

Desenvolvimento de Tecnologia Wood Frame para Habitações de Interesse Social

INTRODUÇÃO

Reportagem de julho/2011 do Estado de São Paulo afirma que das 1 milhão de residências do Programa Minha Casa, Minha Vida, apenas 333.209 haviam sido entregues até aquele momento, evidenciando dificuldade em atingir as metas propostas pelo programa segundo o modelo convencional de construção. Esta dificuldade sentida pela cadeia é verificada em trecho publicado no mesmo mês pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção, em que o diretor de uma construtora do setor (Roberto Senna, Direcional Engenharia) afirma que desenvolver moradias para a população que ganha até R\$ 1,6 mil por mês é um desafio: "o preço continua apertado e ainda é difícil viabilizar empreendimentos para essa faixa de renda". Assim se visualiza a demanda por sistemas habitacionais inovadores que: reduzam prazos de execução – outro limitante à contratação de empreendimentos nesses programas; ofereçam qualidade – em termos práticos significa o atendimento da nova Norma de Desempenho para Edificações; com custo competitivo – em que se pese a tendência de crescimento dos custos da construção, principalmente os relacionados à escassez de mão-de-obra; e tomando como meio os princípios da sustentabilidade – a indústria da construção é responsável por 40% do consumo de energia mundial e por 40% das emissões de CO2 no mundo (FERRAZ, 2008).

CONCEPÇÃO E OBJETIVOS

O Sistema Construtivo concebido utiliza a tecnologia Wood frame e industrialização das atividades construtivas.

Dentro do sistema construtivo a fundação é normalmente feita em sistema Radier, e é bastante simplificada devido ao baixo peso dos componentes do sistema como um todo.

A figura 1 mostra como é composta uma parede de Wood Frame.

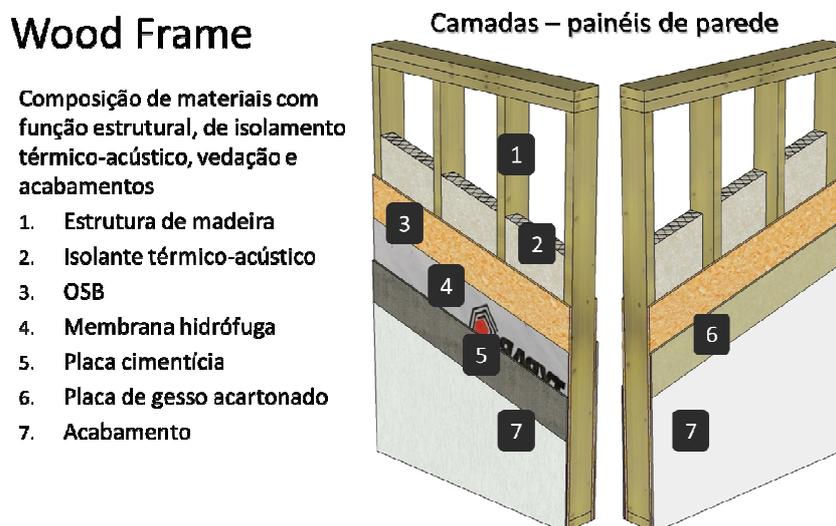


Fig. 1 – Composição do painel Wood Frame

A estrutura de madeira é produzida em Pinus oriundo de florestas plantadas e certificadas. Todas as peças são tratadas de acordo com a norma NBR7190 garantindo a durabilidade por anos. Além do tratamento químico, todas as peças de madeira ficam envoltas por chapas e membranas, nunca ficando expostas ao tempo e nunca trazendo a estética de casa de madeira. O isolamento térmico e acústico que é introduzido no interior de todas as paredes de geminação, lajes e coberturas, fazendo com que a casa fique muito mais confortável térmica e acusticamente. O nível de isolamento de uma parede de Wood Frame chega a ser 2 vezes superior ao de uma parede de alvenaria convencional.

As chapas OSB vão em ambas as faces das paredes e possuem diversas funções. São chapas estruturais de altíssima tecnologia que conferem grande resistência, atendendo aos mesmos padrões de que uma casa de tijolos deve possuir.

A membrana hidrófuga que vai à face externa sobre o OSB possui função de controlar a umidade que atinge a estrutura. Esta membrana impede que a umidade externa intensa entre na estrutura, porém possibilita que a umidade interna da casa saia pela estrutura. É um dos pontos cruciais para a excelente durabilidade que o sistema permite além da grande redução de incidência de mofo e bolores nas paredes.

Após a membrana são utilizadas placas cimentícias e textura elastômera, garantindo o acabamento e durabilidade do sistema. É importante ressaltar que a madeira nunca fica aparente, e sim somente dentro da estrutura. O que é visto são os revestimentos finais.

Na face interna, a última chapa é de gesso acartonado, que aplicado sobre o OSB, aumenta o desempenho acústico e térmico das paredes e exerce uma função de bloquear o acesso das chamas de um incêndio a estrutura de madeira, que fica protegida sob esses materiais. A composição final da parede interna permite que o morador faça a fixação de qualquer mobiliário diretamente à parede, sem se preocupar com a fixação nos montantes, nem limite de carga, apresentando uma sensação de solidez muito maior do que o drywall. Sobre o gesso acartonado pode ser aplicada desde uma pintura simples até outros tipos de revestimentos cerâmicos



Fig. 2 – Imagens das habitações

A escolha do sistema construtivo foi fruto de um trabalho de pesquisa junto a FIEP e SENAI, onde os pesquisadores pesquisaram tecnologias na europa, EUA e Canadá.

Foram pesquisadas diversas tecnologias construtivas, entre elas, Light Steel Frame, SIP (Structural insulated panels), e paredes pré-fabricadas de concreto.

Os principais motivos que levaram a escolha do Wood frame foram: Alta velocidade de construção, adequação à cultura brasileira, conforto e flexibilidade, mão de obra qualificada, sustentabilidade e industrialização (eficiência)

Adicionalmente, levando-se em consideração o uso de energia durante todo o ciclo de vida, o wood frame mostrou um ganho significativo em relação a todas as outras tecnologias, conforme apresentado na fig. 3.

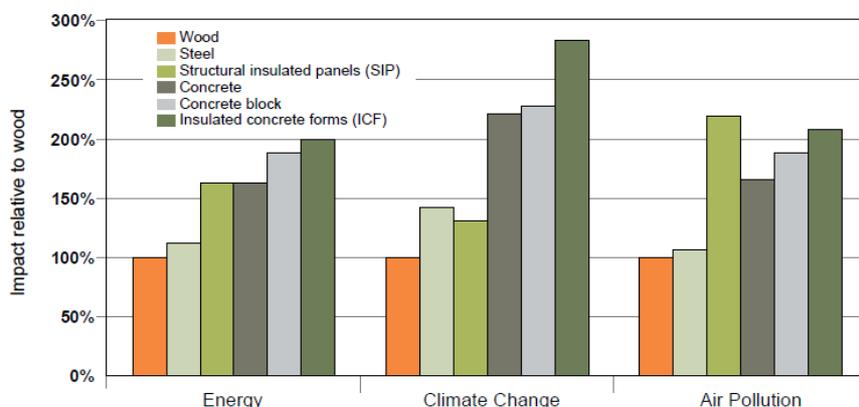


Fig. 3 – Comparativo (Werner, 2007)

É importante levar em consideração que o sistema Wood Frame é o sistema mais utilizado em diversos países como Suécia, Canadá, Chile e EUA, onde fornecedores e soluções técnicas estão plenamente estruturados.

Sistema construtivo que existe há mais de 100 anos na América do Norte

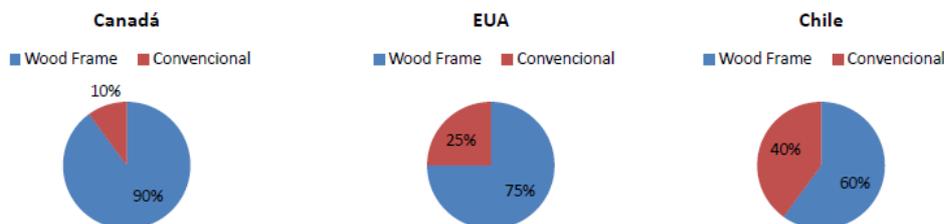


Fig. 4 – Percentual de utilização do sistema construtivo por países

O sistema construtivo foi tropicalizado considerando-se as características culturais locais e de forma a utilizar completamente a base de fornecedores nacionais já estabelecida.

Alguns elementos adicionais foram incluídos em relação à tecnologia utilizada em outros países, de forma a vencer barreira da cultura local. Um exemplo é a utilização interna de painéis OSB, adicionalmente as placas de gesso acartonado, tradicionalmente utilizadas. O painel de OSB interno permitiu a fixação de prateleiras, televisores e etc nas paredes sem necessidade de orientações especiais aos usuários.

A solução construtiva desenvolvida com base na tecnologia Wood frame também foi otimizada de forma a ser altamente produtiva em larga escala.

O primeiro passo para homologação do sistema construtivo foi a criação de uma Comissão dentro da FIEP para a desenvolvimento da Diretriz 005, que foi elaborada pelo IPT, sendo aprovada junto ao SINAT (Sistema Nacional de Avaliações Técnicas do Ministério das Cidades).

Posteriormente a tecnologia foi testada e aprovada nos ensaios de desempenho solicitados na diretriz SINAT (desempenho acústico, térmico, estanqueidade, ensaio de incêndio, entre outros).

Atualmente o Sistema encontra-se em fase de obtenção do DATEC (Documento de Avaliação Técnica).



Fig. 5 – Ensaio de Resistência contra Incêndio – IPT

Durante o desenvolvimento da tecnologia uma das etapas foi à otimização do projeto arquitetônico de forma a garantir a melhor padronização e redução do nível de complexidade do sistema construtivo. Assim houve um trabalho em conjunto entre as áreas de engenharia de produto e processo, analisando oportunidades de unificação de painéis e redução da complexidade dos mesmos. O resultado foram projetos otimizados, onde se saiu de 25 tipos de painéis para somente 11 tipos em uma unidade habitacional.

O trabalho de otimização do projeto arquitetônico resultou em melhoria de produtividade na fábrica e redução de custo direto.

Na figura 6 se observa um comparativo entre as referências de custo do CUB e a tecnologia wood frame, onde a vantagem de custos é clara.

Destaca-se a redução da parcela de custos de mão de obra devido a grande industrialização presente no sistema construtivo.

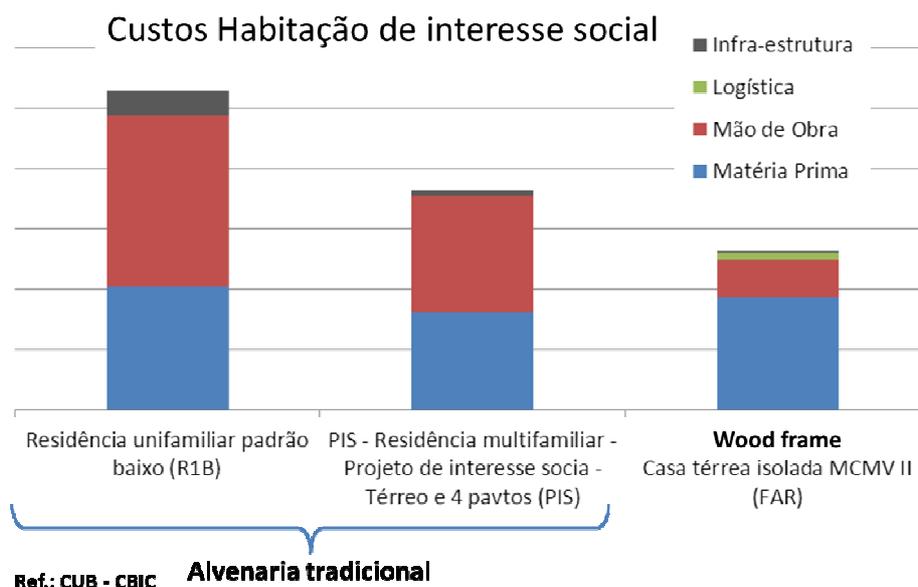


Fig. 6 – Comparativo de custos

Uma etapa importante foi o desenvolvimento do processo produtivo, incluindo todos os conceitos de industrialização, neste momento optou-se por integrar na equipe de desenvolvimento um profissional com ampla experiência na indústria automobilística, visando assim desenvolver um modelo completo de manufatura, levando-se em consideração toda a cadeia de agregação de valor.

Foi desenvolvido um layout otimizado, visando reduzir as distâncias entre os processos produtivos e aperfeiçoar o fluxo. Foram separadas as etapas de agregação de valor e balanceadas de forma a garantir um fluxo contínuo e uniforme de produção, atingindo-se assim a altos índices de produtividade.



Fig. 7 – Sistema de Produção

Através da industrialização foi possível concentrar a maior parte dos custos na fábrica, conforme fig. 8. Assim foram obtidos os seguintes ganhos adicionais: maior confiabilidade e controle do processo, maior possibilidade de padronização, mão de obra especializada, porém com custo padrão indústria e produção pouco sujeita a chuvas.

Distribuição de custos Habitação de interesse social MCMV II

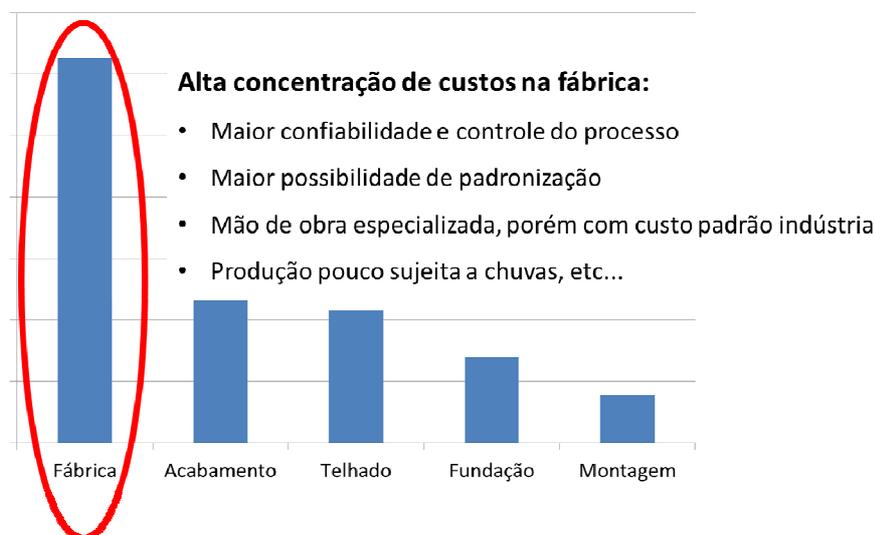


Fig. 8 – Distribuição de custos

Os objetivos principais com o sistema construtivo são:

- Redução significativa do impacto ambiental do setor da construção civil através do uso de matéria prima renovável, redução de resíduos e emissão de CO₂;
- Redução do déficit habitacional no Brasil através de realização de obras com prazos reduzidos e custos altamente competitivos
- Aumento do padrão de qualidade da indústria da construção civil através da industrialização de obras

IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do sistema construtivo voltado para baixa renda ocorreu através do empreendimento da construtora Roberto Ferreira “Residencial Haragano, localizado na cidade de Pelotas-RS.

Trata-se de um empreendimento de 280 unidades (270 sobrados, 10 casas térreas) para o Faixa 1 (renda entre 0 e 3 salários mínimos) do programa “Minha Casa, Minha Vida” – Transição. O terreno do empreendimento foi doado pelo estado do Rio Grande do Sul.

A contratação do empreendimento foi oficializada em Dezembro de 2011, no entanto, o início efetivo das obras de infraestrutura ocorreu a partir de abril de 2012.

Nesta data também foi iniciada a implantação da Central de Produção de painéis, dimensionada para uma produção de 2 sobrados de 44,54m² por dia e contando com 18 colaboradores. A implantação da central de produção ocorreu em dois meses e no final do mês de maio iniciou-se a fase de treinamento dos colaboradores, que se estendeu intensivamente por duas semanas. Durante esta fase de treinamento foi produzida e montada a primeira unidade do Residencial Haragano.



Fig. 9 – Montagem da primeira unidade e treinamento

A implantação da central de produção não se resumiu à instalação de máquinas e equipamentos - veio acompanhada da implantação de processos de controle de qualidade como instruções de trabalho, matriz de competências, instruções de qualidade e rastreabilidade dos materiais componentes.

Em Outubro de 2012, 5 meses completos após o início da produção em Junho, 145 unidades já haviam sido produzidas e montadas e, em consonância com a curva de aprendizagem prevista, foi atingida a produção de 42 unidades em 20 dias úteis.

O investimento na central de produção foi equivalente a cerca de R\$450.000,00 onde, desse valor, R\$250.000,00 foram gastos diretamente em obras civis de reparo do pavilhão, que se encontrava em estado de abandono. O restante do investimento em equipamentos ocorreu através de programas do BNDES. Verifica-se portanto uma relação altamente positiva no que se refere ao número de unidades produzidas x custo do investimento, além de se configurar também como alternativa interessante para construtoras que desejam industrializar seus processos construtivos mas que não dispõem de acesso a um grande volume de capital para investimento.

RESULTADOS

O modelo de central de produção implantado obteve, até o momento, uma produtividade de cerca de 235m² de painéis de parede e de piso por dia, o equivalente a 2 unidades por dia – conforme observações recentes, este número tende a se estabilizar em cerca de 15-20% acima da meta inicial, sem que haja investimentos em equipamentos – apenas otimização de processos (otimização esta que ocorre em maior escala e de maneira mais organizada em ambiente industrial).

Com a produtividade gerada pela industrialização dos processos de produção e montagem das paredes e pisos das unidades habitacionais, estima-se que o prazo de execução dos empreendimentos seja reduzido em cerca de 50%, sendo que o prazo correspondente

exclusivamente à construção das unidades habitacionais (descontando portanto serviços de infraestrutura) chegue a uma redução de 75%.

Observam-se também ótimos resultados no que se refere aos trabalhadores envolvidos no processo produtivo: grande parte da construção ocorre em ambiente industrial, onde as condições de trabalho são pouco ou nada afetadas pelas condições climáticas externas (chuvas, temperaturas extremas, insolação). Além disso, o trabalho em fábrica demanda uma mão-de-obra treinada e qualificada, mas cujo treinamento é de fácil assimilação e de apelo a pessoas que naturalmente não são consideradas como potenciais trabalhadores da construção civil (de fato, mais de 10% do efetivo da construtora na Central de Produção é de mulheres e este número tende a aumentar). Além disso, a qualificação resultante deste treinamento resulta em um trabalho em condições mais dignas e mais bem remunerado.

Houve impacto significativo na redução dos riscos de acidentes de trabalho através do mapeamento dos riscos por etapa de produção, identificação e sempre que possível eliminação dos mesmos. Assim proporcionou-se a funcionários um ambiente seguro de trabalho. O resultado foi ZERO acidentes na fábrica desde o início da produção até hoje.

Observou-se uma redução de cerca de 90% na geração dos resíduos da construção em comparação com obras convencionais, tomando como base o indicador sugerido por SPOSTO, 2005 de 0,12ton/m² construído. Outros aspectos relacionados à sustentabilidade, como redução na emissão de gases causadores do efeito estufa e redução da energia consumida pelo processo construtivo são decorrentes diretamente da escolha da madeira de reflorestamento como matéria-prima principal da composição do sistema construtivo. Outro aspecto a ser levado em conta é que a madeira de reflorestamento, diferentemente dos materiais convencionais da construção, como o cimento e o aço, é proveniente de um recurso renovável, a árvore.

Ainda, conforme demonstrado na figura 10, a simples opção pelo sistema construtivo Wood Frame acarreta no atendimento de 10 itens do Selo Azul da Caixa, referência nacional em políticas de sustentabilidade socioambiental.

Atendimento automático de 10 critérios para Selo Azul da Caixa

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
1. QUALIDADE URBANA	BRONZE	PRATA	OURO
1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	obrigatório		
1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	obrigatório		
1.3 Melhorias no Entorno			
1.4 Recuperação de Áreas Degradadas			
1.5 Reabilitação de Imóveis			
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1 Paisagismo	obrigatório		
2.2 Flexibilidade de Projeto			
2.3 Relação com a Vizinhança			
2.4 Solução Alternativa de Transporte			
2.5 Local para Coleta Seletiva	obrigatório		
2.6 Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório		
2.7 Desempenho Térmico - Vedações	obrigatório		
2.8 Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório		
2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns			
2.10 Ventilação e Iluminação Natural dos Banheiros			
2.11 Adequação às Condições Físicas do Terreno			
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
3.2 Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório		
3.3 Sistema de Aquecimento Solar			
3.4 Sistemas de Aquecimento a Gás			
3.5 Medição Individualizada - Gás	obrigatório		
3.6 Elevadores Eficientes			
3.7 Eletrodomésticos Eficientes			
3.8 Fontes Alternativas de Energia			
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação Modular			
4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	obrigatório		
4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			
4.4 Formas e Escoras Reutilizáveis	obrigatório		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.5 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório		
4.6 Concreto com Dosagem Otimizada			
4.7 Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			
4.8 Pavimentação com RCD			
4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada			
4.10 Madeira Plantada ou Certificada			
5. GESTÃO DA ÁGUA			
5.1 Medição Individualizada - Água	obrigatório		
5.2 Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório		
5.3 Dispositivos Economizadores - Arejadores			
5.4 Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão			
5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais			
5.6 Retenção de Águas Pluviais			
5.7 Infiltração de Águas Pluviais			
5.8 Áreas Permeáveis	obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1 Educação para a Gestão de RCD	obrigatório	critérios obrigatórios	critérios obrigatórios
6.2 Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório	obrigatório	obrigatório
6.3 Desenvolvimento Pessoal dos Empregados		+ 6 itens de livre escolha	+ 12 itens de livre escolha
6.4 Capacitação Profissional dos Empregados			
6.5 Inclusão de trabalhadores locais			
6.6 Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
6.7 Orientação aos Moradores	obrigatório		
6.8 Educação Ambiental dos Moradores			
6.9 Capacitação para Gestão do Empreendimento			
6.10 Ações para Mitigação de Riscos Sociais			
6.11 Ações para a Geração de Emprego e Renda			

Fig. 10 – Atendimento aos critérios selo Casa Azul CEF

Por fim, no contexto da viabilidade econômica e financeira, os resultados foram extremamente positivos, conforme apresentado nos gráficos abaixo se observou uma redução do custo da unidade habitacional de 15,3% em comparação a tecnologia de alvenaria estrutural.

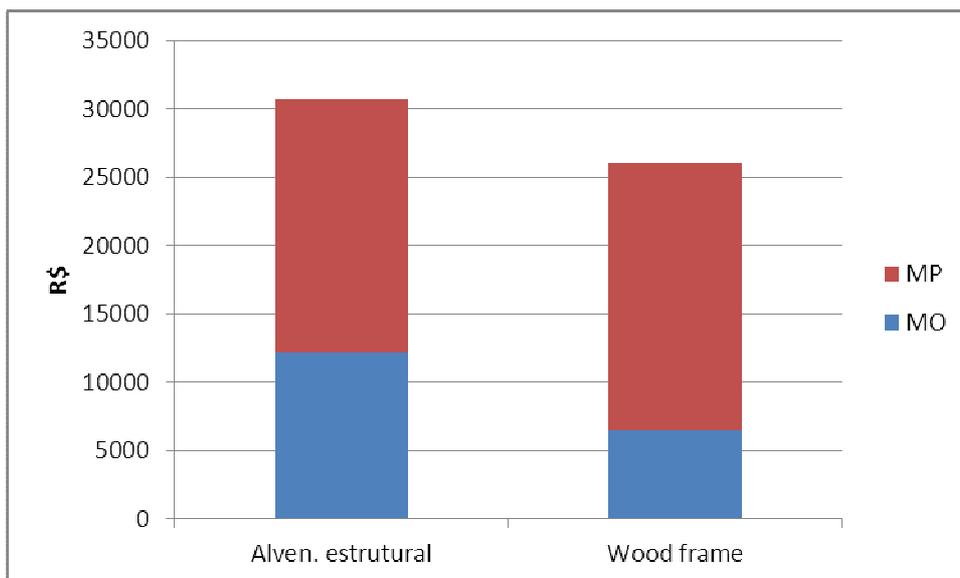


Fig. 11 – Custo comparativo da Unidade Habitacional

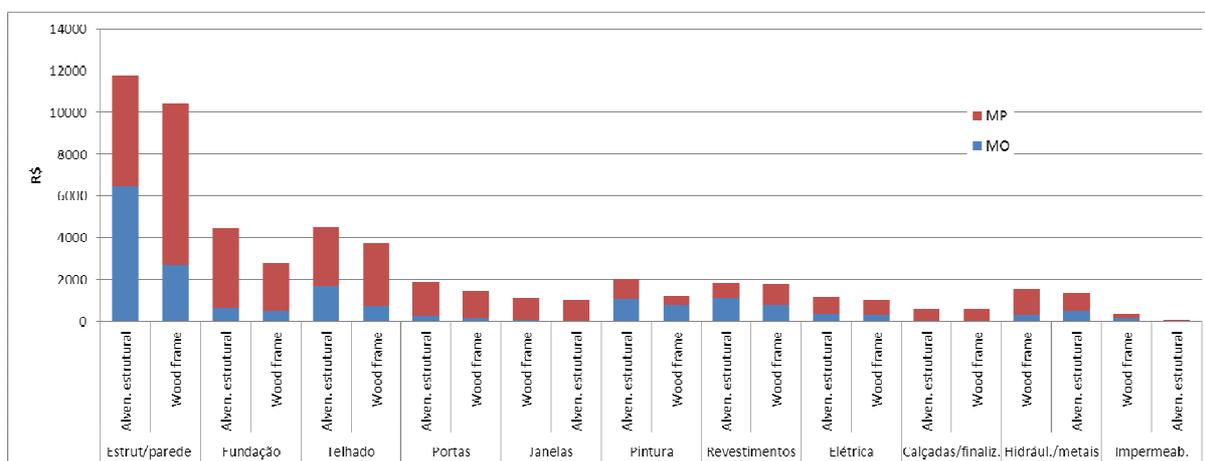


Fig. 12 – Custo comparativo da Unidade Habitacional separado por itens

VISÃO DE FUTURO

A construtora acredita no fortalecimento não apenas do sistema construtivo, e sim de uma cultura construtiva – onde há descentralização de unidades produtivas (possibilitada pelo baixo custo de implantação de centrais locais) e desenvolvimento de parcerias com todos os envolvidos na atividade da construção, inclusive outras construtoras dispostas a compartilhar conhecimento e comprometidas com o bom uso da tecnologia. Os números acima apresentados e as características do sistema demonstram grande capacidade de escalabilidade no uso deste sistema. A construtora acredita que a demanda final da sociedade é por uma solução completa de habitação, e não exclusivamente uma solução técnica, e que este sistema construtivo, por sua qualidade comprovada, deve ser visto como o componente tecnológico deste agente transformador.