes em casas de pé-direito duplo e no próprio teto, sendo que a maioria das fissuras encontradas no teto apareceram depois de intervenções e troca das placas. Santiago (2010) atribui à dilatação e

movimentação natural da estrutura a ocorrência das trincas rentes ao teto, o que pode ser solucionado com o uso de juntas de dilatação metálicas nas quinas entre teto e parede, criando um afastamento como detalhe no teto, como mostrado na Fig. 4.8b.

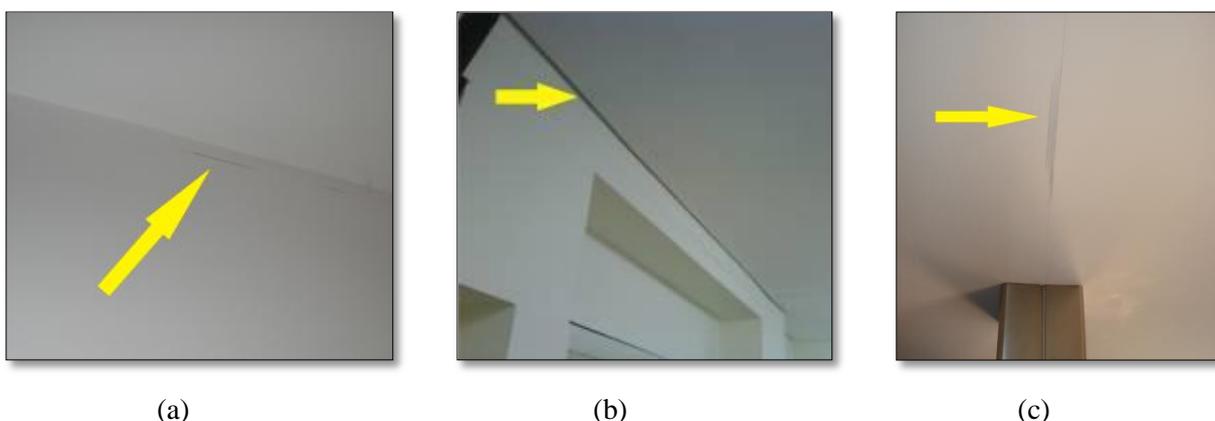


Figura 4.8 - (a) trinca rente ao teto/(b) solução sugerida: junta de dilatação/(c) Trinca no teto após intervenção.
(Fig. 4.8b-Fonte: SANTIAGO, 2010)

Com relação às trincas nas paredes das casas de pé-direito duplo e de grandes vãos de abertura, que têm certa movimentação, acredita-se ser um erro na instalação das placas, que devem ser instaladas desencontradas, desalinhando-se as juntas como o assentamento de tijolos, evitando-se assim a propagação de trincas (Fig. 4.9).

Já as trincas dos tetos onde foram feitas intervenções (Fig. 4.8c), principalmente para consertos por vazamentos no telhado, podem ser explicadas pelo fato do forro ter sido submetido a uma sobrecarga não prevista, forçando-o para baixo. Alguns desses problemas não chegam a configurar patologias, mas comprometem a estética.

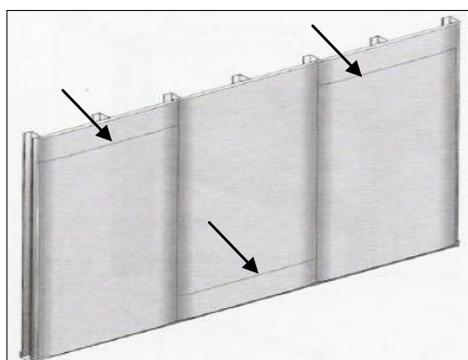


Figura 4.9 - Desencontro de juntas horizontais em painéis.

Fonte: CRASTO, 2005

Nenhum dos usuários teve problemas de patologias no telhado, no entanto apenas um morador do condomínio Jardim das Paineiras reclamou de cheiro forte quando o telhado, feito em telha asfáltica, atinge altas temperaturas. Quanto às patologias relacionados ao vazamento da caixa d'água, apenas a minoria (20%) teve este tipo de problema.

4.6 Identificação do sistema construtivo

Percebe-se que a minoria (20 %) dos usuários, ao serem questionados, não consegue expressar de uma maneira genérica sobre o sistema e nem sobre os seus principais componentes construtivos. 26,66 % respondem que sabem identificar vigas, acabamento e laje, porém acabam não conseguindo explicar sobre nenhum deles, apenas sabem que estes subsistemas fazem parte da construção, mas da mesma forma que poderiam ser de uma construção convencional. Alguns dão respostas equivocadas em relação a alguns componentes. Exemplos: “... placas de caixa de leite reciclada na parte exterior”; “... pilares de madeira...”; onde o usuário se refere às casas de *wood frame*, ou seja, estrutura feita com barras de madeira. Sobre as placas de caixa de leite a usuária se refere ao *side vinílico*. Entretanto, a maioria dos usuários, 53,33 %, consegue expressar, de uma maneira geral, sobre o sistema construtivo, principalmente a estrutura, os fechamentos externos e internos.

A maioria cita os perfis, sendo que apenas um usuário especifica “perfil de aço”. Alguns citam lâ de vidro e placas de gesso, onde apenas um diz o nome do sistema *drywall*. Apenas um deles cita os dutos da parte elétrica e hidráulica, sendo que este usuário já fez intervenções na unidade para passar novas instalações por dentro das paredes. Muitos conseguem especificar mais facilmente a parte de alvenaria e tijolinhos à vista que constituem a fachada da maioria das casas do condomínio Jardim das Paineiras.

De uma maneira geral, pode-se observar que a maioria dos usuários tem dificuldade de tecer observações mais consistentes e identificar adequadamente o sistema construtivo como um todo. Os que têm um pouco mais de facilidade, se deve ao fato de já terem observado a montagem das novas casas que estão sendo construídas no condomínio Jardim das Paineiras ou terem acompanhado a construção da sua edificação, mas mesmo assim, encontram dificuldade de especificar melhor os subsistemas e componentes.

4.7 Desempenho global com a unidade

A satisfação com a unidade de maneira geral é muito boa, sendo o índice de insatisfação com a unidade é muito baixo. Alguns moradores que estão com problemas específicos em sua unidade assinalaram a opção “baixa satisfação”. Essas opções estão relacionadas com a qualidade da junção entre janelas e fechamento externo e conseqüentemente com a umidade nas paredes, como é o caso da moradora do Estudo de Caso 03, (Fig. 4.10 e Gráf. 4.9).

No item união da parede interna com a estrutura, a insatisfação está ligada ao fato de haver a necessidade de reforçar a estrutura no local onde irá pendurar objetos mais pesados ou localizar o perfil, conforme observado no item 5.2, figura 5.14.

Outro item que obteve uma faixa de insatisfação foi em relação ao nível de informação para usar e manter a unidade, como pode ser observado no gráfico 4.9.

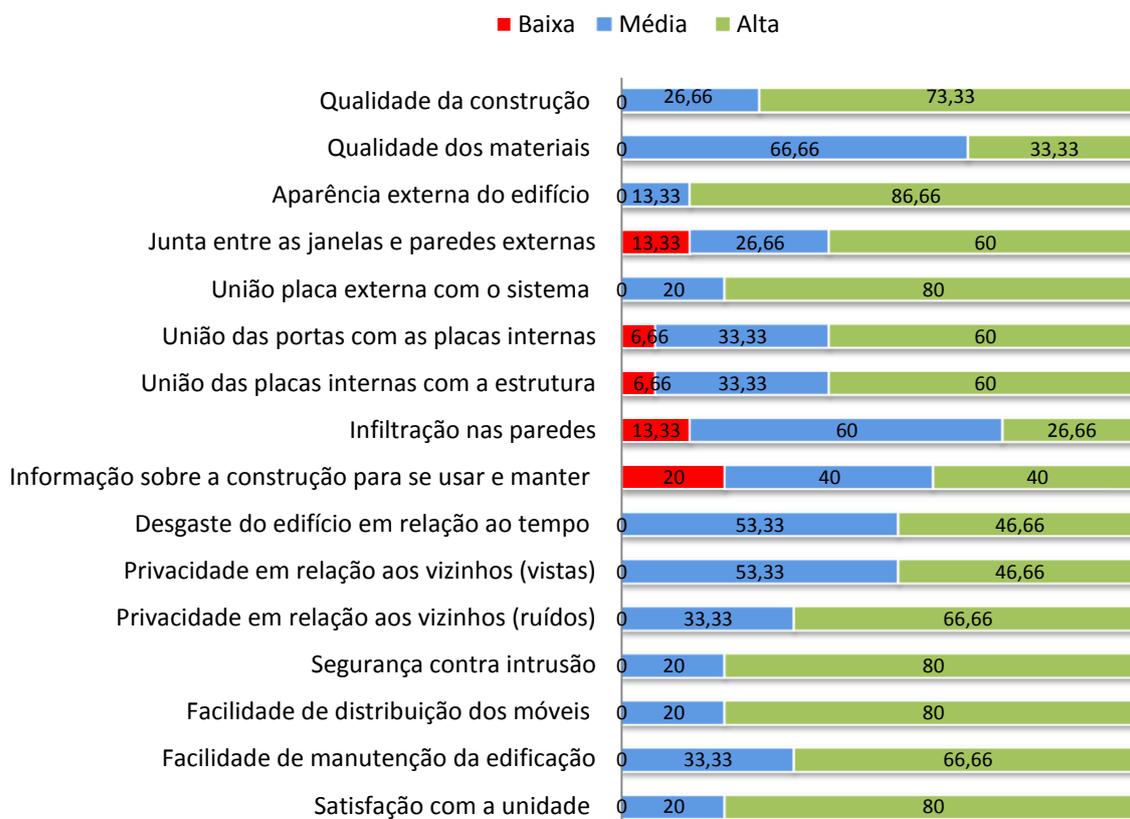


Gráfico 4.9 - Satisfação com a unidade.

Em relação ao item desgaste do edifício com o tempo, o percentual de 53,33% de média satisfação, pode ser justificado pelas pequenas patologias encontradas nos estudos de caso 3 e 5.

A resolução dos detalhes construtivos, de cada obra, em projeto é responsável pelo sucesso do sistema LSF. A maioria das patologias encontradas pode ser diretamente relacionada à má resolução dos projetos.

Um problema causado por falta de detalhamento foi observado no Estudo de Caso 03, onde a falta do uso de uma cantoneira metálica nas quinas dos vãos das janelas, somado à má vedação do vidro temperado, levou a infiltrações e trincas nessas interfaces, (Fig.4.10).

Conforme pode ser observado na figura 4.10 (d), em construções mais recentes, a cantoneira de acabamento e junção das placas nas quinas da edificação está sendo utilizada, o que além de dar um acabamento melhor, aumenta a resistência das placas à entrada de umidade e ao aparecimento de trincas neste local.



(a)



(b)



(c)

(d)

Figura 4.10 - (a, b, c) Trincas e infiltrações na interface das esquadrias/ (d) Cantoneira metálica nas quinas.

(Fig.4.10 d- Fonte: Santiago, 2010)

4.8 Vantagens e Desvantagens do sistema construtivo e sugestão de modificação

Uma das principais vantagens apontadas sobre o sistema foi a facilidade de manutenção e reparos, porém, acrescentam que deve haver mais infra-estrutura no mercado, mão de obra especializada, peças e equipamentos de fácil obtenção no mercado para suprir as necessidades para tal fim.

Um usuário do condomínio Jardim das Paineiras relata sobre as vantagens: “A casa é muito aconchegante, não escuto barulhos externos, é mais quente, menos úmida, as coisas não mofam dentro de casa e a manutenção é mais fácil. As janelas são muito boas, super resistentes e depois de 10 anos ainda parecem novas”, (Fig. 4.11). As casas que utilizaram o modelo de janela em PVC não tiveram nenhum tipo de problema com infiltração na interface das mesmas.

A flexibilidade para reformas e mudanças dos espaços foi outro ponto observado e, como esperado, os principais motivos para a escolha do sistema foram apontados como sendo as principais vantagens: rapidez na execução da obra, menor impacto ambiental, limpeza da obra e qualidade de execução.



Figura 4.11 - Janela de PVC, hermética.

Já em relação às desvantagens foram indicados poucos pontos, sendo um deles, como já dito anteriormente, a falta de mão de obra especializada e certa dificuldade de encontrar no mercado os componentes especiais para o sistema. Por ser uma tecnologia nova, há necessidade de algum aperfeiçoamento construtivo. Outro ponto é sobre os ruídos nas lajes secas entre pavimentos. Por último, a dificuldade encontrada para a fixação de objetos de maior peso nas paredes e teto, como diz um usuário: “A única desvantagem é não poder colocar objetos pesados nas paredes”.

4.8.1 Recomendação da edificação a parentes e amigos

Todos os usuários recomendariam a compra ou aluguel de casas com este sistema a amigos e parentes. Seguem alguns relatos dos usuários entrevistados:

- “Sim, gostei muito para mim, então indicaria”;
- “Sim, por causa do preço e praticidade”;
- “Sim, dependendo do amigo e do parente. Há pessoas que nunca aceitariam morar num ambiente que eles acreditam ser cenográfico, pelo fato da montagem da construção lembrar a montagem de um cenário, com painéis. Agora há pessoas que

privilegiam praticidade e simplicidade com eficiência operacional, de vivência e de manutenção. Para estas eu recomendaria sempre”;

- “Sim, gosto muito da minha casa e do condomínio. Gostaria que minhas próximas casas fossem construídas na mesma maneira”;
- -“Sim. Porque nos adaptamos muito bem ao condomínio e com a casa que é agradável e atende a todas as nossas necessidades”;
- “Sim, tanto que uma amiga comprou uma casa no meu condomínio após uma visita em minha casa”;
- “Sim. Porque o local é muito bom, a vizinhança também, gosto muito da minha casa, a construtora é muito acessível (dentro do possível) – costumam nos atender bem. É uma construção rápida, limpa, com pouca perda”;
- “Sim, gosto da casa, do condomínio e da localização”;
- “Sim, porque as casas são espaçosas e seguras”;
- “Sim, pelos mesmos motivos pelo qual escolhi este sistema construtivo: Menor impacto ambiental, qualidade de execução e rapidez de execução”.

4.9 Análise das Edificações não residenciais – Escolas Infantis

Nas edificações não residenciais pode ser observada na escolha pelo sistema construtivo a preocupação com a rapidez de execução e limpeza da obra, pois nas duas unidades que participaram da pesquisa, a obra aconteceu com a escola em funcionamento. Outro motivo em comum entre as escolas para a escolha pela tecnologia foi a preocupação com o menor impacto ambiental proporcionado por este sistema construtivo, o que pode ser atribuído à consciência ambiental e social das instituições, (Fig. 4.12).

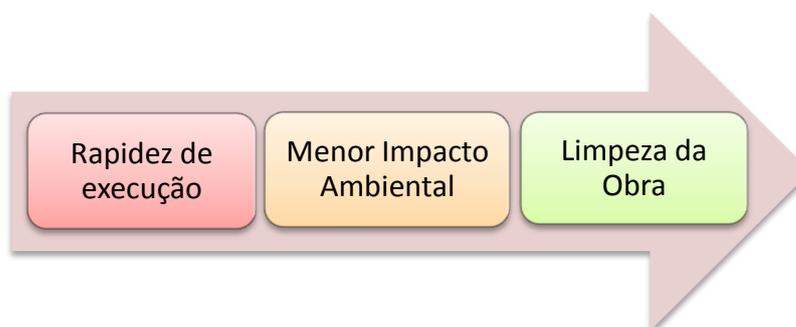


Figura 4.12 - Principais motivos da escolha do sistema construtivo para as escolas.

4.9.1 Conforto ambiental

Na Escola Pólen, apesar de ter só um pavimento, o nível de satisfação foi ruim quanto ao barulho entre ambientes e regular em relação ao barulho vindo do exterior. Porém na Escola Builders, que tem o mesmo tipo de uso, e o mesmo tipo de fechamentos internos, a satisfação em relação à acústica entre ambientes internos foi muito boa (Gráfico 4.10). Essa divergência de satisfação pode ser explicada, talvez, pelo tipo de esquadrias utilizadas em ambas, pois as portas e janelas das salas de aula da Escola Pólen são de caixilho com vidro temperado, o que não oferece uma boa vedação acústica (Fig. 4.13).

A satisfação com a qualidade do edifício e do ambiente proporcionado por ele, de modo geral, é boa. Na Escola Pólen a satisfação é regular, pois as professoras acham o espaço pouco aconchegante para as crianças, pois o pé-direito do prédio é muito alto e a planta baixa da sala é muito regular e ampla, proporcionando um espaço pouco intimista, o que é um problema exclusivamente do projeto arquitetônico; “... para as crianças faltou aconchego, ‘proteção’, pelo pé-direito tão alto. Apesar disto, é um ambiente muito bonito e moderno, devido também ao projeto arquitetônico”. Quanto à qualidade da iluminação natural e ventilação a satisfação é alta.

Assim como os proprietários das residências, as professoras confundem a má solução arquitetônica com a qualidade do sistema construtivo em si.



Figura 4.13- Fechamentos da Escola Pólen

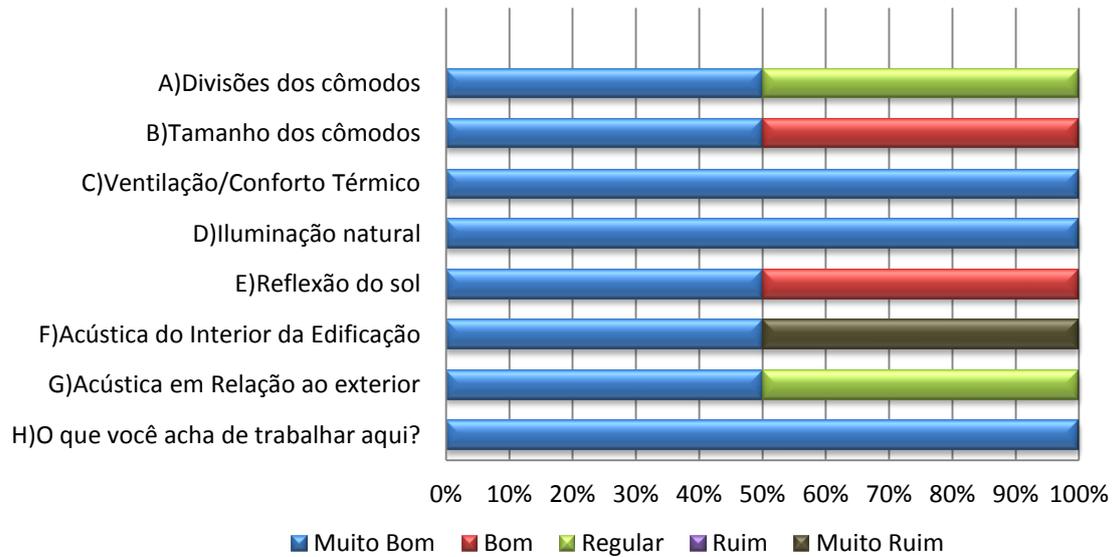


Gráfico 4.10 - Nível de satisfação dos usuários das escolas.

4.9.2 Satisfação com sistema estrutural e fechamentos

Sobre a solidez, firmeza e segurança dos fechamentos os usuários têm opiniões variadas. Na escola *Builders* os usuários não veem diferença dos fechamentos verticais em *drywall* para a alvenaria convencional, já na escola Pólen os usuários acham as paredes aconchegantes, ocas e frágeis. Essa fragilidade é em relação à segurança ao se pendurar objetos pesados nas paredes (Graf. 4.11).

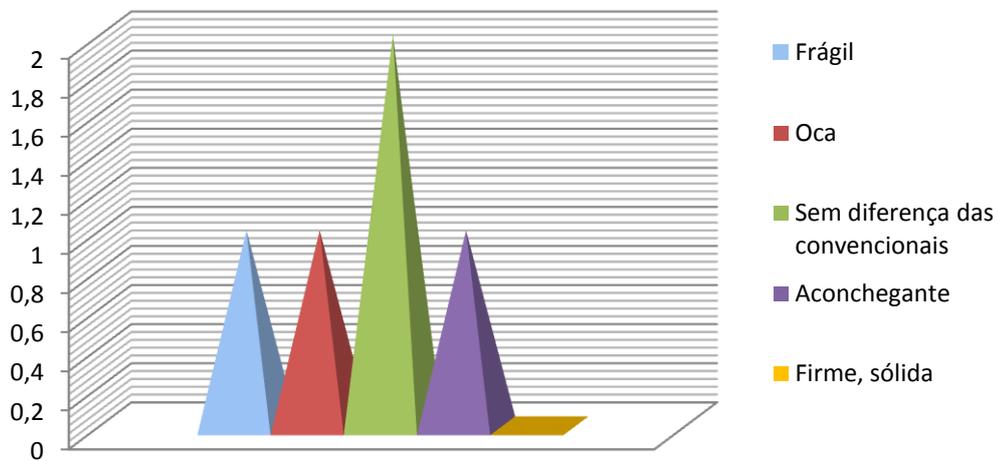


Gráfico 4.11 - Caracterização das sensações em relação aos fechamentos verticais. Edificações escolares.

4.9.3 Dificuldade de fixação de elementos de grande peso nas paredes

Nas edificações de uso não residencial houve reclamação quanto ao grau de dificuldade para pendurar objetos nas paredes, pois todos os usuários sentem segurança na estrutura da edificação e acham as paredes resistentes, não sentindo diferença da convencional: “... Sinto segurança porque as paredes são firmes, não caem, porém não confiei em pendurar ganchos no teto e redes nas paredes”.

Na escola Pólen a professora reclama que acha muito difícil a fixação de qualquer objeto nas paredes. Disse que mesmo um porta-toalhas não fica muito tempo fixado. Em contato por telefone, para esclarecer essa dúvida, a administração da escola não soube informar se o tipo de parafuso utilizado foi o recomendado para o sistema LSF, mas disseram que é muito difícil conseguir os parafusos especiais, pois ele só é vendido em um estabelecimento na cidade.

Analisando-se o restante das respostas, foi evidenciado que estavam sendo usados pregos comuns nas paredes, inclusive utilizando-se tachas para a fixação de objetos, o que está prejudicando o sistema (Fig. 4.14). Observou-se também que as paredes passaram a ser usadas como murais de avisos, já que a fixação das tachas nas placas de gesso acartonado é fácil.

Questionadas sobre a diferença e os problemas que enfrentaram para usar e manter a unidade a resposta foi a seguinte: “...como mencionei antes, o prego fica fixo na parede. É preciso encontrar um prego especial. Por exemplo: porta-toalhas, porta-papel higiênico, o batente da porta, etc. Eu usei apenas tachinhas para furar a parede e pendurar alguma coisa. É fácil perfurar a parede se não estiver pegando uma viga de aço. Por isso os pregos não sustentam”.



Figura 4.14 - Uso de tachas para fixação de objetos.

4.9.4 Uso, manutenção e patologias nas edificações

Quando perguntados sobre a frequência com que as edificações apresentavam problemas de manutenção, os usuários da Escola *Builders* disseram ser muito pouca, além de ser muito mais fácil de ser feita a manutenção comparando-se com a construção convencional. Na Escola Pólen os usuários acham essa frequência média, porém disseram que nunca houve problemas nas instalações, nem umidade nas paredes. Quanto à existência de trincas nas paredes e tetos, os usuários das duas escolas disseram não existir. Em visita à escola Pólen foi observado que o estado de conservação das paredes é muito bom, principalmente dos banheiros, que são totalmente revestidos de acabamento cerâmico. A escolha da cor e do tipo de textura usada nas paredes não agrada muito aos usuários, principalmente o funcionário da manutenção que acha difícil fazer reparos e conseguir um resultado satisfatório para chegar à cor e textura originais.

4.9.5 Identificação do sistema construtivo

Os usuários das duas escolas quando perguntados se conseguem identificar o sistema construtivo da edificação, disseram que sim. Mas somente uma das professoras da Escola *Builders* consegue detalhar de maneira específica os materiais como perfil de aço, gesso acartonado, manta de lã de vidro para isolamento. Já as professoras da Escola Polén

identificam de maneira genérica, “... metal, algo parecido com papelão compacto, gesso cobrindo as paredes, pois vi o material chegando nas caixas”; “Aço, manta térmica, gesso?”.

4.9.6 Desempenho global com a unidade

A satisfação em relação ao desempenho global da unidade é alta. Há apenas uma insatisfação na Escola Pólen em relação ao nível de informação sobre como usar e manter a unidade, o que implicou num nível médio de satisfação em relação à facilidade de manutenção da edificação por parte dos usuários. Há também uma insegurança em relação às chapas de gesso acartonado ao se pendurar objetos, por este motivo, o nível de satisfação também foi médio com relação a estes itens, conforme o gráfico 4.12.

Na Escola *Builders* as professoras recomendariam o sistema por ser de rápida execução, proporcionar uma obra mais limpa, uma manutenção mais rápida, fácil e limpa, além de ser mais sustentável ecologicamente e não ter diferenças da alvenaria convencional no que se refere à segurança. Já na escola Pólen as professoras preferem não recomendar o sistema por não terem embasamento suficiente no seu uso e por vivenciarem o espaço composto por ele apenas no ambiente de trabalho.

Quanto às vantagens e desvantagens, foram apontados pelos usuários da Escola *Builders* as mesmas vantagens pelas quais recomendariam o sistema, não apontando nenhuma desvantagem. Na escola Pólen, foram apontadas como desvantagens o fato de não poder pendurar objetos pesados nas paredes e o atraso na obra e o orçamento alto: “Tínhamos no início a idéia de que seria uma construção rápida e com preço acessível. A obra não foi finalizada na data prevista, houve atraso, e o orçamento foi muito alto”.

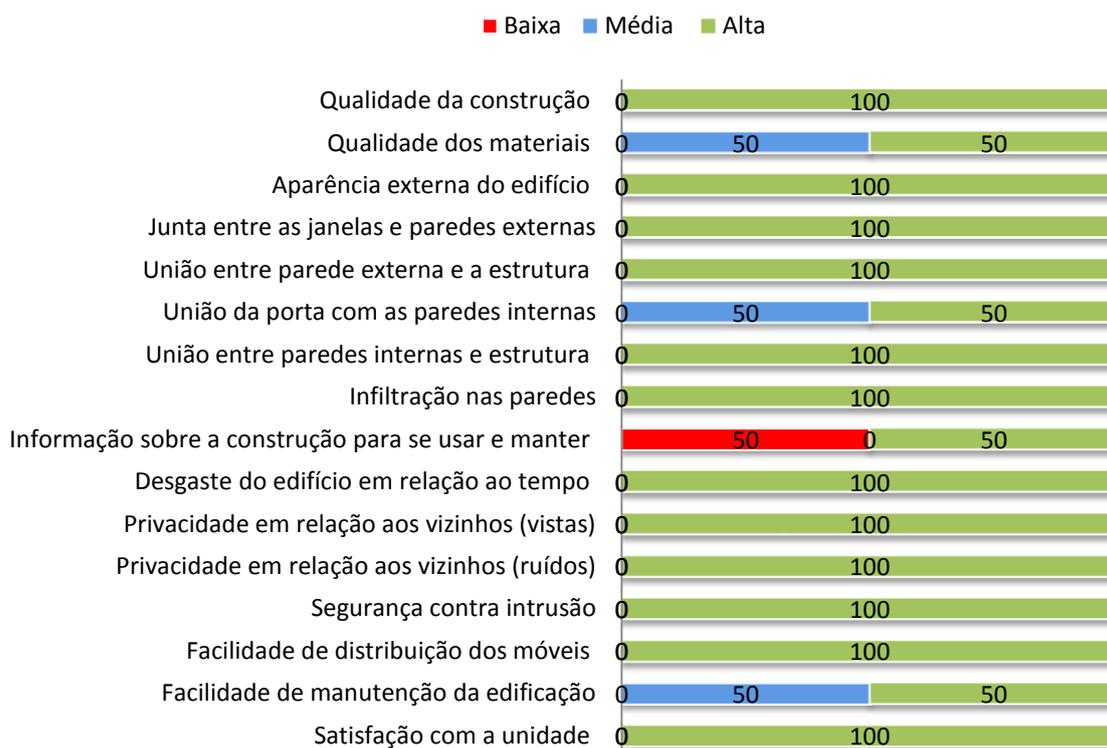


Gráfico 4.12 - Satisfação global dos usuários das das escolas.

4.10 Análises segundo observação dos funcionários de manutenção e síndicos

Foram entrevistados os funcionários responsáveis pela limpeza e manutenção do Condomínio Jardim das Paineiras e das escolas Polén e *Builders*. Aos funcionários do condomínio Jardim das Paineiras foram feitas algumas perguntas em entrevista com a equipe responsável pela zeladoria/manutenção e ao síndico.

Sobre a frequência e o tipo de manutenção nas unidades do condomínio eles disseram que não há ocorrência de problemas graves. O condomínio tem uma manutenção de prevenção contínua, como limpeza das calhas, rufos e telhados. Os problemas mais frequentes, segundo eles, são o conserto do pressurizador do aquecedor de água e alguns vazamentos nas banheiras de hidromassagem, onde tem que ser feita a vedação periodicamente e este procedimento de abrir e fechar as placas para ter acesso às instalações da banheira acaba prejudicando o acabamento nestes locais.

Outro problema frequente são as trincas nos tetos e paredes dos pavimentos superiores, devido ao deslocamento maior que estes pavimentos sofrem, e também ao serem feitos

reparos. Os funcionários dizem que com o tempo, onde foram substituídas as fitas de junção das placas, aparecem fissuras novamente. Quanto às infiltrações e umidade, estas não são comuns, só quando há problemas de vazamentos em canos, o que não ocorre com frequência e quando acontece o problema é rapidamente identificado e sanado.

Segundo os funcionários, o estado de conservação dos fechamentos é bom, as casas são muito bem conservadas e o nível de desgaste da edificação em relação ao tempo é baixo. A maioria das edificações encontra-se internamente e externamente em estado adequado de conservação. A pintura encontra-se em ótimo estado, a maioria ainda com a pintura original. De modo geral, a avaliação do condomínio como um todo é muito boa. A iluminação e ventilação das áreas comuns são boas. Há espaço de lazer para os moradores, miniquadra, *playground* e campo de futebol que satisfazem às crianças.

As casas atendem às necessidades dos moradores, havendo poucas modificações no projeto original, como aumento de tamanho da garagem, aumento das varandas da área de lazer privada e passagem feita em vidro de uma casa para outra; "... as casas são amplas e aconchegantes, todos que moram no condomínio realmente gostam. Os que tiveram que se mudar, alugou a casa porque não queriam vender". Existem casas que nunca foram reformadas e estão em ótimo estado de conservação".

Sobre o grau de dificuldade de manutenção, os funcionários acham muito mais rápido, fácil e sem sujeira. A mão de obra utilizada para a manutenção é da equipe da construtora e perguntados sobre o tipo de treinamento que receberam, responderam ter aprendido no dia a dia das obras, pois não houve um treinamento direcionado.

Na Escola *Builders* a funcionária da limpeza não vê diferença das construções convencionais. A equipe que faz os reparos é da própria construtora e a necessidade de manutenção é mínima. Em Nova Lima, na escola Pólen o funcionário da limpeza e manutenção acompanhou a construção da unidade, conseguindo identificar quase todos os materiais e subsistemas. Em relação à manutenção, os problemas mais frequentes são em relação às pequenas instalações. O funcionário reclama não ter treinamento suficiente para identificar e corrigir prontamente o problema. Ele acha que deveria ter recebido um treinamento pra tal, principalmente em relação às instalações elétricas e hidráulicas. Apesar de achar os reparos mais rápidos, ele acha que o acabamento final não fica bom, sendo um dos motivos, como já foi mencionado, o tipo de textura utilizado no edifício (Fig. 4.15) e outro motivo a falta de

mão de obra especializada para tal. Sobre os materiais para se fazer as manutenções, o funcionário acha muito difícil consegui-los.



Figura 4.15 - Diferença de acabamento em reparo.

4.11 Mão-de-obra especializada

Uma das principais reclamações dos usuários foi com relação à dificuldade para conseguir mão-de-obra especializada para a execução de reparos no sistema LSF. De acordo com os resultados da pesquisa a maioria dos profissionais não recebe treinamento adequado, sendo treinados no dia-a-dia da obra, errando, acertando e treinando a si mesmos. Segundo Holanda (2004), o método prático, ou “aprender fazendo”, é considerado o mais antigo dos métodos. Neste método, o indivíduo aprende no canteiro de obra. Sua maior vantagem é a economia de tempo, de espaço e de investimento, pois os recursos materiais da produção são também usados como recursos para o treinamento da mão-de-obra, sem desassociar a aprendizagem da prática. Outra vantagem é a rápida obtenção de resultados, já que o espaço entre a aprendizagem e a produção praticamente não existe e também a facilidade na participação de pessoas não-escolarizadas ou que possuem dificuldades para leitura.

Porém, segundo Biscaro¹⁴ (1976) apud HOLANDA, (2003), as desvantagens deste método é que ele limita a criatividade do indivíduo, fazendo o aprendiz crer que a forma de ação aprendida é a única correta e possibilita a aprendizagem de deformações e vícios funcionais.

Entretanto, deve-se observar que este tipo de treinamento pode ocasionar um maior número de acidentes e perdas de material, além de não se obter uma construção de qualidade nas fases de treinamento. Desta forma quem acaba pagando pelos erros cometidos pelos aprendizes é o usuário final da edificação.

Algumas empresas fabricantes de subsistemas e componentes, em parceria com o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), oferecem cursos para difundir o seu produto no mercado. Segundo o próprio SENAI, sua missão é promover a educação profissional e tecnológica, a inovação e a transferência de tecnologias industriais, contribuindo para elevar a competitividade da indústria brasileira. O Grupo Knauf, empresa fabricante de placas utilizadas no sistema *drywall*, por exemplo, montou o centro de treinamento SENAI-KNAUF (Fig.4.16), com o objetivo de qualificar um número maior de instaladores de *drywall*.



Figura 4.16 - Centro de treinamento KNAUF-SENAI.

Fonte: HOLANDA, 2004.

¹⁴ BISCARO, A.W. Métodos e técnicas em programas de treinamento. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO DE TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO, 4., São Paulo, 1976. **Anais**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1976. p. 280-289.

Existem outros métodos de aprendizagem que são mais eficientes quando há a combinação de mais de um método. O Método Conceitual se baseia no aprendizado pela teoria, por meio de debates, estudos dirigidos, material impresso dentro outros. Cabe destacar algumas de suas limitações, pois este método nem sempre garante a transferência da aprendizagem para a situação real.

Já o Método Simulado apoia-se no conceito de aprendizado imitando a realidade, por meio de estudos de casos, jogos e exercícios diversos e projetos. Este método traz muitas vantagens da aprendizagem no trabalho, com um adicional que é a realização da tarefa com mais segurança, pois, durante a simulação, é permitida a correção. Um método ideal para a construção industrializada seria a combinação do Método Conceitual com o Método Simulado, pois além de aprender praticando, o profissional poderia receber treinamentos de como ler um projeto na construção industrializada. Neste caso tem-se um aprendizado mais eficiente e ao chegar à obra estes conhecimentos podem ser complementados com as especificidades de cada caso, diminuindo-se, assim, os erros ocasionados por falta de treinamento eficiente.

Em entrevista com os construtores (Anexo G) é relatado o problemas encontrados pelas construtoras relativos à mão de obra e materiais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Neste capítulo fazem-se algumas considerações finais sobre a metodologia da avaliação pós-ocupação aplicada, apresentam-se, de modo geral, algumas recomendações na concepção, execução e utilização das edificações em Sistema *Light Steel Framing*, de modo a evitar as patologias encontradas nos estudos de casos analisados nessa pesquisa. Apresenta-se ainda sugestões para o desenvolvimento de pesquisas futuras em temas relacionados ao Sistema *Light Steel Framing*.

Sobre a metodologia adotada nesta pesquisa, pode-se dizer que as informações colhidas durante as visitas *in loco*, onde houve o contato direto com o espaço edificado e com os usuários que vivenciam esse espaço, proporcionaram uma reflexão mais global sobre o sistema construtivo *Light Steel Framing*. Essas informações podem ainda retroalimentar o processo produtivo, não somente do ponto de vista de definição de programa de necessidades básico do usuário, mas, também, de contribuir, em sua perspectiva, para a definição de rumos da industrialização no setor das edificações, principalmente no que tange ao sistema LSF.

Uma dificuldade significativa encontrada na etapa de seleção dos estudos de casos foi a de conseguir um grupo de edificações para o estudo e, após esta etapa, tempo com o usuário previamente determinado para as entrevistas. Sendo a maioria das construções de alto padrão, foi difícil se ter acesso às mesmas. Na fase de entrevista, mesmo marcando-se horário, a disponibilidade de tempo dos entrevistados em algumas vezes era muito limitada e algumas entrevistas foram desmarcadas pela falta dessa disponibilidade de tempo do usuário. Por esse motivo a maioria dos questionários foi enviada pelos correios.

Após a devolução dos questionários fez-se a tabulação e análise dos dados coletados, de forma a transmitir com clareza os resultados e questionamentos estabelecidos. Algumas respostas tiveram de ser analisadas segundo o contexto geral do questionário. Foi observado que pessoas de médio e alto padrão têm maior acessibilidade e aceitabilidade a este tipo de construção. A aceitabilidade pode ser vinculada ao maior nível de instrução dos usuários, que privilegiam praticidade, simplicidade com eficiência operacional e também ao maior acesso ao sistema e, conseqüentemente, maior conhecimento sobre o mesmo.

Segundo os próprios usuários, falta uma divulgação maior sobre o sistema *Light Steel Framing* apontando todas as vantagens que o sistema construtivo oferece, deixando claros os

pontos que são tabus culturais, pois existem pessoas que nunca aceitariam viver num ambiente que acreditam ser cenográfico, pois associam a construção com uso de painéis ao tipo utilizado em cenários de filmes e novelas. Muitas delas acreditam que esse tipo de construção é muito diferente das convencionais, mas se surpreendem quando descobrem que não é.

Por suas características industrializadas, a produção do sistema LSF e de seus componentes pré-fabricados se antecipa ao nível da fábrica, exigindo um detalhamento maior de todos os projetos desde os estágios iniciais do empreendimento. Destacando-se a atividade de coordenação de projetos, com o intuito de se obter projetos com melhores níveis de detalhamento, compatibilizados, aumentando a construtibilidade e conseqüentemente qualidade, proporcionando maior eficiência e produtividade na execução da obra, minimizando a incidência de erros que ocasionam manifestações patológicas e maximizando a qualidade do produto final que é a edificação e conseqüentemente aumentando a satisfação dos usuários. A aplicação mais efetiva dos instrumentos de retroalimentação das informações é importante para a coordenação de projetos de modo a melhorar a qualidade do projeto de edificações (JARDIM, 2010).

Segundo, Bevilaqua (2005), quando projetado corretamente, o sistema LSF tem um ótimo desempenho estrutural, resistindo a todos os esforços solicitantes horizontais e verticais, e apresentando deslocamentos horizontais e verticais bem menores quando comparados aos do sistema aperticado que vem sendo utilizado atualmente para os prédios de habitação popular com o mesmo projeto arquitetônico, também em perfis formados a frio.

5.1 Recomendações práticas

A maioria das patologias encontradas nos estudos de casos tem ligação direta com a falta de estudo mais detalhado das interfaces do sistema. O detalhamento e a compatibilização entre os subsistemas com detalhes de fechamento e vedação, cuidados na associação entre materiais, são de suma importância para o sucesso do sistema LSF, que é composto por vários subsistemas e componentes que devem trabalhar em conjunto. A compatibilização e soluções de todos os subsistemas devem ser feitas ainda na etapa de planejamento e processo de projeto e de preferência serem solucionados em projetos modulares.

Uma atenção especial deve ser dada à interface do sistema *Light Steel Framing* com outros tipos de sistemas, como por exemplo, o concreto, pois são situações que têm um potencial maior de problemas, por haver uma interface de materiais que trabalham de forma diferente.

No caso das patologias encontradas nas paredes dos banheiros, em especial no estudo de caso 3, um projeto de paginação levando em consideração os materiais utilizados, que trabalham de forma diferente, recobrendo-se toda a placa metálica de impermeabilização (Fig. 5.1), poderia ter evitado o problema das fissuras nos rodapés (Fig. 4.6). Revestindo-se as áreas sujeitas a receber mais umidade melhora-se a estanqueidade à água, evitando-se o problema dos descascamentos junto ao box dos banheiros, já que é uma prática comum nas construções convencionais brasileiras colocar revestimentos cerâmicos em toda a extensão das paredes nas áreas molháveis, mas ao contrário disso, foi observado que nas construções em *steel frame* o mais comum, como já tido anteriormente, é não usar revestimento cerâmico em toda a extensão das paredes dos banheiros e cozinhas, sendo colocado apenas dentro do box do banheiro até sua altura e em alguns detalhes.

Outro problema, causado por falta de detalhamento e especificação dos revestimentos, é a danificação dos rodapés das paredes, pois as patologias mais graves e com maior índice de ocorrência são causadas pela presença da água. Esse problema pode ser resolvido ou minimizado com a utilização de rodapés de maior altura e de materiais impermeáveis à água (Fig.5.2). O rodapé é um elementos importantes de proteção da parte inferior das paredes, sujeita à impactos e umidade causados pelo uso de rodo e vassoura, e até mesmo infiltrações (Fig. 4.7).

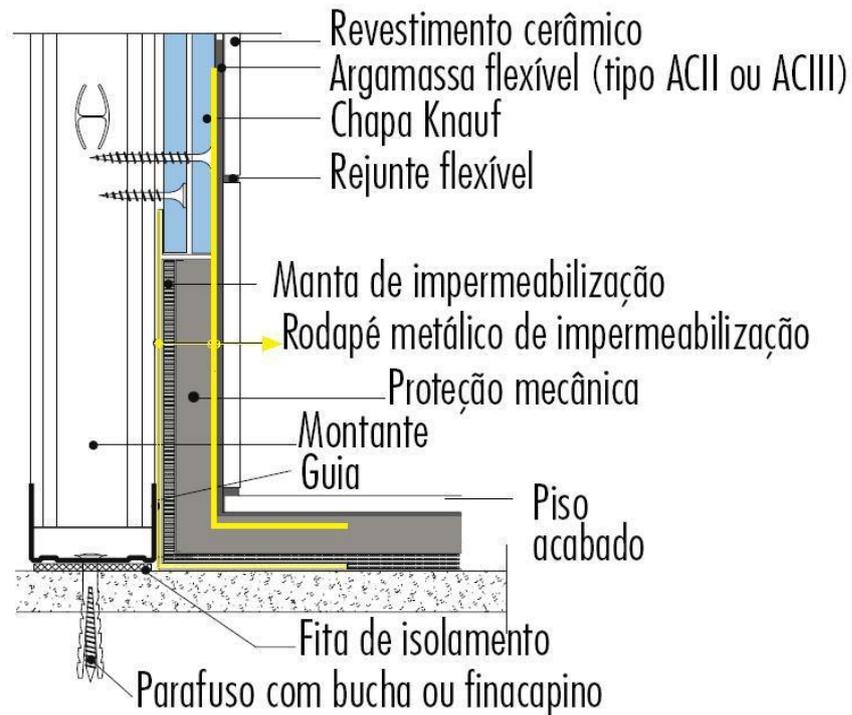


Figura 5.1 - Detalhe construtivo - rodapé de áreas molháveis.

Fonte: adaptado de KNAUF, 2010.



Figura 5.2 - Rodapé de maior altura.

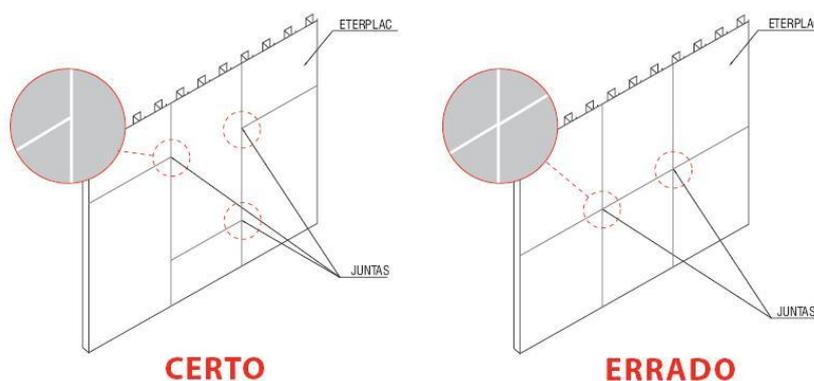
Fonte: ALTURA..., 2010.

Alguns moradores se incomodam com as trincas nas paredes na junção com o teto, no meio da parede em casas de pé-direito duplo e no próprio teto. Essas trincas são causadas pela dilatação natural da estrutura. Segundo Lima (2008), as juntas estão presentes em praticamente todos os componentes da construção a seco e nos componentes do subsistema de

fechamento. As juntas com tratamento adequado assumem um papel especial na garantia da qualidade da edificação, possuindo varias funções, dentre elas:

- acomodar dilatações térmicas;
- acomodar vibrações e movimentação da estrutura;
- promover estanqueidade ao subsistema de vedação;
- contribuir para o conforto termo-acústico da edificação;
- adequar as exigências de segurança a incêndios;
- orientação de trincas.

O uso de juntas de dilatação metálica nas quinas entre teto e parede e a criação de um afastamento como detalhe no teto, conforme apresentado no capítulo 4, pode minimizar o aparecimento das trincas junto ao teto. Já a propagação das trincas no meio das paredes de edificação com o pé direito duplo pode ser minimizada com o uso das placas desencontradas, conforme mostrado na figura 5.3, ou com o tratamento adequado para cada situação. As placas devem ser montadas preferencialmente do centro para as extremidades e de cima para baixo. As juntas das placas da face interna e da face externa não devem coincidir no mesmo montante para garantir a rigidez do conjunto (Fig. 5.4).



Figuras 5.3 - Juntas desencontradas evita a propagação das trincas.

Fonte: ETERPLAC, 2010.

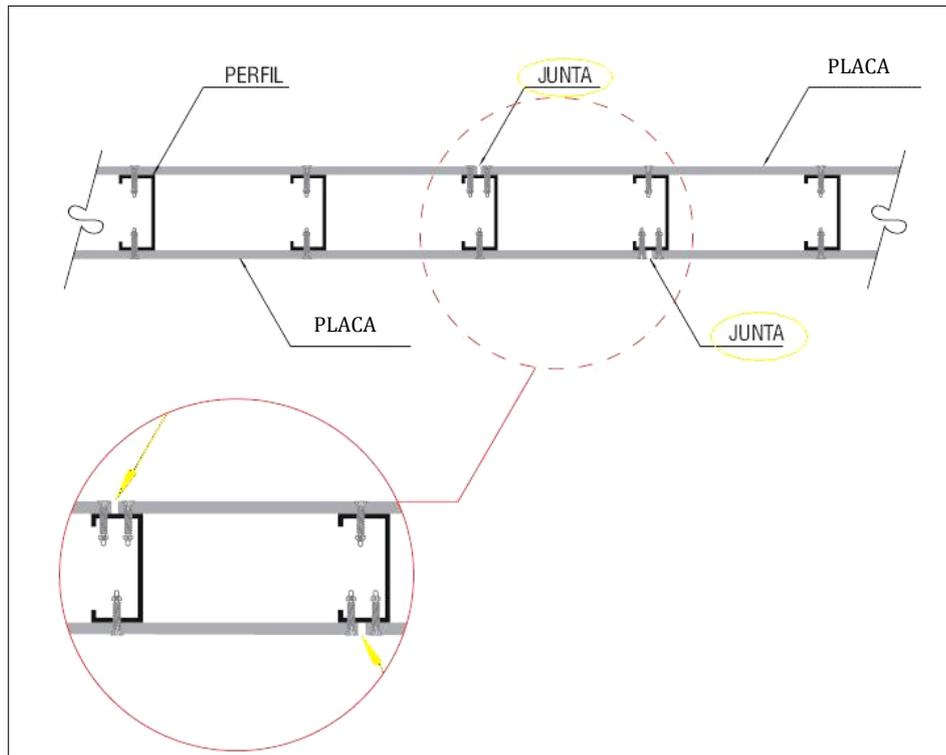


Figura 5.4 - Juntas de dilatação desencontradas.

Fonte: ETERPLAC, 2010.

Segundo a Diretriz SINAT nº 003: 2010, o tratamento dado às juntas dissimuladas ou visíveis deve ser capaz de suportar as movimentações das chapas de fechamento da edificação e outras movimentações provenientes da estrutura de perfis, sem apresentar fissuras e descolamentos que comprometam a estanqueidade dos fechamentos, principalmente das áreas molháveis, e o aspecto psicológico do usuário. No caso de juntas visíveis tratadas com selantes, recomenda-se adotar fator de forma (relação entre a largura e a profundidade do selante) ao menos de 1:1, conforme norma C920 (ASTM, 1998) (Fig.5.5).

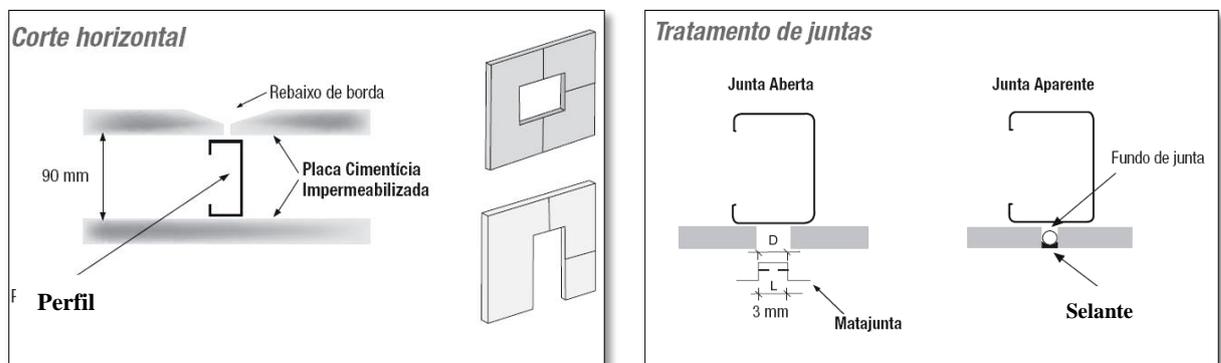


Figura 5.5 - Tratamento de Juntas.

Fonte: BRASILIT, 2010.

Alguns usuários reclamaram dos estalos que a estrutura faz à noite devido à dilatação térmica, e dizem que não sentem a estrutura balançar, mas observam a dilatação por meio de algumas fissuras encontradas em algumas partes da casa como pode ser observado nas figuras 4.4 e 4.8. Pequenas dilatações e movimentações térmicas da estrutura são comuns no sistema LSF, podendo ser minimizadas com um projeto de contraventamento adequado a cada tipo de estrutura exigido.

A forma mais comum de estabilização da estrutura em LSF é o contraventamento em “X”, que consiste em utilizar fitas de aço galvanizado fixadas na face do painel (FREITAS e CRASTO, 2006), além das próprias placas OSB contribuírem no contraventamento da estrutura. Outra forma comum de estabilização da estrutura é o uso de treliças na junção dos painéis metálicos como pode ser visto na figura 5.6. A adequada fixação do montante à guia e o uso de chumbadores nos perfis de base de forma eficiente, de modo a aumentar a estabilidade da estrutura, são pontos a serem bem estudados. Pois um contraventamento adequado pode minimizar a propagação de trincas em edificações, principalmente as com mais de 1 pavimento, ou com pé-direito duplo.



Figura 5.6 - Tipos de contraventamento.
Fonte: STEEL FRAMING GUIDE, 2009.

Em relação às reclamações quanto aos ruídos do piso do andar superior, uma solução seria o uso da laje úmida (Fig. 5.7), que apesar de onerar algumas qualidades do sistema LSF, principalmente a rapidez de execução, aumentaria a rigidez e o isolamento acústico do piso. Este sistema já está sendo adotado em algumas construções em *steel frame* como pode ser

observado na fig.4.3. Utilizando-se da laje seca a solução seria o uso de combinações de isolamento, com especial atenção para as interfaces do sistema, estudando-se cada caso, pois cada parte da casa requer um nível de isolamento acústico diferente (Fig. 5.8).

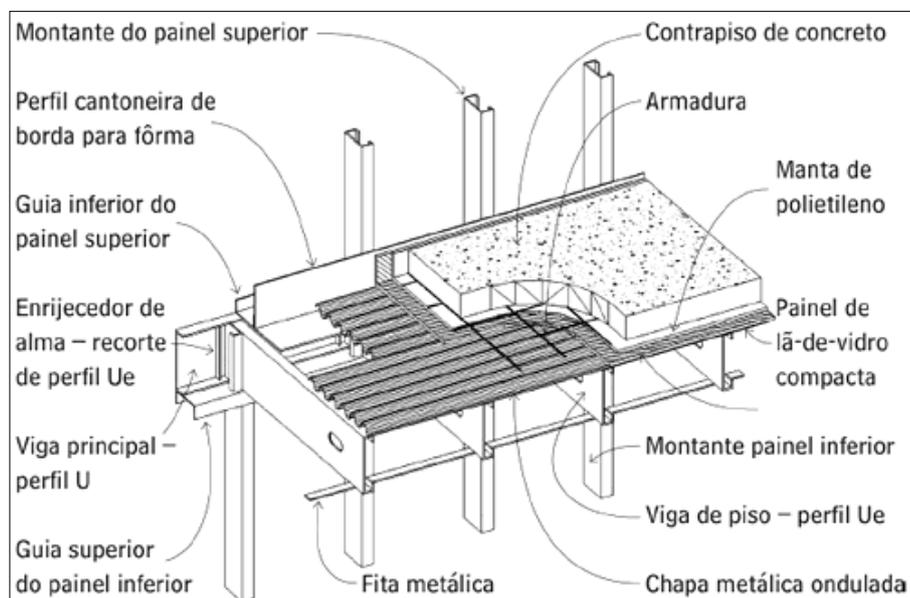


Figura 5.7 - Isolamento das interfaces.

Fonte: BEVILAQUA, 2005.

Nas construções a seco a impermeabilização e isolamento adequados nas interfaces fazem toda a diferença na eficiência dos fechamentos. O uso adequado da barreira de vapor, o isolamento adequado e o estudo das interfaces para cada tipo de clima das regiões brasileiras onde a amplitude térmica é muito grande, são primordiais para o bom desempenho do sistema LSF no Brasil. No estudo do isolamento térmico devem ser levadas em consideração as funções de cada ambiente, sua orientação solar. Algumas partes requerem especial atenção como pode ser observado nas figuras 5.8 e 5.10.

Evitando-se desta forma o aparecimento de patologias como o caso das marcas da estrutura reticulada encontradas nas paredes e teto do andar superior de umas das casas do estudo de caso 5 (capítulo 4), onde a condensação de água na superfície da estrutura, devido à grande amplitude térmica diária foi a causadora do problema.

A moradora da unidade reclamou sobre o frio e calor excessivo na parte superior de sua casa, podendo este problema estar relacionado também com a ponte térmica entre as faces internas e externas exercida pela estrutura, além de estar relacionado com o uso das telhas asfálticas

(*Shingle*) sem o devido sistema de ventilação (Fig.5.9), pois este tipo de telha tem um bom desempenho em países de clima frio.

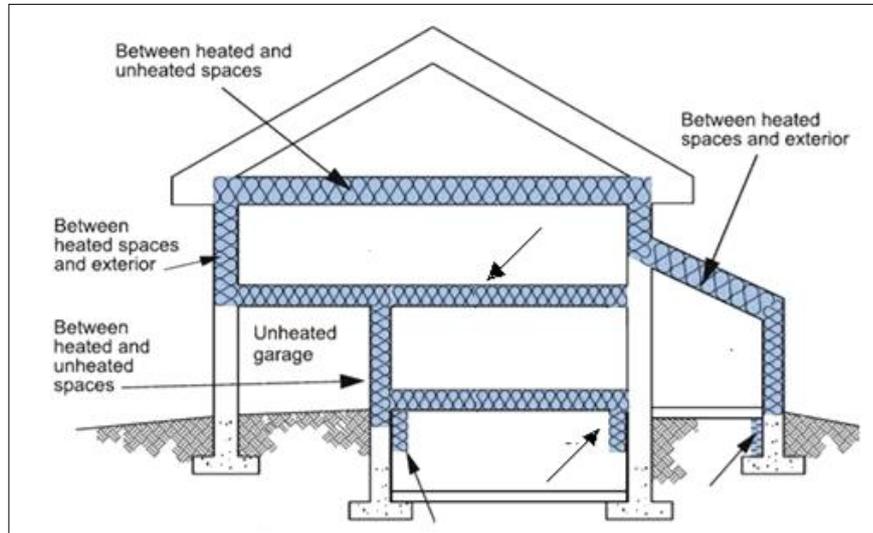


Figura 5.8 - Isolamento dos fechamentos.

Fonte: STEEL FRAMING GUIDE, 2010.

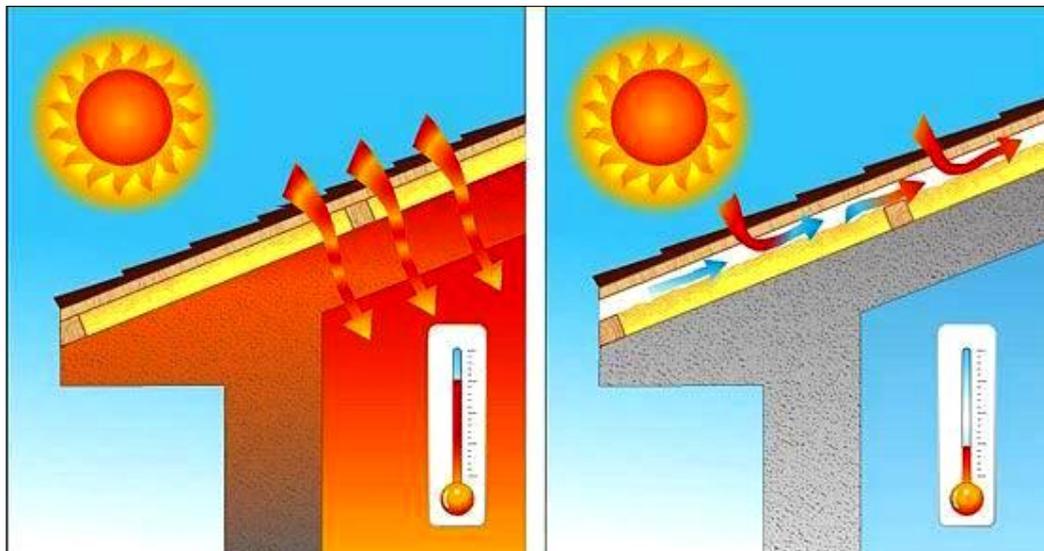


Figura 5.9 - Sistema de ventilação sob telhado utilizando telhas do tipo *Shingle*.

Fonte: TC SHINGLE DO BRASIL¹⁵, 2007 apud LIMA, 2008.

¹⁵ TC SHINGLE DO BRASIL filial da **Holding Tegola International**, um dos maiores grupos mundiais em sistemas de impermeabilização (<http://www.tcshingle.com.br>).

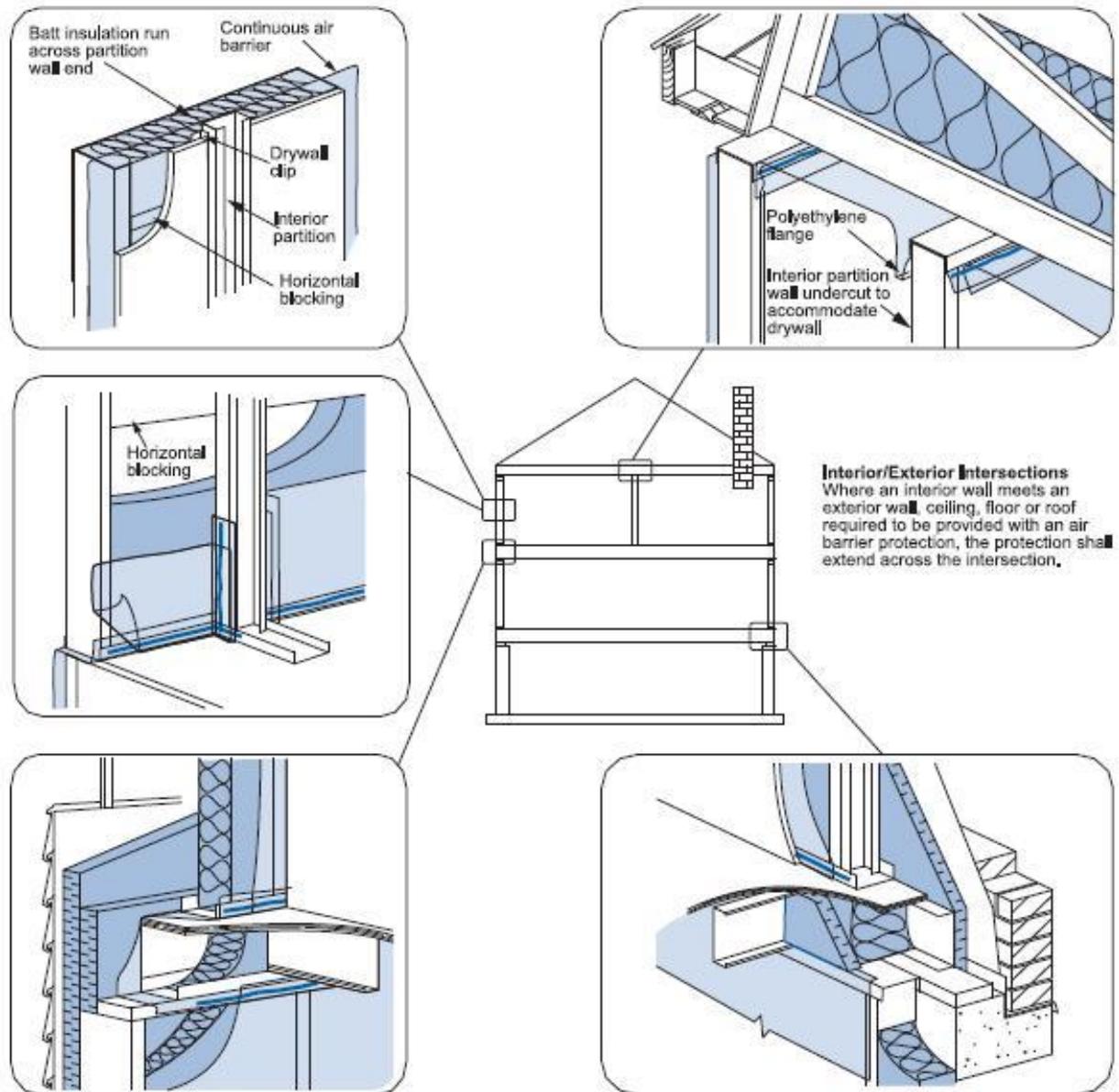


Figura 5.10 - Isolamento das interfaces.

Fonte: STEEL FRAMING GUIDE, 2009.

Observou-se também que a maioria das patologias encontradas na visita *in loco* ou relatadas pelos usuários, além de estarem relacionadas com a falta de detalhamento das interfaces dos sistemas complementares, estão relacionadas com problemas de execução desses sistemas, principalmente os sistemas hidráulicos como válvulas, ligações da caixa d'água, sistemas de coleta de água de chuva como calhas, rufos (Fig. 5.11), entre outros.

Quando esses subsistemas não funcionam de forma adequada acabam prejudicando o sistema LSF. Na figura 5.12 mostra-se o descolamento do teto ocorrido no estudo de casos 3, devido ao entupimento do cano de saída da calha que foi sub-dimensionado para o tamanho da mesma. Deve-se ter uma atenção especial para o telhado e seus subsistemas, pois a água é o inimigo número 1 dos sistemas de fechamentos internos do *steel frame*. O mínimo de infiltração pode causar sérios prejuízos às placas de gesso.

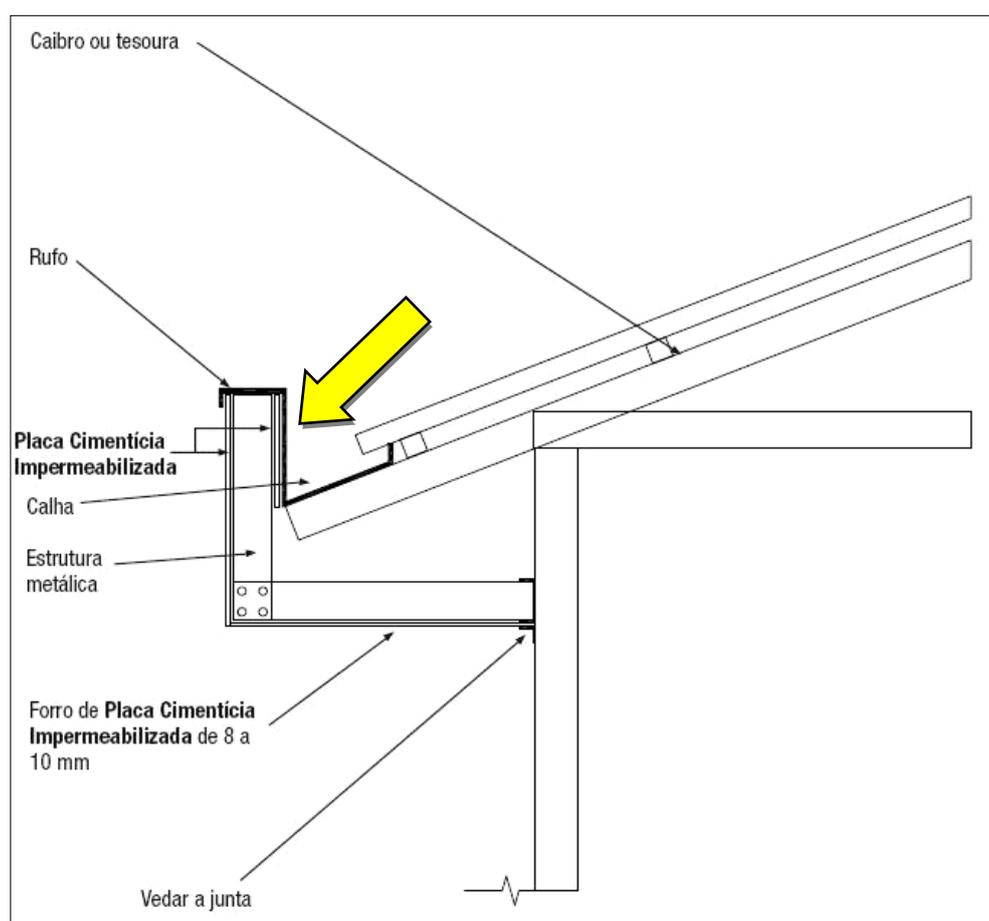


Figura 5.11 - Detalhe do sistema de coleta de água de chuva.

Fonte: BRASILIT (Guia de reforma), 2010.



Figura 5.12 - Descolamento do teto devido a problemas no sistema de coleta de água de chuva.

As patologias nas placas de gesso causam bastante incômodo aos usuários, devido ao aspecto estético desagradável, apesar dos reparos serem rápidos e fáceis de fazer. Na figura 5.13, pode-se observar o reparo das patologias encontradas no estudo de caso 3, que foi rapidamente executado pela construtora. A parte danificada da placa foi retirada e substituída por um pedaço de placa nova e dado o devido acabamento no local.



Figura 5.13 - Reparo de patologia causada por infiltração nas esquadrias.

Outra insatisfação dos usuários, como já foi dito no capítulo 4, é em relação à dificuldade de fixação de objetos pesados nas paredes, devido à necessidade de fixação nos perfis ou, dependendo do peso, colocação de suporte de carga, conforme a figura 5.14.



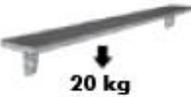
Figura 5.14 - Cargas pesadas aplicadas/ reforço com suporte metálico.

Fonte: KNAUF, 2010.

Foi observado que os usuários não sentem segurança para realizar essas instalações e ficam na dependência de profissionais especializados para esse tipo de serviço. Os próprios usuários acham que deveriam ter um treinamento prático para aprender a executar a fixação de cargas pesadas nas paredes com segurança e/ou receber um manual do usuário mais bem ilustrado. Existem hoje empresas especializadas e fabricantes de componentes que possuem manuais de instalação e uso dos seus produtos.

No quadro 5.1 pode ser observada a parte de um manual de instalação de *drywall*, onde são especificados os tipos de buchas adequadas para a instalação de objetos de acordo com o peso e o tipo de esforço. No estudo de casos 01 foi observado que as professoras não foram orientadas corretamente sobre o tipo de buchas e parafusos para a fixação de objetos nas paredes, pois, elas estavam utilizando prego comum e tachas para a fixação de objetos. Há a necessidade de maior divulgação dos materiais técnicos para uso e manutenção do sistema LSF por partes das empresas e agentes envolvidos na consolidação de novas tecnologias construtivas no Brasil.

Quadro 5.1- Fixação de cargas em paredes.

Fixação de carga	Ação na parede a ser fixado	Distância de elemento de fixação	Exemplo de elemento	Carga máxima fixador	Tipo
Em 1 ou 2 chapas de gesso	esforço de cisalhamento	rente à parede	quadros e espelhos leves		 Outras marcas  GK Fischer
			quadros e espelhos pesados		buchas de expansão*  Kwik Tog Hilti  HDF Fischer
	esforço de momento	7,5 cm	toalheiro e suporte para extintor de incêndio		Buchas basculantes
		30 cm	prateleira, suporte de vaso para flores e armário pequeno		 Toggler Bolt Hilti
Em reforço metálico	esforço de momento	30 cm	armário de cozinha e tanque com coluna		 K54 Fischer
Em reforço de madeira tratada ou suporte metálico especial		60 cm	suporte de TV, armário grande e bancada de cozinha ou de banheiro		

Fonte: KNAUF, 2010.

Há a necessidade de um estudo detalhado das paredes que receberão objetos de maior peso para projetar-se algum sistema de reforço. Uma sugestão seria a utilização de duas chapas nestas paredes, ou a utilização de uma chapa mais reforçada, como o *Masterboard®* (Fig. G5b-definição) e que estas paredes fossem identificadas no manual de uso da edificação.

Segundo a Diretriz SINAT nº 003: 2010, o proponente do sistema, o construtor, o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção do sistema, especialmente com relação:

- às interfaces entre paredes e caixilhos, parede e pisos e parede e instalações; e demais interfaces que possam comprometer o desempenho da unidade habitacional;
- às recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza com água de pinturas não laváveis, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);
- aos detalhes que garantam que a base da parede não tenha contato prolongado com a umidade do piso, considerando interfaces como: parede/calçada externa e parede/piso de áreas molhadas;
- à periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
- à periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- às técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras, limpeza.

De acordo com os resultados da pesquisa a maioria dos profissionais não recebe treinamento comprobatório, sendo treinados no dia-a-dia da obra, errando, acertando e sendo autodidatas. Esse método de aprendizagem limita a criatividade do indivíduo, fazendo-o crer que a forma de execução ensinada é a única correta, possibilitando a aprendizagem de deformações e vícios funcionais, além dos erros cometidos na obra gerarem patologias futuras onerando os usuários finais e prejudicando a imagem do sistema construtivo no país.

O ideal seria a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade nas empresas especializadas em construção a seco, de forma a se estabelecer programas de treinamentos para manter, atualizar e ampliar os conhecimentos e as habilidades dos funcionários, misturando-se o Método Conceitual e o Método Simulado e registrando-se devidamente esses treinamentos em fichas individuais de competência.

Ainda dentro do Sistema de Gestão da Qualidade, é preciso estabelecer o controle de projetos, onde todas as atividades relativas a essa fase devem ser documentadas e todas as fases de fabricação do produto baseadas por procedimentos e normas com o controle de produtos não-conformes, estabelecendo-se ações corretivas e mantendo-se os Registros da Qualidade ao longo de todo o processo de produção, inclusive as modificações feitas durante a execução, devendo esses registros serem arquivados junto ao histórico da obra retroalimentando o processo de projeto, inclusive o projeto *as built*.

A falta de um retorno aos projetistas, pelos construtores, sobre os problemas que têm sua origem nos projetos e são solucionados no canteiro de obras e não levados ao conhecimento dos projetistas, geram um ciclo vicioso que propicia a repetição de erros cometidos e a crença de que os projetos estariam suficientemente detalhados, contemplando todas as informações necessárias à boa execução da obra, o que não é necessariamente verdade. Tudo isto representa gastos financeiros, que no final quem acaba pagando, tanto pelos gastos a mais, quanto pelas patologias advindas desta má resolução, é o consumidor final.

Cresce cada vez mais no Brasil a demanda por habitações populares e o *steel frame* já se mostra uma solução tecnológica viável para atender a essa demanda, pois apresenta inúmeras vantagens por ser um sistema industrializado e racionalizado, apresentando rapidez de execução, flexibilidade de projeto, possibilitando aplicações em diversas tipologias de edifícios, aumentando a produtividade e diminuindo o desperdício de tempo e insumos, permitindo a produção em larga escala com rapidez. Sendo que hoje no Brasil a tecnologia encontra-se em um nível de desenvolvimento avançado, dependendo apenas de algumas adaptações ao clima e cultura brasileira e a implantação de um sistema de Gestão e Controle da Qualidade na fabricação e construção das unidades, principalmente para habitações de interesse social e maior apoio aos futuros usuários.

Sobre os estudos de casos analisados, conclui-se, de modo geral, que eles encontram-se em bom estado de conservação, sendo que a maioria ainda estava com a pintura original. Os usuários, mesmos nos casos onde foram encontradas patologias, estão satisfeitos com as unidades em que residem. Quase todos os problemas encontrados nos estudos de casos já foram tomados como experiência pelas construtoras para que não ocorram nas novas construções. Sendo a tecnologia relativamente nova no Brasil é esperado que ela passe por transformações e adaptações dos processos.

Algumas patologias ainda necessitam ser mais bem estudadas para se obter a melhor solução possível. As construtoras entrevistadas passam a cada ano por modernizações dos processos de fabricação e execução do sistema e subsistemas relacionados, além de adaptarem as técnicas e uso de componentes de acordo com as necessidades exigidas para a evolução do sistema no mercado brasileiro, seja na solução de patologias, ou à adaptação dos costumes culturalmente já assimilados. Existe ainda a necessidade de uma interação maior entre os agentes envolvidos com a implantação de inovações tecnológicas no Brasil e instâncias de avaliação afins, de forma que se estabeleça um norte para o setor da construção com relação à avaliação e homologação dos novos sistemas construtivos.

5.2 Conclusões

A resolução dos detalhamentos construtivos de cada obra em projeto é responsável pelo sucesso do sistema LSF. A maioria das reclamações e patologias encontradas pode ser diretamente relacionada à má resolução dos projetos de detalhamento e a falta de gestão do processo de projeto.

Outro fator importante para a aceitação e a consolidação do sistema *Light Steel Framing* é o que se chama de “tropicalização” do sistema LSF, onde há a necessidade de adequação à realidade brasileira, que tem por cultura a utilização de muita água para a realização da limpeza; o excesso de barulho.

A etapa de tropicalização encontra-se na fase dos fechamentos/interfaces, pois o partido arquitetônico já foi, em sua maioria, adaptado à arquitetura brasileira. Este fato pode ser comprovado pela utilização de acabamentos, formas e telhados, como o de telha cerâmica, tipicamente brasileira.

Desta forma a preocupação deve ser voltada para adaptação dos tipos de fechamentos, detalhamentos e interfaces que tenham um desempenho adequado ao clima e à cultura brasileira. Como exemplo, tem-se a preocupação com a utilização de acabamentos como rodapés mais altos, revestimentos impermeáveis em áreas molháveis, como banheiros e cozinhas; projetos de paredes de reforço para receberem objetos de maior carga.

As edificações estudadas foram todas pertencentes à proprietários de classe média alta e com elevado nível de instrução. Acredita-se que se a pesquisa tivesse sido realizada em habitações de interesse social, ou seja, popular, o estado de conservação e o nível das patologias encontradas poderiam maiores. Os resultados seriam diferentes por fatores como:

- nível de informação para usar e manter o sistema LFS muito menor, associado à cultura do uso excessivo de água para a limpeza e manutenção da edificação;
- acesso aos sistemas, subsistemas, materiais e acessórios para o uso e a manutenção da edificação muito menor;
- acesso mais restrito à mão de obra especializada.

De modo geral conclui-se, com os resultados obtidos neste trabalho, a observação de alguns pontos é de fundamental importância para evolução e consolidação do sistema LSF no mercado brasileiro:

- i. a retroalimentação de informações por parte do usuário que é quem vivencia o espaço, e pode fornecer respostas fidedignas em relação ao desempenho do mesmo;
- ii. a melhoria e avaliação contínua da qualidade do sistema LSF;
- iii. um processo de projeto eficiente de modo a resolver todas as especificidades e detalhes construtivos antes de ir para o canteiro, o conhecido “construir no papel”, pois a maioria das patologias encontradas pode ser diretamente relacionada à má resolução dos projetos e à falta de gestão do processo de projeto; é fundamental para o sucesso do sistema LSF;
- iv. o aumento da mão-de-obra especializada, capacitando profissionais, não apenas na execução das obras, mas também na compreensão adequada dos projetos industrializados;
- v. a maior divulgação sobre o sistema e conscientização dos usuários, para a quebra do preconceito cultural, divulgando-se as vantagens de forma a desmistificar os conceitos errôneos sobre a durabilidade, robustez, viabilidade de execução e integração com outros sistemas construtivos, para maior credibilidade e aceitação do sistema *Light Steel Framing* por parte dos usuários;
- vi. a maior disponibilidade dos componentes e subsistemas no mercado;
- vii. o maior cuidado com a execução dos sistemas complementares, principalmente os que entram em contato com água; por suas características industrializadas o *steel*

framing exige um detalhamento maior para as interfaces e especificidades de cada projeto;

- viii. a necessidade de uma nova configuração da cadeia produtiva; destacando-se a inter-relação dos setores produtivos, das instituições públicas, do meio acadêmico e do consumidor final;
- ix. a tropicalização dos sistemas de fechamentos/acabamentos/interfaces;

5.3 Sugestões para pesquisas Futuras

A pesquisa apresentada trata-se de uma investigação preliminar, onde buscou-se conhecer os usuários de edificações em *Light Steel Framing* no sentido de identificar e entender suas necessidades e dificuldades para lidarem com o uso e manutenção desse tipo de edificação. Acredita-se que este seja um caminho de pesquisa importante para o aperfeiçoamento deste sistema no mercado brasileiro e sua consequente aceitação, contribuindo para o processo de industrialização da construção civil, onde o consumidor final por meio do seu olhar, enquanto usuário possa e deva contribuir para o aprimoramento e aprofundamento das questões relativas à implantação deste novo sistema, retroalimentando todo processo de projeto e execução.

Assim, a partir desta perspectiva, é que, aqui, se propõe novas linhas de pesquisa:

- diretrizes para Implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade no processo de projeto de Edificações em *Light Steel Framing*;
- elaboração de um manual com detalhamento das principais interfaces do sistema LSF e indicação de solução para o tratamento das patologias geradas dessas interfaces;
- diretrizes para elaboração de um manual de detalhamento de projeto e especificação de materiais para as diversas situações exigidas pelo sistema LSF, de modo a aumentar o desempenho e evitar as patologias geradas ao longo da vida útil das edificações;
- avaliação Pós-Ocupação (Utilizando uma amostragem maior) de Edificações de uso não residencial feitas em LSF, retroalimentando novos tipos de empreendimentos;
- detalhamentos, acabamentos e revestimentos indicados para os fechamentos do sistema LSF de modo a atender à cultura e o clima brasileiro;
- revisão das diretrizes relativas ao sistema *Light Steel Framing* já existentes, com o aprofundamento dos estudos pós-ocupação.

REFERÊNCIAS

ABCD. Norma comentada de desempenho: NBR 15575. **Associação Brasileira do Cimento Portland**. Publicações ABCP. São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br>>. Acessado em: out. 2010.

AÇO: Construindo a Copa 2014. **Construção rápida e racional com steel framing**. CBCA-Revista Técnica, nº 160, jul 2010. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cbca-iabr.org.br/obras-em-aco-insercoes-patrocinadas-techne-edicao160.php>>. Acessado em: 20 ago. 2010.

ADESSE, Eliane; SALGADO, Mônica Santos. **Importância do coordenador do projeto na gestão da Construção**: a visão do empreendedor. **In**: Seminário Internacional de Design e Inovação - NUTAU 2006. USP, São Paulo, 2006.

ALTURA ideal do rodapé. Disponível em <<http://www.google.com.br>>. Acesso em: 12 de nov. 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS – ASTM C920/1998. *Standard Specification for Elastomeric Joints Sealants*. ASTM E 662/2009 - *Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials*.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14762: Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio** – Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6355: Perfis de aço formados a frio - Padronização** – Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT **NBR 15253: Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações - Requisitos gerais** – Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15217: Perfis de aço para sistemas de gesso acartonado- Requisitos** - Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho** – Rio de Janeiro, 2008.

BAPTISTA, Cristianne Assis de Abreu. **Metodologia para avaliação pós-ocupação em Centros municipais de educação infantil de Vitória**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2009.

BASTOS, Marilda Antonini Ribeiro. **Avaliação de Sistemas Construtivos Semi e /ou Industrializados de Edifícios de Andares Múltiplos Através da Perspectiva de seus Usuários**. Dissertação de Mestrado – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, 2004.

BASTOS, Marilda Antonini Ribeiro; SOUZA, Henor Artur de. O Usuário Versus a Cadeia Produtiva do Espaço Edificado In: IV SIBRAGEC – I ELAGEC. Porto Alegre, 2005.

BASTOS, Marilda Antonini Ribeiro; SOUZA, Henor Artur de. **Avaliação da Construção Industrializada Segundo a Visão do Usuário**. In: III Congresso Internacional da Construção Metálica – III CICOM. Ouro Preto, 2006.

BEVILAQUA, Rosana. **Estudo Comparativo do Desempenho Estrutural de Prédios Estruturados em Perfis Formados a Frio Segundo os Sistemas Aporticado e Light Steel Framing**. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 2005.

BORGES. Carlos A de M. In: **3º Seminário de Norma Técnicas: Foco nas Normas de Desempenho**. São Paulo, dez. 2008.

BRASILIT. **Guia de reformas**. São Paulo: Brasilit, 24p. mar 2010. Disponível em; <<http://www.brasilit.com.br>>. Acessado em: 14 nov. 2010.

BECHTEL, R. B. Artigo: *Positive Environmental Psychology*: CD-RW dos Anais do NUTAU, 2000.

BRECHTEL, R.B.; MARANS, R.W.; MICHELSON, W. (Eds.). *Methods in Environmental and Behavioral Research*. Nova York: Van Norstrand. 1987.

CAIXA, CBCA, IBS. **Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aços revestidos (*steel framing*): requisitos e condições mínimos para financiamento pela caixa.** São Paulo, 2002, 26p. Disponível em: <<http://webp.caixa.gov.br/urbanizacao/inovacoes/gesso.asp>>. Acesso em: 5 jul. 2010.

CAMPOS, Holdianh 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.

CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. **Referenciais tecnológicos para a construção de edifícios**, EPUSP, São Paulo, 32 p, 2007. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/464.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO DE PAULO (CDHU). **Programa QUALIHAB - Regimento de qualificação de sistemas do programa da qualidade da construção habitacional do Estado de São Paulo.** Revisão 5. Secretaria Executiva, Comitê de Projeto e Obras (CPO), 2003. 53p. Disponível em: <http://www.cdhu.sp.gov.br/aplicacoes/documentos/regimento_qualificacao.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2010.

CRASTO, Renata Cristina Moraes. – **Arquitetura e tecnologia em sistemas Construtivos industrializados: *Light Steel Framing*.** Tese (Mestrado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, 2005.

ENCONTRO de Construtoras e Fornecedores de Materiais e sistemas Construtivos. **Centro de Tecnologia de edificações**, São Paulo, 26 out. 2009. Mundo. Disponível em: <http://www.cte.com.br/site/evento_visualizar.php?idEvento=13>. Acesso em: 10 jun 2010.

ETERPLAC - **Placas cimentícias**. São Paulo: Eternit, 10p. Catálogo Técnico. Disponível em: <http://www.eternit.com.br/userfiles/Cat.%20Tec.%20Eterplac_WEB.pdf> . Acesso em 14 de nov.2010.

FARIA, Renato. **SINAT: Criado para preencher a lacuna de normas técnicas para sistemas construtivos inovadores**. TÉCNE. Disponível em <<http://www.revista.techn.com.br>>. Acesso em: set 2010.

FRANCO, L. S. **Racionalização Construtiva, Inovação Tecnológica e Pesquisas**. In: Curso de Formação em Mutirão EPUSP, São Paulo, 1996.

FREITAS, Arlene Maria Sarmanho; CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Manual de Construção em Aço: Steel Framing - Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

GARCIA, Danielly Borges Macedo; RODRIGUES, Francisco Carlos; VECCI, Marco Antônio de Mendonça. **Influência da Estrutura e Componentes Metálicos no Isolamento Sonoro das Edificações**. In: III Congresso Internacional da Construção Metálica – III CICOM. Ouro Preto, 2006.

GEROLLA, G. **Sistemas Construtivos: CDHU – Condomínio Colina das Pedras**. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br>>. Acesso em: jan. 2010.

GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada. **Coleção Habitare**, ANTAC, Porto Alegre, v.9, 72 p., 2007.

GÜNTHER, Hartmut; ROZESTRATEN, Reinier J. A. Psicologia Ambiental: Algumas Considerações sobre sua Área de Pesquisa e Ensino. Textos de Psicologia Ambiental, 2005, Nº 10. Instituto de Psicologia, Laboratórios de Psicologia Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

HOLANDA, Erika Paiva Tenório. **Novas Tecnologias Construtivas para Produção de Vedações Verticais**: Diretrizes para o treinamento da mão-de-obra. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

JARDIM, Fernanda Gomes. **Análise da Especificação de Materiais e Componentes Construtivos no Processo de Projeto de Construções Metálicas**, 2010. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

KNAUF. Sistemas *Drywall*. *Knauf*. Rio de Janeiro, 44p. out 2010. **Manual de Instalação**. Disponível em: <<http://www.knauf.com.br>>. Acesso em: 14 nov. 2010.

LIMA, André Luiz de Alcântara. **Construção de Edificações em Módulos Pré-fabricados em LSF – Light Steel Framing: Ensaio Projetual**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia da Construção, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2008.

LOTURCO, B. **Excelência atestada: Desempenho**. TÉCHNE, São Paulo, Ano 16, Ed. 136, p.50-53, 2008.

MARIUTTI, Alexandre. **Entrevista à revista Téchne sobre Industrialização Econômica**. Téchne, São Paulo: Ano 16/ Ed. 136, p. 42-48, Julho-2008.

MARIUTTI, Alexandre; NAVARO, Renato. **Arquitetos da Construtora Sequência, especialistas em Steel Frame: Entrevista cedida à Arquiteta Holdlianh Cardoso Campos**. São Paulo, 2009-2010.

MARTHA, Juliana D'Avila F. V.; SALGADO, Mônica Santos. **Contribuições da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) e da Avaliação Pós-Ocupação (APO) na Qualidade do Processo de Projeto: Um Caminho e uma Discussão**. Fortaleza: ENTAC, 2008.

MICROCOSMO Urbano. **Revista Arquitetura e Aço- CBCA**, São Paulo, Ed. 23, set. 2010.

MOSER, Gabriel. **Psicologia Ambiental: Estudos de Psicologia**. vol. 3, número 001, (Universidade René Descartes-Paris V) tradução: Adriano C. R. Costa e revisado por José Q. Pinheiro. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil, 1998, pp. 121-130.

NAKAMURA, Juliana. Tecnologia & Materiais: Arquitetura Leve – Steel Frame no Mercado Brasileiro. **Revista Arquitetura e Urbanismo - AU**, São Paulo: Ano 22, n° 156, p. 72-78, março, 2007.

NASCIMENTO, Denise Cerqueira de Souza. **Avaliação Pós-Ocupação e Pós-uso de Edificações estruturadas em aço**. Dissertação de Mestrado. Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2009.

ORNSTEIN, Sheila; ROMERO, Marcelo (colaborador). **Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído**. São Paulo: Studio Nobel, 1992.

PINHEIRO, José de Queiroz; GUNTHER, Hartmut. **Métodos de pesquisa nos estudos pessoa-ambiente**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2008.

RODRIGUES, Francisco Carlos. **Manual de Construção em Aço: *Steel Framing* - Engenharia**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

SANCHES, Iara Del'Arco; FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto para manutenção**. In: VIII Workshop Brasileiro da Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios, São Paulo, 2008.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **Arquiteto da Flasan, especialista em Steel Frame: Entrevista cedida à Arquiteta Holdlianh Cardoso Campos**. Belo Horizonte, 2010.

SANTIAGO, Alexandre Kokke; RODRIGUES, Maíra Neves; OLIVEIRA, Márcio Sequeira de. **Light Steel Framing como alternativa para a Construção de moradias populares**. In: Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, 4, 2010, São Paulo. **Anais...**São Paulo: CONSTRUMETAL 2010, 2010.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. **O Uso do Sistema *Light Steel Framing* Associado a Outros Sistemas Construtivos como Fechamento Vertical Externo Não Estrutural**. Dissertação de Mestrado – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, 2008.

SILVA, Maristela Gomes da; SILVA, Vanessa Gomes da. **Manual de Construção em Aço: Painéis de Vedação**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2003.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS. Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos. Diretriz SINAT nº003. Brasília, 2010.

STEEL FRAME GUIDE. *Steel Framing Alliance*. Disponível em <<http://www.steelfaming.org>>. Acesso em 04 nov. 2010.

STEEL FRAME, **Construtora Sequência**. Disponível em: <www.construtorasequencia.com.br> Acessado em: 05 mar. 2009.

STRAND *Systems Engineering, Inc...*, 2008. Disponível em: <http://www.strandsystems.com>. Acessado em: 05 maç. 2009.

VILA Dignidade. **Revista Arquitetura e Aço- CBCA**, São Paulo, Ed. 23, set. 2010.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 6123: 1988** - **Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 8800: 2008** - **Projeto e Execução de Estruturas de Aço em Edifícios.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 13531:1995** - **Elaboração de Projetos de Edificações – Arquitetura.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 13532: 1995** - **Elaboração de Projetos de Edificações – Atividades Técnicas – Procedimentos.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **NBR 14037:1998** - **Manual de Operação, Uso e Manutenção das Edificações.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 14432:2001** - **Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos – Procedimento.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 15253:2005** - **Perfis de Aço Formados a Frio, com Revestimento Metálico, para Painéis Reticulados em Edificações: Requisitos Gerais.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **NBR 9000:2000** - **Sistemas de gestão da qualidade - Fundamentos e vocabulário**

D'ÁVILA, Heloisa: *Por que construir (ou não) com aço*; Revista Técnica; 2003; nov; 80; ano 11; 38-44; Português.

FONTENELLE, E.C; MELHADO, S.B. As melhores Práticas de Gestão de Projeto. São Paulo: Revista Construção e Mercado, abril 2003, p.34- 42.

GOMES, Adriano Pinto. *Avaliação do Desempenho Térmico de Edificações Unifamiliares em Light Steel Framing*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em

Engenharia Civil, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Brasil, 2007, 172 p.

GRANJA Vianna..., 2008. Construtora Sequência. Disponível em: <http://www.construtorasequencia.com.br>. Acessado em: 05 març 2009.

HERMSDORFF, Mariana Martins de Carvalho; SOUZA, Henor Artur de. *A Construção Industrializada na Habitação de Interesse Social: Conhecimento e Manutenção Segundo a Visão dos Moradores*. In: III Congresso Internacional da Construção Metálica – III CICOM. Ouro Preto, 2006.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - *ISO 6241:1984 Performance Standards in building – Principles for their preparation and factors to be considere* , (Avaliação de Desempenho em Edifícios).

NASCIMENTO, Otávio Luiz do. *Manual de Construção em Aço: Alvenarias*. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2002.

PAES, José Luiz Rangel. VERÍSSIMO, Gustavo de Souza. *Introdução ao Estudo das Construções Metálicas*. Viçosa, 1998.

QUEM somos..., 2008. Escola Pólen. Disponível em: <http://www.polen.org.br>. Acessado em 10 abr 2009.

SALES, Urânia Costa; SOUZA, Henor Artur de; NEVES, Francisco de Assis das. *Mapeamento de Problemas na Construção Industrializada em aço*. Rem, Rev. Esc. Minas, Ouro Preto, v. 54, n. 4, 2001.

ANEXO A



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Ouro Preto, Março de 2010

Prezado(a) Sr(a),

Sou aluna do curso de Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP e, como requisito para obter o título de mestre, estou desenvolvendo uma pesquisa no intuito de compreender melhor o desempenho das edificações executadas em *Steel Frame* a partir do ponto de vista dos usuários e de medições técnicas a serem realizadas no local.

Gostaria de esclarecer que as informações obtidas serão mantidas em sigilo e não haverá identificação por nome caso não seja de seu agrado. Todas as informações ficarão sob responsabilidade da pesquisadora e serão utilizadas apenas para fins científicos.

A participação de vocês é totalmente voluntária. O participante terá todo o direito de esclarecer qualquer dúvida a respeito da pesquisa, sempre que julgar necessário.

Agradeço desde já a compreensão e a colaboração de vocês para que este tipo de pesquisa possa se tornar de utilidade para que novas edificações estruturadas em aço tenham sempre maior qualidade de construção e de utilização por parte dos usuários.

Atenciosamente,

Arq^a. Holdlianah Cardoso Campos

e-mail: holdlianah@hotmail.com

(31) 8318 2410

Março - 2010

ANEXO B



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia
Civil



Ouro Preto, 01 de Março de 2010

Prezados Senhores,

Servimo-nos da presente para apresentar a **Arquiteta Holdlianh Cardoso Campos**, aluna regularmente matriculada no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto, área de Construção Metálica, onde está desenvolvendo dissertação intitulada “Avaliação pós-ocupação de edificações no sistema *Light Steel Framing*”, sob a orientação do Prof. Henor Artur de Souza.

Assim, solicitamos a vossa valiosa colaboração, no sentido de autorizar a aluna a visitar as instalações, para colher informações sobre seu aspecto construtivo e utilizá-las em sua pesquisa e/ou colaborar com as respostas do questionário abaixo.

Antecipadamente gratos por toda e qualquer ajuda prestada, despedimo-nos.

Atenciosamente,

Prof. Ricardo Azoubel, D.Sc.

Coord. Do Curso

Campus Universitário – CEP: 35400-000 – Ouro Preto – MG

Home page: <http://www.em.ufop.br> – E-mail: metalica@em.ufop.br – Fones: (0xx)31
3559-1547 – Fax: (0xx31) 3559-1548

ANEXO C



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Universidade Federal de Ouro Preto
 Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil

Entrevista com usuários

1. Enumere três motivos da escolha da unidade (proprietários ou locatários responsáveis). Nos quadrados ao lado, escreva os números correspondentes aos três mais importantes motivos da sua escolha, em ordem crescente de importância:

- | | |
|---|------------------------------------|
| 1 – Qualidade de execução do edifício | |
| 2 – Rapidez da execução | 1º Motivo <input type="checkbox"/> |
| 3 – Aparência do edifício | |
| 4 – Localização do edifício | 2º Motivo <input type="checkbox"/> |
| 5 – Sistema construtivo adotado | |
| 6 – Custo financeiro menor | 3º Motivo <input type="checkbox"/> |
| 7 – Tamanho da unidade | |
| 8 – Limpeza da obra | |
| 9 – Menos impacto ambiental (sustentabilidade) | |

2. O que você acha das divisões (cômodos) da edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

3. O que você acha do tamanho dos (cômodos) da edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

4. Como é a ventilação da edificação?

() Muito Boa () Boa () Regular () Ruim () Muito Ruim

5. Como é a iluminação natural da edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

6. Como você avalia a reflexão do sol na edificação?

Muito Bom Bom Regular Ruim Muito Ruim

7. Como você avalia a acústica do interior da edificação (com relação ao barulho entre os ambientes)?

Muito Bom Bom Regular Ruim Muito Ruim

8. Como você avalia a acústica em relação ao exterior (com relação ao barulho vindo de fora)?

Muito Bom Bom Regular Ruim Muito Ruim

9. A edificação balança?

Muito Regular Pouco Nada

10. O que você acha de trabalhar/estudar aqui?

Muito Bom Bom Regular Ruim Muito Ruim

11. Com qual frequência a edificação apresenta problemas de manutenção?

Muita Média Pouca

12. Já houve problemas nas instalações? Se sim, houve dificuldade para fazer a manutenção?

Sim Não

13. Já houve problema de umidade nas paredes? _____

14. Há trincas nas paredes ou teto? _____

15. Você consegue identificar o sistema construtivo do edifício? (Pilares, vigas, laje, acabamento). Sim Não

16. Quais materiais você consegue especificar?

17. Você sente segurança na estrutura da edificação? Por quê? Sim Não

18. Como você avalia a qualidade das paredes em relação à resistência:

1. Muito resistente ()
2. Resistente ()
3. Mais ou Menos ()
4. Pouco resistente ()
5. Muito Frágil ()

19. Quais as principais atividades realizadas na edificação (durante toda semana)?

20. A edificação atende as necessidades dos usuários?

21. Você acha que a unidade garante privacidade aos usuários?

22. Já foi feita alterações na unidade? (___) Sim (___) Não

Quais _____

23. Marque com um “x” o número correspondente ao seu grau de satisfação em cada item apresentado a seguir:

(1) Baixa (2) Média (3) Alta

A – Satisfação com a qualidade da construção do edifício	(1) (2) (3)
B – Satisfação com a qualidade dos materiais do edifício	(1) (2) (3)
C – Satisfação com a aparência externa do edifício	(1) (2) (3)
D – Qualidade da junta entre as janelas e paredes externas	(1) (2) (3)
E – Qualidade da união entre parede externa e a estrutura do edifício	(1) (2) (3)
F – Qualidade entre a união da porta com as paredes internas	(1) (2) (3)
G – Qualidade da união entre paredes internas e estrutura do edifício	(1) (2) (3)
H – Infiltração nas paredes	(1) (2) (3)

I – Nível de informação sobre a construção para se usar e manter o edifício	(1) (2) (3)
J – Nível de desgaste do edifício em relação ao tempo de ocupação	(1) (2) (3)
L – Privacidade em relação ao exterior (vistas)	(1) (2) (3)
M – Privacidade em relação aos vizinhos (ruídos)	(1) (2) (3)
N – Segurança quando entra no prédio	(1) (2) (3)
O – Facilidade de distribuição dos móveis na edificação	(1) (2) (3)
P – Facilidade de manutenção da edificação	(1) (2) (3)
Q – Satisfação com a unidade como um todo	(1) (2) (3)

24. Você acha que os usuários/alunos sentem diferença dessa edificação para as convencionais de alvenaria? () Sim () Não

Se sim, você observa alguma mudança de comportamento que você relaciona ao tipo de ambiente construído? _____

25. Fale sobre os principais problemas e/ ou diferenças que você enfrenta ou enfrentou ao usar e manter a unidade? _____

26. Como você e os outros usuários sentem as paredes do prédio? (marque quantas alternativas achar necessário para caracterizar as sensações)

- Frágil ()
- Oca ()
- Não vejo diferença das convencionais (Alvenaria) ()
- Aconchegante ()
- Firme, sólida ()

27. O que você observou de diferente deste sistema construtivo para o sistema convencional de alvenaria? _____

28. Você recomendaria a compra ou aluguel de imóveis com esse sistema construtivo aos seus amigos e parentes? Por quê? _____

29. Que tipo de vantagens e desvantagens você observa no tipo de construção dessa edificação?

30. Há disponibilidade para serem entrevistados? Sim (___) Não (___)

Se há, qual horário? Manhã (_____) Tarde (_____)

31. Concluindo, gostaria de fazer algumas perguntas para melhor caracterizar os respondentes desta pesquisa:

Escola: _____ Cidade: _____

Data: _____ Tempo que trabalha na edificação: _____

Entrevistado(a): _____ *não obrigatório*

Grau de Escolaridade: () Primário () Secundário e/ou Técnico () Superior

Profissão: _____

Idade do entrevistado: (___) até 20 anos (___) entre 21 a 40 anos (___) acima de 40 anos

ANEXO D



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Universidade Federal de Ouro Preto
 Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil



Março de 2010

Entrevista com morador

1. Enumere três motivos da escolha da unidade (proprietários ou locatários responsáveis). Nos quadrados ao lado, escreva os números correspondentes aos três mais importantes motivos da sua escolha, em ordem crescente de importância:

- | | |
|--|---|
| 1 – Qualidade de execução do edifício | 1° Motivo <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> |
| 2 – Rapidez da execução | |
| 3 – Aparência do edifício | 2° Motivo <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> |
| 4 – Localização do edifício | |
| 5 – Sistema construtivo adotado | 3° Motivo <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/> |
| 6 – Custo financeiro menor | |
| 7 – Tamanho da unidade | |
| 8 – Limpeza da obra | |
| 9 – Menos impacto ambiental (sustentabilidade) | |

2. O que você acha das divisões (cômodos) da edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

3. O que você acha do tamanho dos (cômodos) da edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

4. Como é a ventilação da edificação?

() Muito Boa () Boa () Regular () Ruim () Muito Ruim

5. Como é a iluminação natural da edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

6. Como você avalia a reflexão do sol na edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

7. Como você avalia o conforto térmico da Edificação?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

Por que? _____

8. Como você avalia a acústica do interior da edificação (com relação ao barulho entre os ambientes)?

() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim

9. Qual o barulho que mais o(a) incomoda e de onde ele vem? _____

10. Como você avalia a acústica em relação ao exterior (com relação ao barulho vindo de fora)?

Muito Bom Bom Regular Ruim Muito Ruim

11. A edificação balança?

Muito Regular Pouco Nada

12. O que você acha de morar aqui?

Muito Bom Bom Regular Ruim Muito Ruim

13. Com qual frequência a edificação apresenta problemas de manutenção?

Muita Média Pouca

14. Você acha que a necessidade de manutenção desse tipo de construção em relação à construção convencional de alvenaria é:

- Muito maior ()
- Maior ()
- Igual ()
- Menor ()
- Muito menor ()

15. Em relação à facilidade de obtenção de mão de obra capacitada e/ou peças e equipamentos para modificar ou fazer reparos da casa, você está:

satisfeito pra mim é indiferente insatisfeito

16. Já houve problemas nas instalações? Sim Não

Se sim, houve dificuldade para fazer a manutenção? E qual o tipo de dificuldade houve? _____

17. Já houve a necessidade de passar novas instalações elétricas, hidráulicas ou telefônicas por dentro das paredes? Sim Não

Se sim, houve dificuldade para embutir essas instalações por dentro das paredes, ou foram passadas por fora mesmo? _____

18. Você recebeu um Manual explicativo de como deve ser feita a manutenção, ou o relatório “*as built*” da construtora para fazer reformas? Sim Não

19. Você consegue identificar o sistema construtivo da sua residência? (Pilares, vigas, laje, acabamento). Sim Não

20. Quais materiais você consegue especificar?

—

21. Já houve problemas de umidade nas paredes? () Sim () Não

22. Já houve descolamento de algum revestimento? () Sim () Não
Quais? _____

23. Já houve algum tipo de vazamento nas lajes? () Sim () Não
De _____ que
natureza? _____

24. Já houve empenamento e/ou movimentação das paredes internas? () Sim () Não

25. Existem trincas nas paredes ou teto? () Sim () Não

26. Já houve algum problema no telhado? () Sim () Não
Se _____ sim, _____ qual _____ tipo _____ de
problema? _____

27. Já houve vazamento na caixa d'água? () Sim () Não

28. Como você avalia a qualidade das paredes em relação à resistência:

- Muito resistente ()
- Resistente ()
- Mais ou Menos ()
- Pouco resistente ()
- Muito Fraca ()

29. Em relação à facilidade de fixação de objetos de grande peso nas paredes, você acha:
() Fácil () Uma certa dificuldade () Indiferente () Difícil () Muito difícil, prefiro nem fazê-lo
Por
que? _____

30. Em relação à facilidade de fixação de objetos leves nas paredes, você acha:
() Fácil () Uma certa dificuldade () Indiferente () Difícil () Muito difícil, prefiro nem fazê-lo

31. Como você e os outros usuários sentem as paredes do prédio? (marque quantas alternativas achar necessário para caracterizar as sensações)

- Frágil ()
- Oca ()
- Não vejo diferença das convencionais (Alvenaria) ()
- Aconchegante ()
- Firme, sólida ()

32. Você sente segurança na estrutura da edificação? () Sim () Não
Por quê? _____

33. Você sente segurança contra intrusão e roubo na edificação? () Sim () Não
Por quê? _____

34. Você já tinha tido contato com construções ou países com esse tipo de sistema construtivo? (___) Sim (___) Não

Se sim, isso influenciou de alguma forma a sua escolha por esse tipo de construção?

35. Quais as principais atividades da rotina na família (durante toda semana)

36. A casa atende as necessidades da sua família?

37. Já fez alterações em sua unidade? (___) Sim (___) Não
Quais?

38. Marque com um “x” o número correspondente ao seu grau de satisfação em cada item apresentado a seguir:

(1) Baixa

(2) Média

(3) Alta

A – Satisfação com a qualidade da construção do edifício	(1) (2) (3)
B – Satisfação com a qualidade dos materiais do edifício	(1) (2) (3)
C – Satisfação com a aparência externa do edifício	(1) (2) (3)
D – Qualidade da junta entre as janelas e paredes externas	(1) (2) (3)
E – Qualidade da união entre parede externa e a estrutura do edifício	(1) (2) (3)
F – Qualidade entre a união da porta com as paredes internas	(1) (2) (3)
G – Qualidade da união entre paredes internas e estrutura do edifício	(1) (2) (3)
H – Infiltração nas paredes	(1) (2) (3)
I – Nível de informação sobre a construção para se usar e manter a unidade	(1) (2) (3)
J – Nível de desgaste do edifício em relação ao tempo de ocupação	(1) (2) (3)
L – Privacidade em relação aos vizinhos (vistas)	(1) (2) (3)
M – Privacidade em relação aos vizinhos (ruídos)	(1) (2) (3)
N – Segurança quando entra na casa	(1) (2) (3)
O – Facilidade de distribuição dos móveis na edificação	(1) (2) (3)
P – Facilidade de manutenção da edificação	(1) (2) (3)
Q – Satisfação com a unidade	(1) (2) (3)

39. Que tipo de vantagens e desvantagens você observa no tipo de construção da sua casa? E o que você mudaria?

40. Você recomendaria a compra ou aluguel de casas deste sistema construtivo a amigos e parentes? Por quê?

41. Após a vivência nesta casa, que informações, como investidor e/ ou usuário, você acha importante ter para adquirir ou alugar um imóvel com este tipo de tecnologia?

42. Há disponibilidade em nos permitir fazer medições internas na edificação?
 Sim Não

43. Concluindo, gostaria de fazer algumas perguntas para melhor caracterizar os respondentes desta pesquisa:

Bairro: _____ Cidade: _____ N° casa: _____
 Município: _____ Data: _____ Tempo de
 Uso: _____

Entrevistado(a): _____ (*não obrigatório*)

Grau de Escolaridade: () Primário () Secundário e/ou Técnico () Superior

Proprietário: Locatário N° de ocupantes:

Idade do entrevistado: até 20 anos entre 21 a 40 anos acima de 40 anos

Muito obrigada pela sua colaboração neste trabalho!

ANEXO E



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil

Março de 2010.

**Entrevista com o responsável pela manutenção, limpeza ou segurança.
(Condomínio)**

1. Quantas casas existem hoje no condomínio? _____
2. Quantas casas são próprias? _____
3. Quantas casas são locadas? _____
4. Quantos moradores há no condomínio (aproximadamente)? _____
_____ crianças _____ jovens _____ adultos _____ idosos
5. Qual o número médio de ocupantes de cada casa? _____
6. Há muitas manutenções nas casas? () Sim () Não
7. Quais são as mais frequentes?

8. A mão-de-obra das manutenções é especializada? () Sim () Não
9. E como é feito o treinamento dos funcionários da manutenção?

10. As manutenções são periódicas? () Sim () Não
Se sim, qual essa periodicidade? _____
11. Como é a iluminação das áreas coletivas?
() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
12. Como é a ventilação das áreas coletivas?
() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
13. Há espaços para lazer dos moradores? () Sim () Não
14. Fizeram alteração no projeto original de alguma casa? () Sim () Não
Quais

15. Qual é o estado de conservação das construções?
() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
16. Qual é o estado de conservação dos fechamentos?
() Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
17. Há trincas?

18. Infiltrações?

19. Quais os problemas mais frequentes?

20. Você acha as casas seguras contra intrusão e roubo? (___) Sim (___) Não

Por quê? _____

21. As casas atendem as necessidades dos moradores? (___) Sim (___) Não

O que falta?

22. O que você percebeu que mudou no sistema construtivo das novas casas do condomínio em relação às mais antigas? E porque você acha que houve essa mudança? _____

23. Considerações finais que possam ajudar na melhoria do sistema: _____

24. Concluindo, gostaria de fazer algumas perguntas para melhor caracterizar os respondentes desta pesquisa:

Nome do Condomínio: _____

Data: _____ Tempo de prestação de serviços ao condomínio: _____

Tipo de serviço prestado ao condomínio: _____

Profissão: _____

Entrevistado(a): _____ (não obrigatório)

Grau de Escolaridade: () Primário () Secundário e/ou Técnico () Superior

Idade do entrevistado: (___) até 20 anos (___) entre 21 a 40 anos (___) acima de 40 anos

ANEXO F



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 Universidade Federal de Ouro Preto
 Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil



Março de 2010.

Entrevista com o síndico ou responsável pelo condomínio

1. Quantas casas existem hoje no condomínio? _____
2. Quantas casas são próprias? _____
3. Quantas casas são locadas? _____
4. Quantos moradores há no condomínio (aproximadamente)? _____
 _____ crianças _____ jovens _____ adultos _____ idosos
5. Há muitas manutenções nas casas? () Sim () Não
6. Quais são as mais frequentes?

7. A mão-de-obra das manutenções é especializada? () Sim () Não
8. Qual é o estado de conservação das edificações de modo geral?
 () Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
9. Qual é o estado de conservação dos fechamentos?
 () Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
10. Há trincas?

11. Infiltrações?

12. Como é a iluminação das áreas coletivas?
 () Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
13. Como é a ventilação das áreas coletivas?
 () Muito Bom () Bom () Regular () Ruim () Muito Ruim
14. Há espaços para lazer dos moradores?

15. Fizeram alteração no projeto original de alguma casa? () Sim () Não
 Quais

16. As casas atendem as necessidades dos moradores? () Sim () Não
 O que falta? _____

17. Concluindo, gostaria de fazer algumas perguntas para melhor caracterizar os respondentes desta pesquisa:

Nome do Condomínio: _____

Data: _____ Tempo de prestação de serviços: _____

Entrevistado (a): _____ *não obrigatório*

ANEXO G

G.1 Entrevista com os arquitetos e construtores

Foram feitas entrevistas com os arquitetos Renato Navarro e Alexandre Mariutti da Construtora Sequência, e com o arquiteto Alexandre Kokke Santiago da construtora Flasan.

Segundo o arquiteto Renato Navarro há mais de 10 anos a Construtora Sequência trabalha com o sistema *steel frame*. Do início até hoje houve algumas adaptações do sistema americano para o sistema brasileiro, sendo as principais adaptações nas esquadrias e no tipo de laje utilizada. Hoje, ao invés de ser utilizada a laje seca em OSB, típica do sistema *steel frame*, vem sendo utilizada a laje seca de painel de concreto e até mesmo a laje de concreto convencional. Nesta última é feita uma pré-laje com vigas pré-moldadas e sobre ela é colocada uma tela metálica, *inserts* para o encaixe das vigas e o concreto. “Já em relação à adaptação das janelas, nos Estados Unidos as esquadrias são mais baixas e aqui no Brasil o peitoril é mais alto e hoje o sistema *steel frame* já está bem consolidado no Brasil”, diz Mariutti (2009).

O arquiteto confirma que a cultura brasileira tem problemas com som “oco” no piso e até mesmo nas paredes, onde a frequência de impacto é menor, pois não andamos na casa batendo nas mesmas. O som “oco” do chão atrapalhava algumas vendas da construtora. A acústica das paredes e pisos depende muito do isolamento utilizado. Muitas pessoas não utilizam a lã de vidro ou a lã de rocha internamente nas paredes, então esse som “oco” que se escuta aumenta e o isolamento térmico e acústico diminui consideravelmente. Na época da pesquisa a Construtora Sequência utilizava a lã de vidro e a lã de rocha para fazer esse isolamento.

Ainda segundo o arquiteto Renato Navarro, “os problemas mais frequentes durante o processo de execução ocorrem quando a obra não foi devidamente solucionada no projeto, pois quando iniciam-se as obras no canteiro com todas as interfaces solucionadas, o processo é muito rápido, então se todos os fatores não estiverem resolvidos acaba-se onerando as etapas. Se, por exemplo, resolve-se mudar a dimensão de um quarto será bem diferente de uma construção convencional, onde no meio da execução mudam-se o tamanho dos cômodos. No *steel frame*, por ser uma construção muito rápida, e pré-fabricada, essa mudança acaba atrapalhando o processo. Existem pessoas que não conseguem visualizar a construção numa planta, só conseguem enxergar depois de quase tudo pronto e resolvem fazer mudanças. A

construtora tem o cronograma e o sistema de trabalho já programado e se no meio da execução houver modificações, dois ou três dias no sistema representa muito em relação ao processo, diferentemente da construção convencional em que um mês não é muito tempo de atraso. Para o sistema de *steel frame* é muito”.

Com relação à orientação dos futuros usuários no que diz respeito ao tipo de manutenção e possíveis reformas, o arquiteto relata que cada cliente ou morador de uma edificação recebe, ao final da obra, um manual que mostra tudo sobre a construção, onde estão os sistemas hidráulicos e elétricos, como perfurar, como pendurar um quadro, como prender um armário, como dar uma manutenção, etc. Esse manual tem tudo especificado, todas as informações que o usuário precisa saber sobre a edificação, como, tipo de material, onde comprar ou a quem procurar, quando acontecer algum problema, para tomar devidas providências ou mesmo procurar à construtora.

Sobre manutenção periódica nas edificações, às vezes ocorre da mesma forma que nas construções convencionais, onde alguns serviços são mal executados, como por exemplo, um profissional que não está em condições ideais de trabalho e não executa corretamente o serviço e isso futuramente se reverte em problemas a serem reparados. Perguntado se o problema seria então a mão de obra especializada, Navarro responde que não é na mão de obra especializada especificamente. É um problema que temos sempre na construção civil, onde não se consegue controlar item a item, se fazem testes e correções, mas muitas vezes essas anomalias não aparecem em testes, vêm a aparecer depois que a pessoa já está morando na casa. Os problemas nas instalações hidráulicas são os mais frequentes.

Segundo Navarro, a mão de obra é especializada até certo ponto, pois para arrumar ou trocar um cano o profissional tem que saber como abrir e fechar a parede, portanto tem que conhecer o sistema. Esse treinamento é feito na própria obra.

Hoje a construtora conta com o projeto Sequência que é um projeto desenvolvido pela própria construtora com o objetivo de transferir a tecnologia do sistema construtivo em *steel frame*, através de capacitação técnica de um grupo de empresas construtoras de todo o Brasil e de acompanhamento na utilização desse sistema construtivo por parte dessas empresas. São realizados cursos de capacitação técnica em sistema *steel frame* com um módulo gerencial de projeto, orçamento, custos, comercialização, seguros e financiamentos e um módulo prático de montagem e execução, onde é feito o acompanhamento das Construtoras Capacitadas e

auditorias nas obras, com verificação de todos os procedimentos e especificações do sistema construtivo, verificando sua efetiva aplicação. A missão do grupo de participantes é a difusão e consolidação do sistema construtivo em *steel frame* como alternativa para a construção civil, utilizando a experiência da Construtora Sequência e as orientações técnicas dos fabricantes de componentes desse sistema para a produção de edificações com desempenho adequado aos usuários (STEEL FRAME, 2008).

“Quanto às interfaces do sistema, todo o processo é preocupante, no sentido em que todos os subsistemas e componentes precisam ter encaixes perfeitos. As mais preocupantes são a vedação na instalação de esquadrias e a vedação junto aos perfis de aço. Para a vedação das esquadrias existem vários processos, sendo um deles a utilização de uma fita de borracha. Às vezes a vedação é feita com silicone, dependendo de cada caso. Todos os processos de montagem da casa são importantes porque a casa trabalha como um monobloco, não são cargas pontuais. Toda a casa é estruturada e trabalha como um conjunto, sendo que os perfis dos pavimentos inferiores contribuem para a estruturação dos pavimentos superiores. Desde a montagem da estrutura, do telhado, dos fechamentos, dos tratamentos de juntas, do isolamento térmico e da colocação da lã de vidro é importante que não tenham lacunas, que é por onde vai passar o som, o calor e o frio. O principal sistema de impermeabilização utilizada nas paredes é a barreira de vapor e umidade, que possibilita a secagem do isolante, evitando a formação de bolor e mofo”, diz Navarro.

Segundo o arquiteto Mariutti (2009), “há alguns anos a Construtora Sequência direcionou o foco no sistema *steel frame*, em construções, em sua maioria, no estado de São Paulo. Existem obras também na Bahia, em Manaus, Belo Horizonte, Curitiba, Caxias do Sul e até fora do país. Quando resolveu-se construir o Condomínio Jardim das Paineiras a construtora queria dar a característica de um bairro americano. Ele é denominado como *American Homes*. O tipo de telha utilizado foi o mesmo que é comumente utilizado nos EUA, a telha *Shingle* (telha asfáltica). Porém qualquer telha pode ser utilizada no sistema *Light Steel Framing*. A telha asfáltica não teve uma boa adaptação ao clima do Brasil, pois é utilizada mais em países frios, com isso houve em algumas casas problemas térmicos no último pavimento. Em relação à dilatação e movimentação da estrutura, é feito um estudo de contraventamento nas quinas, onde os painéis se encontram, para reforçar a estrutura como um todo e evitar que a mesma se movimente, provocando fissuras nos acabamentos”.

Segundo o arquiteto Alexandre Santiago (2009) “tem cinco a seis anos que a Construtora Flasan trabalha com o *steel frame*. Antes a construtora trabalhava apenas com construção a seco do tipo, forro de gesso e *drywall*. Uma das mudanças do início até hoje é que antes comprava-se perfil de terceiros, barras de 6 m, que precisavam ser cortadas dependendo da modulação e isso causava desperdício. Posteriormente foi adquirido uma perfiladeira que produzia as peças no tamanho necessário. Atualmente é utilizada uma máquina chamada *Framemaster*, que produz o perfil já no tamanho, etiqueta e faz os rebaxos entre as peças (Fig. G.1), os encaixes, agilizando a montagem. Gasta-se apenas um terço do tempo para montagem dos painéis, ficando os encaixes mais precisos. O rebaixo do parafuso (fig. G.1) é interessante para minimizar patologias, pois não cria sobressalto no plaqueamento, principalmente de placas cimentícias”.



Figura G1- Perfiladeira / Detalhes do encaixe dos parafusos/ Etiketamento do perfil.

Fonte: SANTIAGO, 2010.

Os painéis são pré-montados em fábrica e transportados para a obra, garantindo agilidade na obra e precisão na estrutura (Figs. G.2 e G.3).

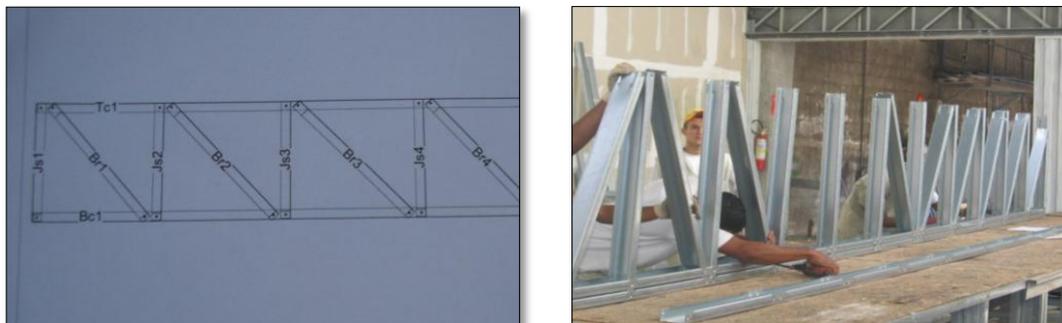


Figura G2- Projeto com perfis codificados / Montagem dos painéis em fábrica.

Fonte: SANTIAGO, 2010.



Figura G3 - Montagem dos painéis em fábrica/ Transporte de painéis montados.

Fonte: SANTIAGO, 2010

“Em relação aos problemas mais frequentes enfrentados do início até hoje, pode-se destacar, em termos de estruturas, as obras que não são feitas todas em *steel frame*, por exemplo, um complemento de uma construção existente, que tem interface com concreto. São situações que têm um potencial maior de problemas, por haver uma interface de materiais que trabalham de forma diferente. Um problema que ocorre com maior frequência é relativo ao acabamento externo da edificação, principalmente com placas cimentícias, seus derivados e até o próprio EIFS. Segundo Santiago, o EIFS (sigla em inglês para Sistema de Isolamento e Acabamento Externo) é uma alternativa de acabamento para LSF que possui aparência final semelhante aos sistemas construtivos tradicionais e com baixa ocorrência de patologias. O EIFS é bastante utilizado em construções em LSF fora do Brasil e vem ganhando espaço no país em

substituição ao uso de argamassa sobre OSB. O EIFS consiste de um sistema multicamada composto por um substrato de sustentação, isolamento térmico (EPS - Poliestireno expandido, Isopor) e revestimento especial (argamassa polimérica), podendo conter ainda uma tela de fibra de vidro para melhorar a resistência e a durabilidade do material, evitando a fissuração (Fig. G.4).

A capacidade de absorver a movimentação da estrutura é uma característica importante para fechamentos associados ao LSF. O EIFS é um sistema que possui comportamento dúctil, ou seja, quando submetido a esforços é capaz de se deformar bastante antes de romper, diferentemente do que ocorre com o reboco tradicional. “O problema deste sistema é não ser industrializado, sendo mais artesanal”, diz o arquiteto Santiago.

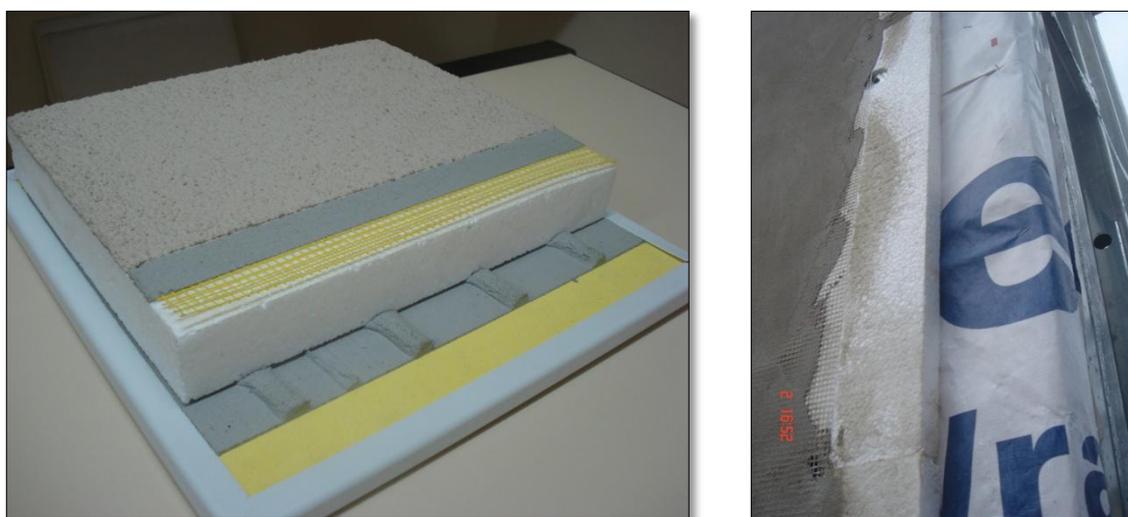


Figura G.4 - Sistema de Isolamento e Acabamento Externo – EIFS.

Fonte: SANTIAGO, 2010

Surgiu no mercado o *Masterboard*® (Fig. G.5), que é um OSB revestido em ambas as partes com a placa cimentícia. Mas, segundo Santiago (2010), a construtora teve alguns problemas de trinca na massa, com sua utilização, o que acontece com alguma frequência também com a placa cimentícia, principalmente se a execução não for muito bem feita. Portanto, a construtora quer voltar a utilizar o sistema EIFS, por ele provocar muito menos patologias, apesar de ser mais trabalhoso e detalhado. O acabamento externo das placas varia de acordo com a vontade do cliente.

A laje utilizada na Construtora Flasan é a laje seca. Em geral utiliza-se o OSB e quando precisa-se de uma tolerância menor à vibração ou resistência maior de carga utiliza-se o

Masterbord®, que é mais resistente e propaga menos o som. Para o isolamento acústico da laje e das paredes utiliza-se a lã de vidro. “As pessoas têm certa dúvida em relação ao desempenho acústico da laje-piso, mas ao começarem a utilizar a unidade observam que incomoda muito menos do que imaginavam”, diz Santiago.

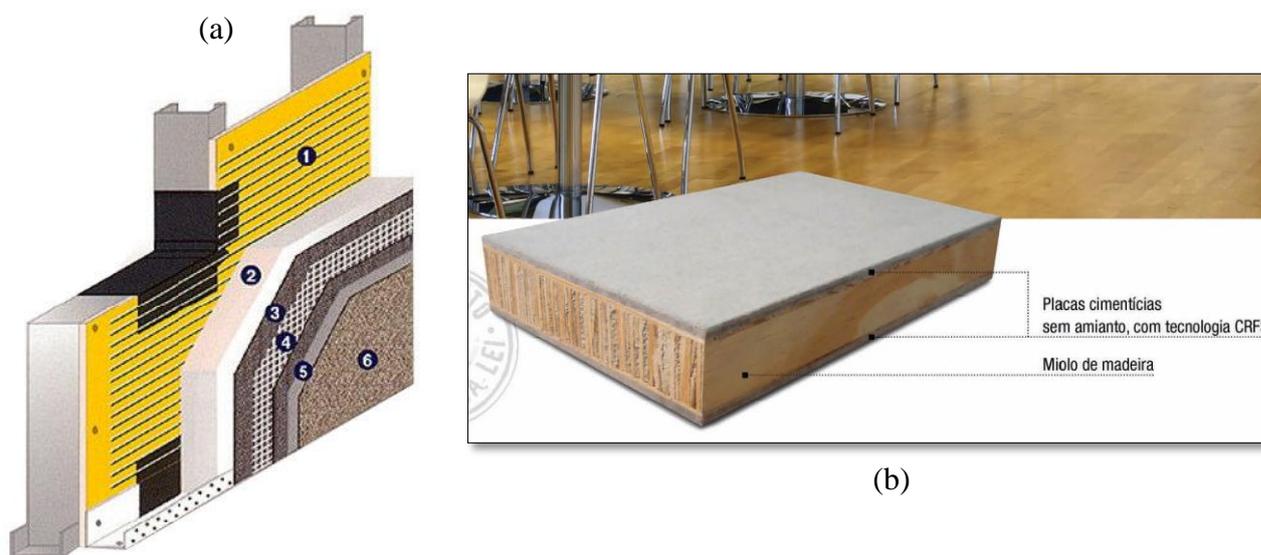


Figura G.5 – Placas de fechamento (a) Desenho esquemático de fechamento com EIFS.

1 - substrato; 2 - placa de isolamento; 3 - revestimento de base; 4 - malha de reforço; 5 - regulador de fundo; 6 - revestimento final. (b) *Masterboard®* - Placa cimentícia com miolo de OSB.

Fonte: (a) FUTURENG¹⁶, apud SANTIAGO, 2007.

(b) ETERPLAC, 2010.

Ainda com relação ao isolamento do sistema, o arquiteto diz que “é importante fazer o isolamento dos perfis, podendo ser colocada uma “banda acústica” por causa da condensação, pois os perfis são condutores e, em lugares muito frios, servem como ponte térmica. No caso do EIFS o sistema já tem o isopor isolante e uma barreira de vapor que ajuda a deixar sair a umidade, entretanto ela não elimina a variação de temperatura no perfil”.

A construtora tem o manual dos usuários, sobre manutenção em geral e sobre os tipos de bucha de fixação a serem utilizadas, dentre outros. Nele há explicações sobre como as paredes são estruturadas e que quaisquer modificações a serem feitas devem ser consultadas. Não há uma equipe de manutenção. A construtora tem uma equipe de montagem de estrutura. As equipes de plaqueamento, de gesso e de aplicação de lã de vidro são terceirizadas, mas quando há algum problema a equipe da construtora vai ao local para verificar e, às vezes, o

*¹⁶ FUTURENG- Gabinete de engenharia exclusivamente dedicado à construção de edifícios em LSF.

terceirizado entra fazendo a manutenção. Quando há problemas nas placas, elas são substituídas. As manutenções mais frequentes são relativas a problemas de vedação em telhados, aparecendo principalmente onde há o contato com água. “São observados poucos problemas de umidade junto ao piso, pois entre o perfil e a fundação é colocada uma borracha, uma banda acústica, que não deixa a umidade chegar à placa. Há, também, o cuidado de fixar as placas de modo a não encostá-las no chão. Em um condomínio, onde é muito úmido, foi colocada a fita de neoprene por fora de todos os perfis no encontro com a placa cimentícia. A mão-de-obra para a execução destes serviços não é comprovadamente especializada. Não há um programa de treinamento de mão de obra. Os montadores da construtora são treinados na própria obra, ‘aprendendo a fazer fazendo’ ” (SANTIAGO, 2010).

As duas construtoras vêm passando a cada ano por aperfeiçoamento dos processos de construção, melhorando continuamente o método de fabricação, montagem e escolha dos subsistemas a serem utilizados conjuntamente com o sistema *light steel framing*..