



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

LIGHT STEEL FRAMING APLICADO À CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: INTERAÇÃO ENTRE VEDOS VERTICAIS E ESTRUTURA

Ligia M. Aquino (1); Mércia M. S. B. Barros (2);

(1) Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: ligia.aquino@gmail.com

(2) Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: mercia.barros@poli.usp.br

RESUMO

A tecnologia construtiva do “Light Steel Framing”, embora largamente utilizada em países de clima temperado, precisa ser adequadamente desenvolvida para se tornar um sistema eficiente e vantajoso para a construção de edifícios no Brasil, notadamente aqueles voltados à habitação de interesse social (HIS), que constitui uma das maiores demandas no país. Com o objetivo de identificar as principais dificuldades encontradas no mercado da construção brasileira e estudar as possibilidades de utilização dessa tecnologia para a construção de HIS foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema, pela qual se buscou obter conhecimento sobre o processo construtivo e sua utilização em países industrializados; na sequência, foram identificados os materiais e componentes comercializados no mercado brasileiro, caracterizando-se os elementos do sistema (elementos estruturais, conectores, chapas de vedação, revestimentos, etc.); com base em normalização nacional levantou-se os requisitos de desempenho das vedações verticais, destacando-se os desempenhos estrutural, acústico, térmico e de vida útil dos componentes; finalmente, foram estudadas as soluções para as vedações verticais e sua compatibilidade com outros elementos de vedação. Em paralelo, foi desenvolvida uma casa modelo baseada em habitações de interesse social usualmente executadas por órgãos governamentais como, a Caixa, a CDHU e a COHAB. Nela foram aplicados os conceitos e a tecnologia estudados, tendo-se evidenciado algumas dificuldades de aplicação do processo construtivo, entre elas a grande dificuldade de interação das vedações com o subsistema esquadrias e o número limitado de opções de revestimento com potencial de atender adequadamente às solicitações. Estudos específicos são necessários para a elaboração de soluções que superem essas dificuldades. Além disso, foi possível identificar que a tecnologia construtiva estudada poderá vir a ser aplicada para a construção de HIS, notadamente quando houver a exigência de produção em grande escala em curto prazo.

Palavras-chave: aço; light steel framing; habitação popular.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil há grande predominância de estruturas de concreto armado e alvenaria estrutural na construção de edifícios, o que implica no uso de mão de obra em larga escala e, de modo geral, resultam em edifícios de grande massa que, usualmente, demandam fundações robustas, além de, em certos casos, resultar em importantes perdas de material. Em muitos países do exterior, ao contrário, a tendência é a utilização de processos construtivos mais leves e mais industrializados que, em consequência, têm maior potencial de ganhos de produtividade e de menor consumo de recursos, como é o caso do “Light Steel Framing”, objeto do presente artigo.

Fisicamente, a tecnologia do “Light Steel Framing” pode ser entendida como um conjunto de três elementos construtivos principais: a parede, o piso entre pavimentos (nos casos de edifícios de mais de um pavimento) e a cobertura. A integração dessas três partes garante a integridade estrutural do edifício, resistindo aos esforços solicitantes (FREITAS; CRASTO, 2006).

A estrutura da cobertura é muito parecida com a das construções tradicionais, distinguindo-se, principalmente, pela utilização de perfis de aço galvanizado no lugar da madeira. Quanto aos elementos de vedação da cobertura, são empregados, preferencialmente, componentes leves, tais como placa de madeira mineralizada ou compensada revestida com manta asfáltica, conhecida como “*shingle*”. Alternativamente, são empregadas telhas de fibrocimento ou metálicas; entretanto, dada à cultura construtiva brasileira, tem sido comum aplicações de telhas cerâmicas (FREITAS; CRASTO, 2006).

A vedação vertical é composta por uma estrutura formada de perfis metálicos de aço galvanizado, associada a elementos de fechamento. Os perfis metálicos são utilizados para constituição das guias e montantes. As guias são dispostas horizontalmente, tanto na parte superior como inferior da vedação vertical e têm como função dar suporte aos montantes devidamente espaçados na vertical. O fechamento desta estrutura pode ser feito por diferentes tipos de painéis, dentre os quais se destacam, para o fechamento exterior, o “Oriented Strand Board (OSB)” e as chapas cimentícias e, para o fechamento das vedações internas, as chapas de gesso acartonado. Esse conjunto pode ser ou isolado termo acusticamente, empregando-se mantas ou placas de material isolante, usualmente lã de vidro ou lã de rocha; para a proteção contra a ação da água empregam-se produtos específicos (JARDIM; CAMPOS, 2010).

Quando da existência de dois ou mais pavimentos, tem-se a presença da laje de piso que pode ser produzida com as denominadas tecnologias seca ou úmida. A primeira é geralmente produzida com perfis de aço galvanizado posicionados na horizontal, recobertos com componentes de fechamento, que podem ser painéis de madeira compensada ou de OSB, os quais podem ser isolados ou associados a chapas cimentícias. Tratam-se de componentes fabricados industrialmente, mecanicamente acoplados à estrutura. No segundo caso, a laje é usualmente constituída por uma chapa de aço galvanizado, dobrada no formato trapezoidal, que tem uma dupla função: ser a armadura positiva e a fôrma que receberá a camada de concreto (BRASILIT, 2008).

Dada a diversidade de componentes empregados e por serem estes muito distintos daqueles utilizados na construção tradicional, a fase de projeto torna-se extremamente importante para a qualidade da construção, uma vez que as decisões fundamentais serão tomadas nessa fase.

A modulação a ser adotada para o projeto também é fundamental: quanto mais o conjunto seguir um padrão modular, menor será o desperdício por sobras dos componentes (estrutura e fechamento), menor será o custo global da obra e mais rápido será executada, uma vez que não se perderá tempo com cortes ou soldas de perfis, ou com cortes de painéis de vedação.

A interface da vedação e da estrutura com os sistemas prediais (hidrossanitário e elétrico) é outro ponto crítico da tecnologia: um projeto detalhado dos pontos de interação dos sistemas é imprescindível para que o processo de montagem da edificação possa ocorrer sem problemas. No caso em que o edifício é multi pavimentos, tem-se, ainda, as lajes interpisos para serem compatibilizadas aos demais subsistemas, além da cobertura.

Algumas vantagens usualmente apresentadas pelos divulgadores dessa tecnologia de construção (fabricantes de perfis ou dos demais componentes) são a possibilidade de prever, com precisão, os gastos da obra ainda na fase de projeto e permitir grande rapidez na execução da obra – uma vez que se tem um canteiro de montagem e não de moldagem, como é o caso das obras que utilizam o concreto moldado no local ou mesmo a alvenaria estrutural (CONSTRUTORA SEQUÊNCIA, 2010 e STEEL FRAMING DO BRASIL, 2010). Nesse contexto, a tecnologia do “Light Steel Framing” apresenta-se como uma solução para produção de habitações de interesse social, tendo em vista que elas são constituídas, em geral, por estruturas de até quatro pavimentos e têm características de uma construção de larga escala.

É certo, portanto, que essa tecnologia tem potencial para ser um sistema construtivo competitivo no mercado; mas, para isto, é necessário: o desenvolvimento de um projeto em que a interface entre vedações verticais e os elementos estruturais estejam resolver e detalhadas; propor uma modulação adequada às condições impostas pela tecnologia; e propor soluções adequadas para a interação entre os diferentes subsistemas que compõem o edifício.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente artigo é estudar as possibilidades de utilização da tecnologia construtiva do Light Steel Framing para a construção de habitação de interesse social e identificar as principais dificuldades encontradas no mercado da construção civil brasileira..

3 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica sobre construções em Light Steel Framing, visando obter informações acerca do processo construtivo e de sua utilização em países industrializados. Em seguida, buscou-se identificar os materiais e componentes compatíveis com essa tecnologia construtiva comercializados no mercado brasileiro. Caracterizou-se os elementos do sistema, em particular, os estruturais, conectores, chapas de vedação e revestimentos. Com base na normalização nacional, foram identificados os principais requisitos de desempenho exigidos para esta edificação, destacando-se os: estrutural; acústico; térmico e de vida útil dos componentes. Finalmente, foram estudadas as soluções para as vedações verticais e sua compatibilidade com outros elementos de vedação, uma vez que, em habitações de baixo custo, esse subsistema influencia bastante a análise de viabilidade final.

Em paralelo, foi proposta uma edificação térrea unifamiliar baseada em habitações de interesse social, usualmente executadas por órgãos governamentais como, a Caixa, a CDHU e a COHAB. Nela foram aplicados os conceitos e a tecnologia estudados, tendo-se evidenciado algumas dificuldades de aplicação do processo construtivo, entre elas, a grande dificuldade de interação das vedações com o subsistema esquadrias e o número limitado de opções de revestimento com potencial de atender adequadamente às solicitações.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Caracterização dos elementos do sistema

O “Light Steel Framing”, cujos principais componentes estão ilustrados na figura 1, é uma estrutura leve composta por perfis de aço galvanizado formados a frio, pesando cerca de 150kg/m² (BURSTRAND, 2001). Diferente das estruturas de aço convencionais, não necessita de equipamentos especiais para montagem ou transporte, podendo este ser feito manualmente por dois operários.

Além disso, pela sua leveza, a tecnologia é muito interessante de ser empregada quando o solo da região que receberá a construção tem baixa capacidade de carga ou quando há necessidade de ampliar uma edificação existente, sem que haja aumento significativo da carga para a fundação já existente.

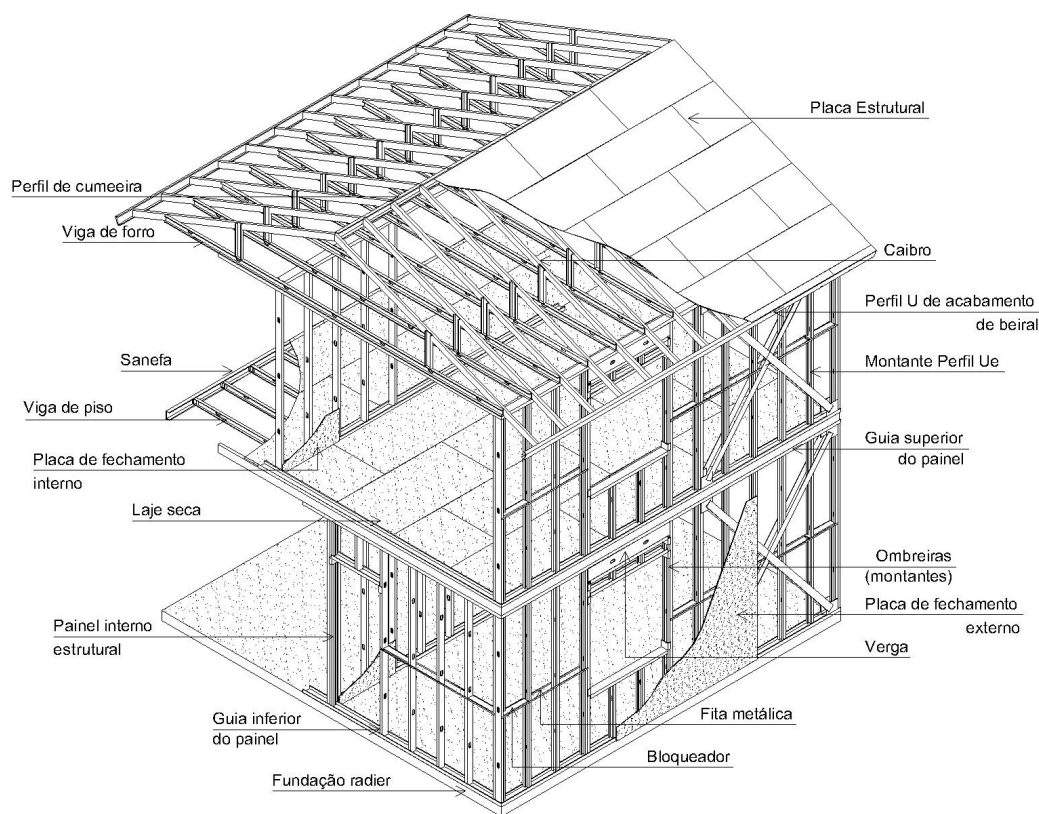


Figura 1 – Esquema de uma residência unifamiliar de dois pavimentos empregando a tecnologia do “Light Steel Framing” (Fonte: FREITAS; CRASTO, 2006)

Por ser uma estrutura de aço, ela suporta altos carregamentos e possibilita flexibilidade de projeto. Além disso, grande parte da produção de perfis de aço provém da reciclagem de outros elementos metálicos, fazendo com que a construção seja, sob vários pontos de vista, sustentável (LSK, 2005).

Na tecnologia construtiva estudada, os principais conectores são os parafusos autobrochantes ou autoatarraxantes, compostos de aço-carbono com tratamento específico para evitar corrosão e manter características similares à da estrutura galvanizada (CRASTO, 2005).

A montagem da estrutura pode ocorrer totalmente no canteiro de obras ou parcialmente em fábrica com posterior montagem final no canteiro.

Para formar o subsistema vedação vertical, aos perfis metálicos são acoplados os painéis de fechamento. Esse subsistema é muito importante pela interface que tem com outros subsistemas e também porque determina o ritmo da construção, estando no seu caminho crítico. Por isso, está diretamente relacionado com o potencial de racionalização da construção e com a presença de problemas patológicos, principalmente aqueles provenientes de interfaces mal resolvidas (SILVA, SILVA; 2004).

Como anteriormente destacado, os principais painéis empregados são de gesso acartonado, de OSB ou cimentícios, os quais são comercializados em diversas espessuras e comprimento e largura padronizada.

As placas de gesso acartonado têm a vantagem de ser um componente cujo método construtivo já está consolidado na prática construtiva brasileira. São comercializados três tipos - comum (ST), resistente ao fogo (RF) e resistente à umidade (RU). A finalidade e a localização da vedação determinam o tipo a ser empregado. Sua utilização está restrita ao interior da edificação uma vez que todas as placas são suscetíveis à ação intensa da água. Possuem resistência ao fogo adequada às condições de utilização em habitação. Há ainda a possibilidade de utilização de chapas duplas e triplas, com ou sem isolantes,

dependendo do desempenho desejado.

As placas de OSB são produzidas a partir de toras de madeira de baixo custo, em grande escala e com grande aproveitamento da matéria-prima, o que determina seu custo competitivo no mercado (ALBUQUERQUE; MENDES, 2008). Por ter grande resistência mecânica e rigidez pode funcionar como contraventamento para esforços horizontais. É possível utilizá-la tanto para fechamentos horizontais quanto para verticais, internos como externos.

As placas cimentícias são compostas por uma mistura homogênea de cimento Portland e agregados naturais de celulose, reforçados com fios sintéticos de polipropileno (BRASILIT, 2008). Possuem grande resistência à umidade, podendo ser utilizadas tanto interna quanto externamente, fazendo com que, muitas vezes substituam as placas de gesso acartonado, principalmente em áreas molhadas. No entanto, devido às suas características intrínsecas de deformação higroscópica, deve-se projetar adequadamente as juntas entre placas, para que sejam evitadas patologias na edificação.

Quanto aos revestimentos, notadamente para os de uso exterior (fachadas), há poucas soluções disponíveis no mercado brasileiro, desenvolvidas especificamente para essa tecnologia. . O “siding” vinílico é a opção que mais se adequa ao tipo de técnica construtiva estudada, uma vez que pode ser colocado em apenas uma única etapa, totalmente seca. É um revestimento de fachada composto de placas paralelas de PVC, cuja manutenção é simples, podendo ser limpo com água e sabão e receber pintura (WALLREVEST, 2010). Porém, seu custo inicial é relativamente alto e, apesar de sua aparência ser semelhante à da madeira, pode apresentar dificuldades culturais de aceitação.

Outra técnica que tem sido empregada para revestimentos externos é a argamassa de base polimérica, especialmente desenvolvida para ser aplicada sobre placas de OSB ou cimentícias. Essa solução é mais parecida com as soluções tradicionais da construção civil brasileira, mas apresenta o inconveniente de envolver um processo mais artesanal de produção, exigindo, inclusive, um período de cura do revestimento. De acordo com o fabricante da argamassa, essa solução garante a durabilidade da estrutura, desde que executada corretamente; porém, não há estudos que comprovem o seu desempenho ao longo da vida útil da edificação.

Como proteção contra a umidade, utiliza-se principalmente uma manta não tecida composta de fibras de polietileno de alta densidade conhecida no mercado como Tyvek, marca registrada da DuPont. Ela é permeável ao vapor e ao ar; porém, não permite a passagem da água. Apresenta alta resistência a rasgos e furos e bom comportamento ao fogo, pois, quando entra em contato com o fogo, extingue-se sem que haja a propagação do incêndio.

4.2 Requisitos de desempenho

A escolha das tecnologias construtivas devem sempre atender aos requisitos de desempenho previamente estabelecidos para a edificação, considerando-se as exigências dos usuários e as condições de exposição. Nesse caso, como o estudo está voltado para habitações de interesse social (HIS), tomou-se como parâmetro os requisitos mínimos de desempenho sugeridos na norma de desempenho para edificações habitacionais de até cinco pavimentos – ABNT NBR 15575 (2008).

Nas construções em Light Steel Framing, é necessário travar a estrutura para resistir a esforços devidos a cargas horizontais, cujas principais, no Brasil, são as cargas de vento. Sem esses travamentos, a estrutura apresentaria deslocamentos demasiadamente grandes, impedindo seu adequado funcionamento, diminuindo sua vida útil ou até impossibilitando seu uso. O vão máximo convencional desse tipo de estrutura é de 5m. É possível conseguir vãos maiores, mas o custo dos perfis aumenta significativamente, tornando a estrutura anti-econômica.

Os desempenhos térmico e acústico proporcionados pelo uso dessa tecnologia estão intimamente relacionados, pois ambos dependem fundamentalmente dos materiais e componentes empregados na vedação vertical, incluindo-se as mantas ou painéis de fibra de vidro ou lã de rocha posicionados entre os painéis de fechamento. Dependem, ainda, da ausência de pontes de ligação (pontes térmicas ou acústicas).

Empregando-se corretamente os isolantes térmicos e acústico, é possível obter uma vedação com desempenho equivalente e, em certos casos, superior ao de tecnologias tradicionais que empregam, por

exemplo, blocos cerâmicos e de concreto ou mesmo paredes maciças moldadas no local com espessura superior. Segundo Burstrand (2001), com o uso do Light Steel Framing é possível ganhar uma área de 5 a 10% em relação às demais tecnologias.

Além dos fatores já citados, para o adequado desempenho é necessário que o projeto dos detalhes construtivos e sua execução sejam bem feitos. Vale lembrar que desempenho inadequado, causado por um projeto mal resolvido, é muito caro e difícil de reparar permanentemente, como é o caso, por exemplo, da variação térmica no interior do edifício causada por sua orientação equivocada em relação ao norte.

A vida útil da edificação está diretamente relacionada com os materiais e componentes utilizados, condições de exposição, clima local, grau de manutenção, etc. No caso de uma nova construção, é possível prever a vida útil do edifício pré-estabelecendo alguns requisitos de manutenibilidade, enquanto um desempenho mínimo deve ser assegurado pelos incorporadores e construtores, com a finalidade de proteger o bem material do usuário. A ABNT NBR 15575 estabelece vida útil mínima de projeto a ser adotada (tabela 1).

Tabela 1 – Vida útil de projeto mínima para diferentes subsistemas do edifício (Fonte: ABNT, 2008)

SISTEMA	VIDA ÚTIL DE PROJETO MÍNIMA (ANOS)
Estrutura	≥ 40
Pisos internos	≥ 13
Vedação vertical externa	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Cobertura	≥ 20
Hidrossanitário	≥ 20

Para que a vida útil estabelecida pela norma possa ser alcançada, é importante que os requisitos de desempenho que afetam a durabilidade sejam garantidos, como é o caso da estanqueidade ao ar e, principalmente, à água. Para garantir uma boa estanqueidade, é preciso detalhes específicos, tanto no tipo de componente a ser utilizado, quanto nas juntas e interfaces. No caso da estanqueidade à água, o tipo de revestimento externo influencia diretamente no desempenho do conjunto. Quando o revestimento é composto por *siding vinílico*, utiliza-se a membrana de fibras de polietileno de alta densidade, mencionada anteriormente, entre as placas de fechamento externo e o revestimento. Nesse caso, é necessário sobrepor as régua no seu encontro e deixar folgas entre elas permitindo sua dilatação e contração. No entanto, quando se utiliza o revestimento de argamassa, não há recomendação de emprego da manta de polietileno. Nesse caso, conforme o manual técnico disponível no site do fabricante (QUIMICRYL, 2010), deve ser feito um tratamento de juntas entre as placas de vedação, pelo lado externo e, em seguida, deve-se aplicar a argamassa polimérica diretamente sobre as placas. O fabricante recomenda, ainda, que caso as placas externas sejam cimentícias, deve-se inserir uma tela de fibra de vidro resistente a álcalis entre duas demãos da argamassa. Um cuidado especial que é tomado para evitar o aparecimento de fissuras, pois, caso isso aconteça, o sistema deixará de ser estanque. Como anteriormente destacado, não foi possível obter dados de avaliação de desempenho acerca dessa tecnologia de produção de revestimento, não sendo possível precisar a sua durabilidade.

4.3 Elaboração do projeto

Uma casa modelo foi concebida para aplicação dos conceitos e tecnologia estudados. Tomou-se como base os projetos encontrados nos manuais da CDHU (CDHU, 1997; CDHU, 1998) e da ABCP

(ABCP, 2002). As premissas básicas de projeto priorizadas abrangem: a industrialização e a racionalização da construção, de forma a reduzir os custos; a preservação da qualidade dos espaços, que devem ter um adequado conforto ambiental; e a coordenação modular da construção. Além disso, foi adotado o mobiliário padrão do manual da CDHU (1998).

Como se trata de uma residência unifamiliar térrea destinada à habitação de interesse social, a área construída é mínima e possui possibilidade de crescimento. A casa básica é composta por dois quartos, um banheiro, uma cozinha e uma sala, além de uma área de serviço localizada no exterior da construção (figuras 2 a 4). A casa expandida é composta por até quatro quartos, cozinha, banheiro e sala (figura 5). Há ainda a possibilidade de geminação da casa; porém, o inconveniente dessa opção é que a casa ampliada fica com apenas três dormitórios, uma vez que não é possível suprimir a janela de um dos dormitórios.

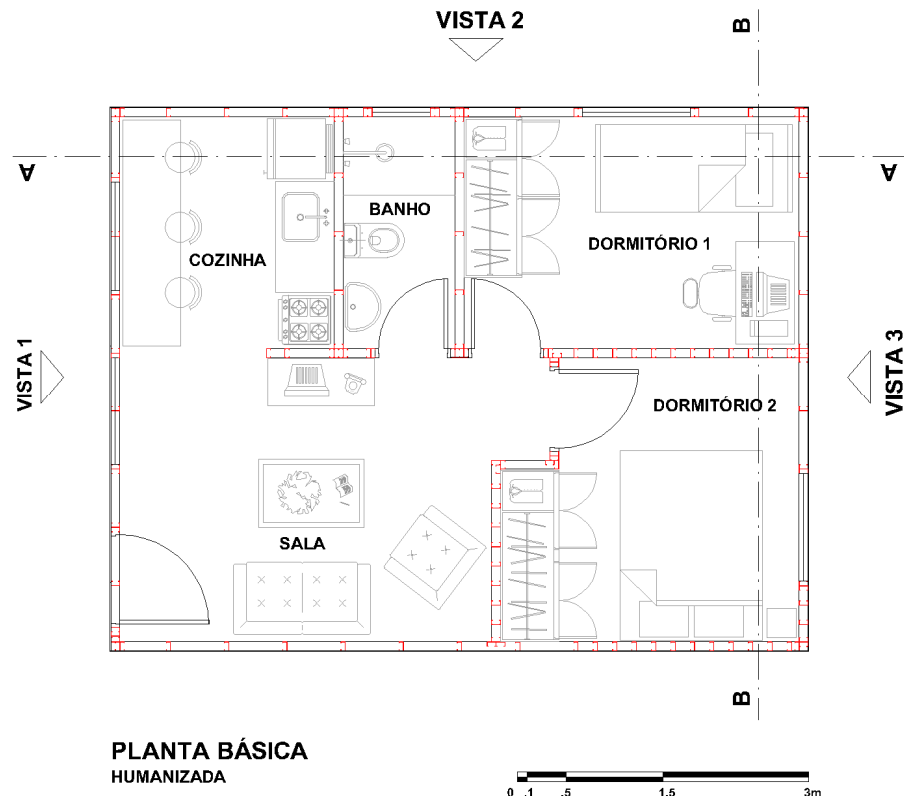


Figura 2 – Planta básica da unidade habitacional desenvolvida

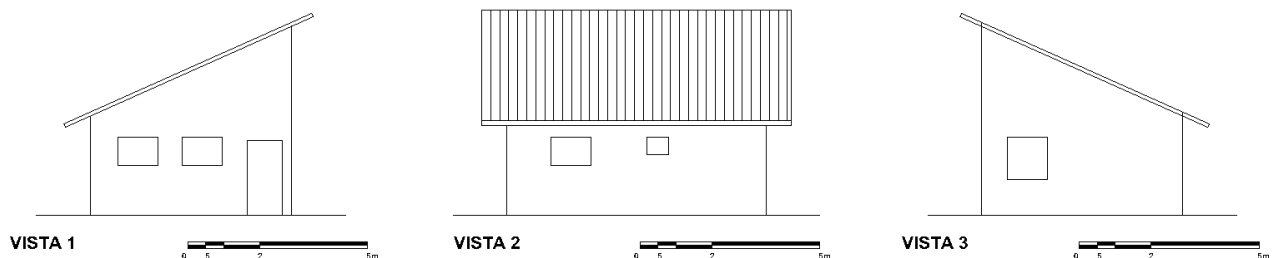


Figura 3 – Vistas 1, 2 e 3 da unidade habitacional desenvolvida

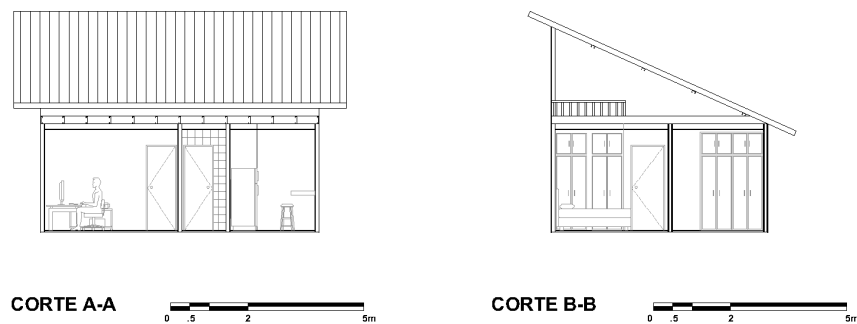


Figura 4 – Cortes A-A e B-B da unidade habitacional desenvolvida

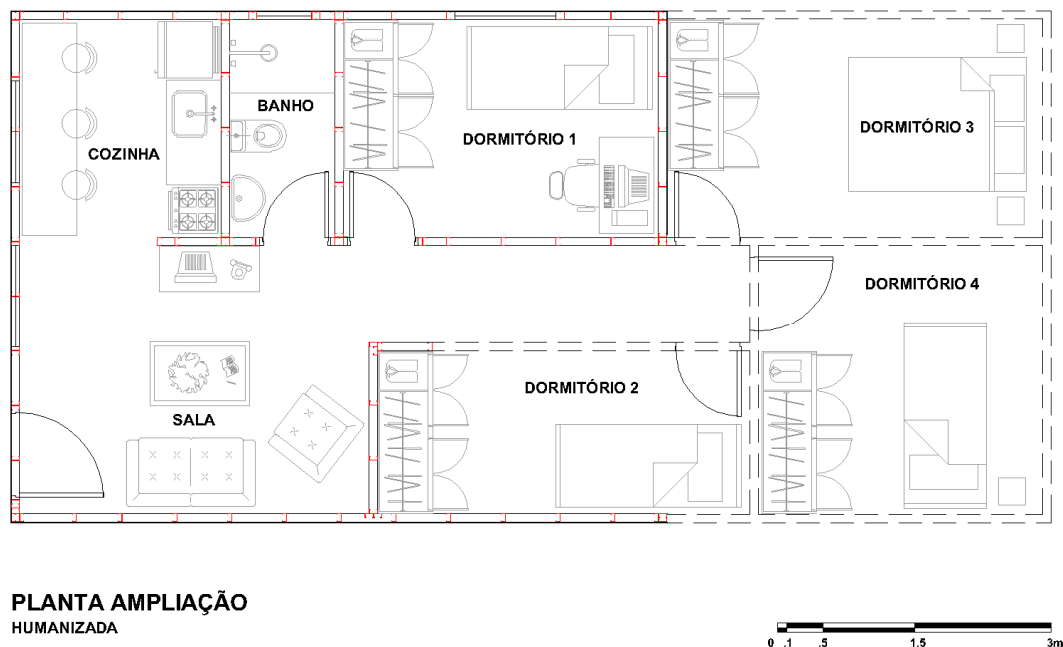


Figura 5 – Planta de ampliação da unidade habitacional desenvolvida

Para o fechamento vertical foram adotadas placas cimentícias no exterior e nas áreas molhadas internas, e placas de gesso acartonado no restante. Utilizou-se ainda a solução do revestimento externo de argamassa, tanto pelo seu menor custo, quanto por seu valor cultural, ainda que pese a dúvida quanto à durabilidade.

Para a cobertura empregou-se estrutura de aço com cobertura de telha cerâmica. Esse tipo de telha foi adotado principalmente por importância cultural, sendo necessário um estudo mais aprofundado das diferentes soluções de cobertura e seus respectivos custos e desempenhos. A caixa d'água, outro elemento que interfere diretamente na solução da cobertura, foi colocada acima das telhas e sustentada pela continuação dos montantes de um dos dormitórios, espaçados a cada 20cm devido ao aumento de carga na região.

No restante da edificação, optou-se pela modulação dos montantes a cada 60cm, permitindo assim que as juntas das placas externas ocorressem a cada dois ou quatro montantes, tendo em vista que tais placas possuem dimensões de 1,20 x 2,40m x espessura. Porém, a espessura da parede não faz parte da

modulação. Como consequência, é preciso escolher uma das faces da parede – externa ou interna – para fazer parte da modulação, ficando a outra face fora da malha modular. Na casa modelo foi escolhido o exterior da edificação, uma vez que a produção de cortes é dificultada para as placas de fechamento exterior.

Em relação à definição dos espaços, buscou-se coincidir as linhas das paredes internas com a modulação da estrutura, ou seja, buscou-se encaixar os montantes das paredes de drywall na mesma malha utilizadas para a distribuição dos montantes da estrutura. Porém, na situação em que essa medida prejudicava o aproveitamento do espaço interno, permitiu-se a não coincidência.

5 CONCLUSÃO

Com o desenvolvimento do projeto, notou-se que há várias lacunas nessa nova tecnologia construtiva, principalmente no que diz respeito à interface entre os subsistemas.

No subsistema esquadria, a principal limitação é a falta de uma esquadria especificamente desenvolvida para esse tipo de situação construtiva: não há no mercado disponibilidade de esquadria que possa ser utilizada sem que seja feita algum tipo de adaptação, seja para sua colocação, seja na sua geometria. Esse fato introduz dificuldades construtivas que levam à perda de produtividade, fazendo com que o sistema construtivo não atinja seu completo desempenho, tornando-o menos competitivo.

No conjunto da vedação, é necessário tomar alguns cuidados de modo a garantir desempenho satisfatório. Para impedir que pontes térmicas ou acústicas sejam formadas, é necessário que as mantas ou painéis de fibra de vidro ou lã de rocha preencham todo o vão entre as placas de fechamento, sem apresentar descontinuidade. Além disso, é necessário separar acusticamente membros adjacentes, selar as juntas existentes, evitar o contato direto das tubulações com os perfis de aço. Há ainda a necessidade de se ensinar aos futuros moradores o que é possível ou não fazer em casas construídas com o Light Steel Framing, uma vez que há particularidades do sistema, que não pode ser tratado como uma construção tradicional.

6 REFERÊNCIAS

ABCP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Manual técnico para implementação – Habitação 1.0**. ABCP, 2002. 88 p. Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/solucoesparacidades/colaborativo/download.php?set=habitacao>>. Acesso em 03 mai. 2010.

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

ALBUQUERQUE, Carlos Eduardo Camargo de; MENDES, Lourival Marin. **OSB**. Disponível em: <http://www.remade.com.br/pt/mad_paineis_item.php?num=15>. Acesso em 20 dez. 2008.

BRASILIT. **Brasilplac plus**: Placa cimentícia impermeabilizada. São Paulo, 2008. 18p.

BURSTRAND, Helena. **Light Gauge Steel Framing for Housing**. Estocolmo: Swedish Institute of Steel Construction, 2001. 102 p.

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo. **Caderno de Tipologias**. CDHU, 1997. 41 p. Disponível em: <<http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br/http/informacoes/manuais/Caderno%20de%20Tipologia.pdf>>. Acesso em 03 mai. 2010.

CDHU – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo. **Manual técnico de projetos**. 1998. 221 p. Disponível em: <http://www.cdhu.sp.gov.br/http/informacoes/manuais/Manual_de_Projetos.PDF>. Acesso em 04 mai. 2010.

CONSTRUTORA SEQUÊNCIA. **Steel Frame**. 2010. Disponível em <<http://www.construtorasequencia.com.br/stell.asp>>. Acesso em: 21 mar. 2010.

CRASTO, Renata Cristina Moraes. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: light steel framing**. 2005. 231 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005.

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

JARDIM, Guilherme Torres da Cunha, CAMPOS, Alessandro de Souza. **“Light Steel Framing”: uma aposta do setor siderúrgico no desenvolvimento tecnológico da construção civil**. CBCA. Disponível em: <<http://www.cbca-ibs.com.br/downloads/apresent/SteelFramingCBCA.pdf>>. Acesso em: 18 mar. 2010.

LSK – EUROPEAN LIGHT STEEL CONSTRUCTION ASSOCIATION. **European Lightweight Steel-framed construction**. Luxemburgo: Arcelor, 2005. 88 p.

QUIMICRYL. **Guia de Soluções Baucryl**. 2010. Disponível em: <<http://www.quimicryl.com.br/>>. Acesso em 04 mai. 2010.

SILVA, Maristela Gomes da; SILVA, Vanessa Gomes da. **Painéis de vedação**. Rio de Janeiro: CBCA, 2004. 60 p.

STEEL FRAMING DO BRASIL. **Sistema construtivo “Light Steel Framing”**. 2010. Disponível em: <<http://www.steelframe.eng.br/>>. Acesso em: 21 mar. 2010.

WALLREVEST. **Siding Vinílico**. Disponível em: <<http://www.wallrevest.com.br/oquee.htm>>. Acesso em 20 jan. 2010.

7 AGRDECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o CNPq pela concessão da Bolsa de Iniciação Científica e a Arcelor Mittal, a Construtora Sequência e o CBCA pelo apoio e colaboração durante a pesquisa.