

O potencial sustentável dos sistemas leves na produção da habitação social

The sustainable potential of light systems in social housing production

Célia Regina Moretti Meirelles

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, São Paulo
cerellesm@gmail.com

Mario Lasar Segall

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, São Paulo
mario@sqmaquetes.com.br

Fabio Raia

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, São Paulo
raiaorama@gmail.com

Jéssica Alves Mesquita

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, São Paulo
jessica.mesquita91@hotmail.com

Henrique Ferrarini Ferreira

Universidade Presbiteriana Mackenzie-UPM, São Paulo
henrique2f@yahoo.com.br

Resumo

O trabalho faz uma análise do potencial construtivo dos sistemas leves: o Steel frame e Wood frame, na produção de habitações de baixo custo, em função da grande demanda habitacional existente no Brasil. A relevância da pesquisa frente a sustentabilidade está na discussão do sistemas de vedação, e composição das paredes nos processos leves. Nos sistemas leves as paredes são compostas, com materiais leves, renováveis, como os painéis produzidos a partir de madeira reflorestada e materiais isolantes. A pesquisa compara isolantes convencionais como a lã de rocha e fibra de vidro com materiais renováveis como, o isopor biodegradável e a fibra de coco. Para análise do potencial construtivo dos sistema em escala será apresentado a aplicação do estudo de caso, o condomínio Colina das Pedras em Bragança Paulista construído pela empresa Steel Frame do Brasil LTda. Nos últimos dez anos, foram implantados no Brasil o desenvolvimento do parque industrial voltado para a produção dos componentes do sistema, em especial do Steel frame, com a criação de manuais, formas de financiamento da tecnologia aplicada à habitação pela Caixa Econômica Federal, assim como em divulgação e treinamento de profissionais. Outros aspectos de grande relevância são a leveza da construção, a rapidez construtiva e a qualidade final da construção, que podem ser muito superior às construções convencionais em concreto e em alvenaria. O fator determinante na sustentabilidade é a minimização do uso de argamassas a base de cimento.

Palavras-chave: Sistemas leves, Sustentabilidade, Conforto.

Abstract

This work analyzes the constructive potential of lightweight systems: the steel frame and wood frame, the production of low-cost housing, due to the large existing housing demand in Brazil. The relevance of the research front the discussion of sustainability is in sealing systems, and composition of the walls in lightweight processes. In systems, lightweight walls are composed of lightweight materials such as panels and renewable produced from timber plantations, and insulating materials. The study compares conventional insulation such as rock wool and fiberglass with renewable materials such as Styrofoam and biodegradable coconut fiber. To analyze the constructive potential scale of the systems will be showed cases studies of the application of the condominium Hill of Stones in Bragança Paulista built by Steel Frame of Brazil Ltda. In the last ten years, were implanted in Brazil development of the industrial park facing the production of system components, particularly the Steel frame, with the creation of manuals, forms of financing technology applied to housing by Caixa Economica Federal, as well as in dissemination and training of professionals. Other aspects of great importance are the lightness of construction, speed and quality constructive final construction can be much higher than conventional constructions in concrete and masonry. The determining factor in sustainability is to minimize the use of cement-based mortars.

Keywords: Lightweight systems, Sustainability, Comfort.

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas construtivos leves como o Wood frame e o Steel frame, são sistemas construtivos considerados por muitos pesquisadores como sustentáveis, pois quase não produzem resíduos na construção civil, em especial os sistemas industrializados que parte de uma montagem de componentes criteriosa. O sistema steel frame tem sido muito utilizado em países como Estados Unidos, Japão e Chile na construção de casas e edifícios habitacionais de 5 andares, devido a fatores como rápida montagem, leveza, mas também devido ao seu comportamento espacial e a sua estabilidade frente a terremotos. O aço é uma “liga metálica composta basicamente de minério de ferro e carbono”, o processo siderúrgico para sua produção primária passa diversas transformações que envolvem altas temperaturas, e uma grande energia para sua produção, entretanto tem como característica de grande importância ser quase 100% reciclado. A energia gasta na reciclagem é em média 70 % menor que na produção primária. (DIAS, 1997)

Os processos construtivos aplicados as habitações sociais no Brasil apresentam falta de flexibilidade no projeto de arquitetura, uma baixa qualidade e durabilidade na construção, a falta de um conforto térmico, entre outros fatores. Para determinar um maior rigor na produção da habitação social, foi criada a norma de desempenho a NBR 15575(2012). O conceito de desempenho aplicado a habitação social integra projetos e processos construtivos, buscando construções de maior qualidade, mais duráveis, sustentáveis, eficientes, e confortáveis (BLANCO, 2010)

O grupo de pesquisa Wood for Good aponta três fatores relevantes na sustentabilidade, a flexibilidade, a transportabilidade e a reciclagem. Segundo Wood for Good (2008), “vivemos em mundo que está em constante mudança, onde a flexibilidade do ambiente construído é importante”. O projeto de arquitetura deve considerar a

flexibilidade para ampliações ou eventuais alterações e indicar elementos que possibilitem futuros reaproveitamento dos materiais ou da construção como um todo. Esses conceitos são compatíveis com processos construtivos racionais voltados para construção sustentável, em especial com processos construtivos com alto grau de industrialização e controle de qualidade como os processos leves em especial o steel frame.

O trabalho avalia os processos construtivos leves e as composições das vedações. A análise tem como ênfase os materiais dos painéis de fechamento e o conforto térmico dentro do edifício. A pesquisa discute o rebatimento das informações na produção dos edifícios de 4 a 5 pavimentos aplicados aos sistemas leves em steel frame que começam a ser produzidos no Brasil.

2. OS SISTEMAS LEVES

Os processos construtivos leves chamados “Light Steel Framing” são uma adaptação dos sistemas Americanos em madeira “wood frame” para o aço. O “wood frame” apresenta dois sistemas: O “Baloon” e o “Platform”, como pode ser observado na figura 1. No sistema plataforma as paredes são formadas por quadros estruturais, com montantes de pequena dimensão, espaçados a cada 40 cm a 60 cm, com altura de um pavimento, sendo independentes em cada pavimento, permitindo maior facilidade na pré-fabricação e na montagem em obra. O sistema Balão é o mais antigo, mas apresentava a desvantagem de ter peças da altura final da edificação, enquanto no sistema plataforma as peças tem a altura de um pavimento, facilitando a execução da estrutura assim como da fixação dos painéis de vedação. A estrutura em steel frame é composta da paredes portante, da estrutura de piso que forma uma plataforma, das travamentos e e contraventamentos e da estrutura do telhado. A figura 1 mostra uma imagem simplificada dos dois sistemas.(KRAMBECK,2006).

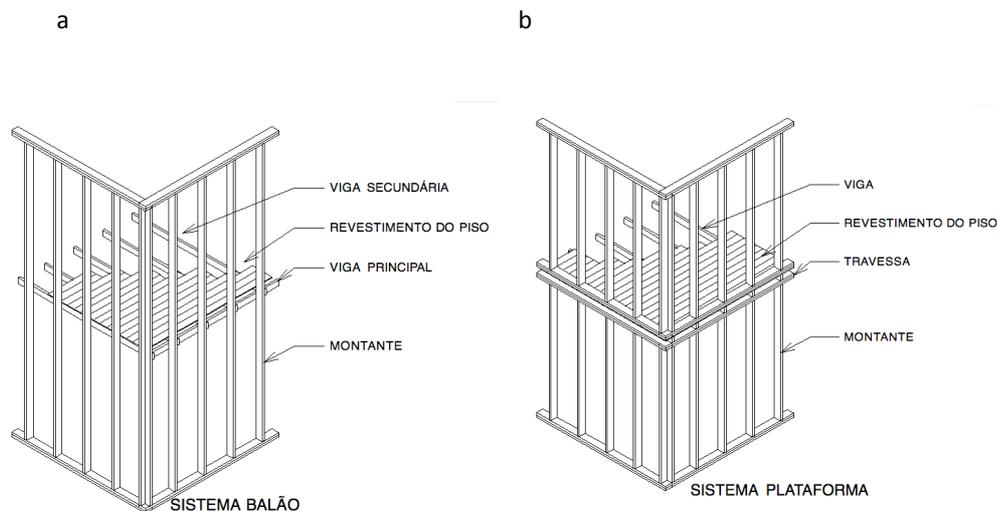


Figura 1 - a) Sistema balloon. b) sistema Plataforma.

Fonte: adaptado de KRAMBECK, 2006.

O steel frame é uma técnica que aplica os conceitos de construção industrializada, onde a construção trabalha espacialmente com paredes portantes, como em uma gaiola de passarinho, diferente dos sistemas utilizados no Brasil compostos de vigas e pilares, em concreto armado e com vedações em alvenaria.

No steel frame a estrutura se remete ao sistema plataforma e é realizada com perfis formados a frio, ou dobrados a frio, produzidos a partir de chapas finas com espessura de 0,8 mm a 1,25mm (NBR 6355, 2003). Devido à galvanização o perfil pode ser cortado ou furado sem perder sua proteção contra corrosão. Em geral os montantes são perfis em U enrijecido e as guias de base, superior e travamento em U com alturas mais usuais de 90; 140; 200; 250; 300 mm e largura 40 mm; 38 mm.

3. O CONCEITO DE DESEMPENHO

Os conceitos de desempenho aplicados ao edifício buscam uma visão integrada do projeto, buscando um projeto mais sustentável com um maior ciclo de vida na construção, economia de energia e uma construção mais durável. A incorporação dos parâmetros de desempenho vem sendo aceita por parte dos arquitetos, engenheiros pesquisadores do mundo devido ao reconhecimento do impacto que as decisões de projeto pode gerar na qualidade do

espaço construído. Os projetos que aplicam o parâmetro de desempenho incorporam conceitos como construção de ecoeficiência e sustentabilidade.

A definição mais reconhecida do conceito de desempenho foi elaborada em 1982 por Gibson (apud Borges; Sabbatini, 2008) “a abordagem de desempenho é, acima de tudo, a prática de se pensar em termos de fins e não de meios, focando nos requisitos que a construção deve atender e não a forma como esta deve ser construída”. No Brasil, os estudos referentes à Norma de Desempenho se iniciaram em 2000, com financiamento da FINEP, validando os “projetos para a criação de um sistema de avaliação” com base no conceito de desempenho da edificação, com grupos de pesquisa renomados, como o IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) e o LABEEE (Laboratório de Eficiência Energética em Edificações) da UFSC, entre outros colaboradores, resultando na publicação, em 2008, do texto da norma NBR15575 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos”. (BORGES; SABBATINI 2008). A norma recebeu revisões em 2010 e entra em vigor em 2012. Segundo Blanco (2010), a NBR 15575 divide os sistemas em termos de desempenho: estrutural; segurança contra incêndio; segurança no uso e operação; estanqueidade; desempenho térmico;

acústico; lumínico; durabilidade e manutenibilidade; conforto tátil e antropodinâmico; adequação ambiental.

3.1 Experimentos e Análise das vedações nos sistemas leves

As composições das paredes dos sistemas steel frame ou wood frame devem ser leves, além de apresentar um conforto térmico e acústico, ter um baixo índice de propagação do fogo e ser de um material de baixo impacto ambiental. Nestes sistemas o fechamento mais aplicados nos Estados Unidos, Canadá e Chile são composições com duplo painel OSB (Oriented Strand Board) e um material de isolamento térmico no meio. O painel OSB é painel de tiras de madeira orientadas, e intercaladas, produzido a partir de madeira de reflorestamento, nas dimensões 1.20 x 2.40 metros e 1.20 x 3.0 metros.

No projeto de pesquisa “Tecnologia das Construções em Madeira: adequação dos sistemas de fechamento e vedação, realizado em 2010, foi realizado um amplo estudo dos materiais aplicados aos painéis de vedação e um estudo do desempenho das paredes. Os materiais proposto no projeto de pesquisa foram a Lã de Rocha, a Lã de Vidro e o Isopor. Em função das discussões do grupo voltadas ao conceito de construção sustentável, foram analisados novos materiais em associação à composição do OSB como Terra, Argila Expandida, Bagaço de Cana, Fibra de Coco, Ar, Água, Terra misturada, entre outros. (MEIRELLES et a,2011)

As caixas utilizadas na experimentação da análise térmica dispostas no ambiente foram construídas na escala 1:10 mas com paredes na escala 1:1, composta de duplo OSB + recheio, sendo OSB (2.54 cm) + recheio de 6 cm + OSB (2.54 cm). A figura 2 ilustra o painel estudado. Os recheios Ar, Lã de Rocha, Lã de Vidro, Isopor, Terra, Argila Expandida, Bagaço de Cana, Fibra de Coco, Terra misturada, etc. Sendo toda a envoltória (paredes, piso e cobertura) com duplo OSB. Uma única caixa recebeu 1 OSB foi chamada de cobertura simples.

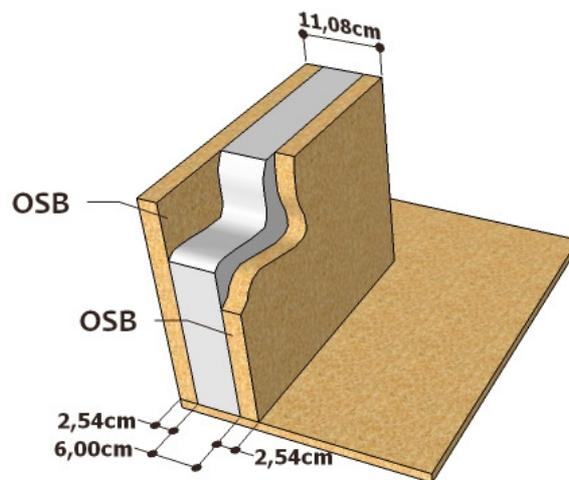


Figura 2 - Painel composto de 2 OSB e um isolante no meio. Fonte: dos autores.

Foram realizados experimentos dentro do laboratório LABCON-FAU-MACKENZIE com uma fonte interna de calor buscando avaliar o comportamento térmico de cada material de forma “isolada”, e experimento com as caixas expostas ao sol. A definição da Zona de Conforto térmico para países de clima quente, por Givoni (1992) estabelece uma temperatura aceitável figurando entre 18 e 29°C.

Em princípio, os materiais que mais se aproximaram de uma solução satisfatória para os painéis de uma Habitação de 60 M2 chamada de Habitáculo, e devem ser selecionados para novas pesquisas, foram a Lã de Vidro, a Lã de Rocha, o Bagaço de Cana e a Fibra de Coco, associados a um sanduíche de duas pranchas de OSB. Todos esses materiais demonstraram uma capacidade significativa de redução da velocidade de transmissão de temperatura, bem como diferenças mais baixas entre o início e o pico de transmissão em experimentos realizados no laboratório com fonte interna de calor.

Nas medidas experimentais com as caixas expostas ao sol, à caixa com cobertura simples com 1 OSB confirmou sua ineficácia ao apresentar valores de temperatura acima do limite máximo, sendo acompanhada pela caixa com Argila Expandida e pela caixa com paredes de duplo OSB com câmara de Ar no meio (vazia, portanto). As medidas foram

realizadas em um dia típico de verão, considerando as caixas submetidas a temperaturas externas e na pior posição de insolação. Observamos que as medidas foram realizadas com termômetro analógico, e é importante observar que as caixas representam o protótipo em escala reduzida, e não em escala real.

Dos experimentos com as caixas expostas ao sol, um dos materiais mais eficientes foi à composição de duplo OSB com recheio em Fibra de Coco, que também tem a vantagem de ser um material natural renovável e relativamente leve. A composição de duplo OSB com recheio Bagaço de Cana também demonstrou um grande potencial para reter a temperatura, sendo necessário, porém, investir no processo de produção, na retirada do açúcar e no direcionamento de resíduos não aproveitáveis gerados. A composição de duplo OSB com recheio Lã de Vidro e a Lã de Rocha apresentam um bom desempenho térmico, muito próximo à eficiência das fibras, entretanto envolvem grande gasto de energia em sua produção.

O Isopor é um dos materiais mais utilizados nas casas pré-fabricadas em madeira devido a sua leveza e baixo custo, entretanto entre outros fatores, sua decomposição na natureza é lenta e quando pega fogo se extingue quase que imediatamente, liberando gases ao meio. As pesquisas científicas têm indicado como alternativa ao isopor a Bioespuma, produzida a partir de polímeros biodegradáveis, com um novo caminho para substituir o Isopor na construção civil. (ESTEVEZ,1999).

Uma das principais características dos sistemas, Wood frame ou steel frame, é a leveza do edifício, portanto a associação de fechamentos leves mantém a relação de eficiência. O quesito massa pode ser o diferencial entre as fibras naturais, todas mais leves e com potencial de resgate de carbono. Entretanto devemos considerar que em associação com o sistema steel frame as fibras apresentam como ponto negativo sua capacidade de combustão,

portanto devem ser tratadas com proteção ao fogo ou substituídas por materiais como a lã de vidro ou lã de rocha.

4. EDIFÍCIOS DE QUATRO PAVIMENTOS EM STEEL FRAME NO BRASIL

O steel frame utiliza perfis dobrados a frio, ou formados a frio produzidos a partir de chapas finas com espessura de 0.8 mm a 1,25mm (NBR 6355, 2003) formando a ossatura portante, utiliza diversos tipos de painéis de fechamentos os externos como os painéis OSB (Oriented Standard Board), ou placas cimentícias, etc. Os internos painéis Wall, painéis de gesso, etc. painéis leves que se ajustem ao conceito imposto pela concepção estrutural de uma construção leve. Quando na vedação externa se aplica os painéis OSB derivados de madeira reflorestada, sobre o mesmo é colado mantas protetoras, que determina um alto grau de estanqueidade a edificação e uma grande durabilidade da construção. Sobre a manta, a construção recebe um revestimento final o siding vinílico ou laminas horizontais de madeira. Os painéis internos de fechamento em gesso, permitem um grande conforto térmicos além da proteção contra fogo da estrutura. O conforto térmico também é garantido pela dupla vedação e por um isolante térmico, como por exemplo lã de rocha ou a lã de vidro. O conceito do edifício é diretamente associada ao conceito de construção modular, até mesmo as medidas dos painéis são múltiplos de 60 cm com medidas de 1.20 x 2.40 e 1.20 x 3.0 metros.

Um empreendimento de grande relevância para o desenvolvimento do processo do steel frame no Brasil, é o conjunto habitacional “Colina das Pedras” construído em 2006, na cidade de Brangaça Paulista, pela empresa STEEL FRAME DO BRASIL Ltda. O conjunto é composto de 26 torres com 2 apartamentos por andar, com área privativa de 54,57m². Os apartamentos tem sala de estar, dois dormitórios, cozinha, banheiro, área de serviço. Os edifícios são servidos por escada sem elevador. O condomínio conta com uma estrutura de apoio com quadra poli-esportiva, piscina, 3 churrasqueiras e uma vaga de garagem para cada apartamento. Os apartamentos são comercializados pela empresa Conspar Empreendimentos e Participações Ltda.



Figura 3 - Conjunto habitacional Colina das Pedras finalizado. Fonte: empresa Steel frame do Brasil Ltda.

Segundo Bernardo Sondermann diretor comercial da empresa “STEEL FRAME DO BRASIL Ltda”, a técnica tem um grande potencial construtivo para ser empregado em edifícios de 4 pavimentos. Na STEEL FRAME DO BRASIL Ltda o projeto estrutural é cuidadosamente analisado e seu sistema construtivo é compatibilizado em todas as etapas. As imagens da figura 4 mostram a sequencia construtiva, fundação em radier, fixação das paredes portantes, travamento das paredes, colocação da plataforma de piso sobre estrutura da parede. Nos edifícios,

“Colina das pedras”, foi aplicada uma técnica construtiva com alto grau de industrialização pois o revestimento externo foi fixado a estrutura em uma linha de montagem e no canteiro foram utilizadas guas para transporte da estrutura das paredes e da plataforma de piso. A figura 4, mostra a estrutura da parede com vedação externa sendo transportada e mostra a fixação da parede pelos funcionários. O radier foi reforçado na posição das paredes por “vigas armadas e o piso estrutural armado com tela soldada”. (METALICA, 2006).





Figura 4 - Fases da construção do conjunto habitacional Colina das Pedras.

Fonte: Steel frame do Brasil Ltda.

A figura 4 mostra os revestimentos das paredes externas que são constituídos de painéis OSB, antes da colocação das esquadrias. Nos cantos das janelas foram cuidadosamente fixadas as mantas impermeabilizantes para proteção, e toda as envoltórias dos edifícios receberam mantas impermeabilizantes para proteger o OSB. O revestimento final são régua horizontais em “siding

vinílico” branco. As estruturas das tesouras também são em perfil dobrado a frio, e o telhado em telha cerâmica. A figura 5 apresenta a composição da parede, a estrutura em steel frame, a lã de vidro para promover uma maior capacidade térmica e acústica. A figura apresenta os fechamentos internos em gesso, as impermeabilização das áreas molhadas, e o revestimento de piso.



Figura 5 - Composição da parede e revestimento interno conjunto habitacional Colina das Pedras.

Fonte: Steel frame do Brasil Ltda

Sondermann afirma que enquanto são realizadas as fundações, a estrutura é preparada em fábrica com precisão. Nos edifícios “Colinas das Pedras”, a construção ficou pronta em 90 dias, desde a fundação até os revestimentos finais.

O processo construtivo, steel frame ainda é considerado como sistema inovador pela Caixa econômica Federal (2002), mas apresenta desde 2002 um manual com os requisitos e condições exigidos para o financiamento do sistema Steel Frame pela Caixa. O ministério da cidade, através do programa Brasileiro de qualidade e produtividade o PBQP, no sistema nacional de Avaliações Técnicas, produziu a diretriz SINAT 03 (2010) que busca discutir e analisar as exigências estabelecidas na norma de desempenho NBR 15575(2012) ao sistema Steel frame.

5. CONCLUSÃO

A pesquisa discute o potencial dos sistemas leves e das composições dos sistemas de vedação e identifica uma grande área de pesquisa nas composições dos fechamentos destes sistemas, em especial com materiais renováveis produzidos a partir das fibras naturais como a fibra do coco, ou a fibra da cana, devido a sua capacidade de fixar o CO₂ e sua capacidade como isolamento térmico.

Apesar do aço gastar uma grande energia para sua produção, o sistema construtivo steel frame é um sistema com um grande potencial de sustentabilidade pois o sistema pode ser produzido a partir de aço reciclado, apresenta qualidade e precisão construtiva determinada por um processo industrial, um tempo de montagem muito rápido, além de utilizar painéis de fechamento, o OSB, produzido a partir de materiais renováveis a madeira de reflorestamento. O isolamento térmico

e acústico é garantido com isolantes inseridos no processo de produção industrial das paredes.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais de 5 pavimentos: desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

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

_____. **NBR 6355: Perfis estruturais de aço formados a frio-padronização**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

_____. **NBR 14762**: Projeto e Execução de Estruturas de Aço em Edifícios (Método dos Estados Limites) Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

_____. **NBR 15220**: Desempenho térmico das edificações – Parte 2: Métodos de Cálculo de transmitância térmica, da capacidade Térmica, do Atraso Térmico e do fator solar dos elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

BLANCO. M. **Por que atender à Norma de Desempenho**. PINIweb, 2010. Disponível em: <<http://www.piniweb.com.br/construcao/gestao/por-que-atender-a-norma-de-desempenho-173881-1.asp>>. Acesso em: 12 nov. 2010.

BORGES, C. A. de M.; SABBATINI, F. H. **O Conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2008. Disponível em: <http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF2008/BT515_borges.pdf>. Acesso em: 12 nov.2011.

DIAS, L. A. de M. **Estruturas de Aço**: Conceitos, Técnicas e Linguagens. São Paulo: Zigurate,1997.

ESTEVES, B. **Bioespuma pode substituir Isopor**. Revista Ciência Hoje. 1999. V 25. N 146.

GIVONI, B. **Comfort, Analysis and Building design guidelines**. In: Energy and Building, v.18, pp. 11-23, jul. 1992.

HUGUES, Theodor; *et al.* **Construcción con Madera**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2007.

SANT'ANNA, S. S.; PIMENTA, C.; VIDAL, A. **Vila barulho d'água**: Um Caso de Arquitetura Sustentável. São Paulo: Editora Pró-Livros, 2005.

WOOD FOR GOOD. **Case studies**. Reino Unido, 2008. Disponível em <www.woodforgood.com/pdf/Case_Studies.pdf - Reino Unido>. Acesso em: 11 jun. 2010.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Sistema construtivo utilizando perfis estruturais formados a frio de aço revestidos, Steel Framing**: requisitos e condições mínimas para financiamento pela caixa. Brasília: CAIXA, 2002.

KRAMBECK, T. I. **Revisão de sistema construtivo em madeira de floresta plantada para habitação popular**. Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo-UFSC, Florianópolis,UFSC, 2006.

METALICA. **Steel Framing**: Habitação Popular com Perfil de Primeiro Mundo. 2006. Disponível em <<http://metalica.com.br/steel-framing-habitacao-popular-de-primeiro-mundo>> acesso em 10. Mai. 2012.

MEIRELLES, C. R. M. et al. **Tecnologia das construções em madeira**: adequação dos sistemas de fechamento e vedação. Relatório Técnico Científico. São Paulo: MACKPESQUISA, 2011.

SINAT. **Sistemas construtivos Estruturados em perfis Leves de aço conformados a frio, com fechamentos em chapas delgadas-Sistemas leves tipo "Light Steel Framing**. Brasília: SINAT, 2010.

AGRADECIMENTO

Ao MACKPESQUISA pelo apoio financeiro recebido.

A Bernardo Sondermann a empresa STEEL FRAME DO BRASIL Ltda pelas entrevistas e fotos e a Conspar Empreendimentos e Participações Ltda por permitir a vista ao empreendimento Colina das Pedras.