

# Implantação de sistemas construtivos industrializados no setor da construção civil brasileira: Vantagens e desafios da utilização do sistema construtivo *wood frame*.

Rafael Quadros de Castro

## 1. Introdução

Frente ao cenário recessivo em que a economia brasileira está imersa desde o final de 2014, o setor da construção civil amarga uma forte retração. Segundo o presidente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), José Carlos Martins, este setor deve fechar o ano de 2015 com uma retração em torno de 5%, mais do que o dobro da retração prevista para o PIB brasileiro.

Não bastasse a forte retração, os resultados apurados em anos recentes por diversas construtoras do país ficaram bem aquém do esperado. Um estudo feito em 2015 pela Auditoria EY (antiga Ernst & Young) em parceria com a USP, aponta que entre os anos de 2007 e 2011, apesar de terem sido anos de forte expansão e aumento das receitas líquidas, a queda de produtividade no setor da construção provocou um aumento de 60% nos custos, fazendo com que a margem de lucro das sete principais construtoras e incorporadoras do país apresentassem uma queda de 21% em 2007 para 16% em 2011.

Fica cada vez mais evidente a necessidade de se investir em sistemas construtivos que sejam mais produtivos, em modelos de gestão mais eficientes, na melhoria dos projetos e maior simplificação dos processos, além da qualificação da mão de obra.

Dentro deste contexto, a busca por maior eficiência tem sido a tônica das construtoras neste momento recessivo. É justamente onde se encaixam os sistemas construtivos que apresentam maior produtividade, maior rapidez de execução, menor desperdício e, conseqüentemente, melhor resultado.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apontar as vantagens e desafios para a implantação do sistema construtivo *wood frame* no Brasil.

A metodologia utilizada é a revisão bibliográfica. Além da introdução e da conclusão, o trabalho organiza-se em cinco partes: produtividade, uso da madeira como material construtivo, industrialização da construção, *wood frame* no Brasil e áreas de floresta plantada.

Por fim, conclui-se que o sistema *wood frame* é uma boa opção para se construir de forma mais industrializada e produtiva no Brasil.

## 2. Produtividade

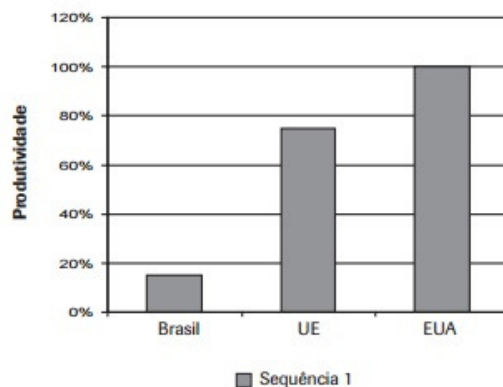
Como veremos neste trabalho, o Brasil está longe de ser um exemplo de produtividade no setor da construção civil. Neste momento de grande retração do setor é que se evidencia a importância de se buscar novas alternativas e métodos construtivos. Cresce a necessidade de se adotar sistemas construtivos mais enxutos e que garantam os resultados projetados, já que as largas margens de lucro advindas com a grande elevação nos preços dos imóveis vêm desaparecendo. Para isto, os sistemas escolhidos doravante precisam ser mais eficientes sob todos os aspectos, com maior controle do material, da mão de obra e do tempo de execução.

Em estudo elaborado em 2012 pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV), definiu-se por aumento de produtividade o emprego de uma quantidade menor de recursos para se obter um determinado produto ou serviço. Ainda segundo este artigo e na visão das construtoras envolvidas no estudo, 90% delas procuravam novas formas de construir.

Em matéria veiculada pelo jornal Valor Econômico em abril de 2015, o professor e pesquisador da FGV, Pedro Ferreira, relata que a grande ineficiência do país é muito mais preocupante do que a simples falta de investimentos em máquinas e equipamentos. Falta capital humano, treinamento, experiência e organização do sistema produtivo, além de uma conjuntura econômica, fiscal e uma logística que torne o país mais competitivo.

Esta ineficiência, embora não seja exclusividade do setor da construção civil, se torna, neste setor, mais grave e alarmante, já que o setor da construção civil representa mais de 5% do PIB nacional e emprega mais de 7 milhões de trabalhadores, segundo relatório do IBGE, de 2011.

Dois professores da Universidade Federal Fluminense, Luiz Mello e Sérgio Amorim, publicaram um artigo em 2009 fazendo um comparativo entre a produtividade da construção civil nos Estados Unidos, União Europeia e Brasil e demonstram que a produtividade do trabalhador brasileiro não atinge, sequer, os 20% do patamar americano, como ilustra o Gráfico 1, abaixo.



**Gráfico 1 - Comparação entre a produtividade brasileira, americana e europeia na Construção Civil.**

Fonte: Mello, de Amorim, 2009

Ainda segundo outro interessante quadro apresentado neste mesmo estudo, o trabalhador da construção civil brasileira produz uma média de **US\$ 6.177 /ano**, o europeu **US\$ 31.247/ano**, enquanto o trabalhador americano produz cerca de **US\$ 41.508/ano**. Outro ponto que chama a atenção é a diferença de faturamento do setor da construção civil entre Brasil, UE e EUA. O faturamento do setor nos EUA corresponde a cerca de dez vezes ao faturamento brasileiro. Vale frisar a diferença de rentabilidade brasileira se comparada com a americana, **24,35%** e **67,50%**, respectivamente, e o percentual do número de engenheiros em relação total da mão de obra total empregada. Nos EUA este percentual é de **6,5%**, enquanto no Brasil é de apenas **2,4%**. Segue o quadro abaixo:

| Indicadores                                 | Brasil                          | EUA                         | UE                       |
|---|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| % PIB                                       | 5,2% (1)                        | 8,47% (11)                  | 10,2% (21)               |
| Faturamento                                 | US\$ 40,98 bilhões (2)          | US\$ 475,6 bilhões (12)     | US\$ 710 bilhões (22)    |
| Número de empresas                          | 105.459 (1)                     | 818.000 (13)                | 807.100 (23)             |
| Faturamento médio                           | US\$ 388.590*                   | US\$ 581.420*               | US\$ 879.690*            |
| Pessoal empregado                           | 1.550.000 (1)                   | 7.689.000 (14)              | 4.519.000                |
| Pessoal ocupado                             | 5.170.000 (3)                   | 9.589.000                   | 4.519.000                |
| Produtividade média                         | US\$ 6.177,76 / trabalhador (4) | US\$ 41.528,00 / trab. (15) | US\$ 31.247,44/trab (24) |
| Rentabilidade                               | 24,35% (5)                      | 67,5% (16)                  | não foram obtidos dados  |
| Número de eng <sup>m</sup> e gerentes       | 125.420 (6)                     | 623.000 (17)                | 550.530 (25)             |
| Engenheiros/ MO total                       | 2,4%                            | 6,5%                        | 12,2%                    |
| Engenheiros/ MO empregada                   | 8%                              | 8%                          | 12,2%                    |
| Tempo de formação de pessoal nível superior | 5 anos (7)                      | 5 anos (18)                 | 5-7 anos (26)            |
| Tempo de formação de pessoal nível médio    | 2 - 3 anos (8)                  | 3 anos (18)                 | 2 - 3 anos (26)          |
| Nº de normas técnicas para Construção Civil | 938 (9)                         | ND                          | 1.733 (27)               |
| Prazo médio de obras de edificação          | 30 meses (10)                   | 10 meses (19)               | 14,3 meses (28)          |
| Prazo médio de licenciamento                | 66 dias (10)                    | 30 dias (20)                | 44 dias (29)             |

**Quadro 1: comparativo de indicadores entre Brasil, EUA e UE.**

Fonte: Mello, de Amorim, 2009

Segundo estudo intitulado: “Um sistema de indicadores para comparação entre organizações: o caso das pequenas e médias empresas de construção civil”, publicado em 2008 pela Universidade Federal Fluminense (Mello, Amorim, Bandeira, 2008), onde conclui-se que a mão de obra no setor da construção civil não é barata por conta de sua baixa produtividade, não há como o Brasil conseguir vencer o déficit habitacional se não partir para uma industrialização de seu sistema construtivo. Relatam que caso o país insista no atual modelo construtivo convencional, herdado desde a época de seu descobrimento, seria necessário envolver cerca de 16,5% de toda sua mão de obra produtiva para zerar o déficit habitacional de cerca de 7,5 milhões de habitações, o que é absolutamente impraticável.

Em matéria publicada na revista Exame em outubro de 2009, com o sugestivo título “Brasil leva surra dos EUA em produtividade: como melhorar? ”, a baixa produtividade está diretamente atrelada ao baixo nível educacional dos trabalhadores brasileiros. Infelizmente, enquanto no Brasil temos trabalhadores com um tempo médio de escolaridade de apenas 7,5 anos, nos EUA esta média atinge os 12 anos e, no Brasil, somente 11% tem diploma superior, o mesmo percentual de cerca de 30 anos atrás.

Segundo estudo publicado pela CBIC e FGV, no ano de 2003 cerca de 52% dos trabalhadores tinham nível de escolaridade com ensino fundamental incompleto. Em 2009 este percentual caiu para 39%, o que ainda é extremamente baixo, conforme refletem os gráficos abaixo, sobre o grau de instrução do trabalhador na construção civil brasileira nos anos de 2003 e 2009, respectivamente:

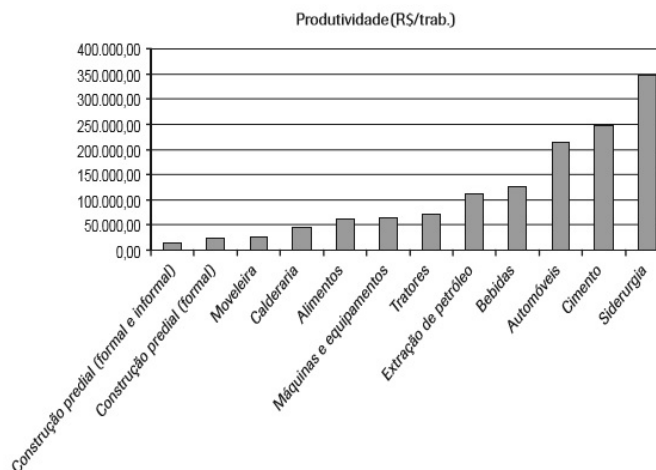


**Gráfico 2 - Grau de Instrução do Trabalhador Formal da Construção Civil: 2003 e 2009**

Fonte: Publicação CBIC / FGV, 2012.

Se comparados com outros setores da indústria brasileira, o setor da Construção Civil é um dos menos produtivos de toda a cadeia.

Dados de 2005 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), retratam que o setor da Construção Civil, tanto o formal quanto informal, ocupam as últimas posições relativas ao valor produzido por trabalhador /ano da indústria brasileira, conforme demonstra o gráfico abaixo:



**Gráfico 3: Comparações entre produtividade de indústrias brasileiras.**

Fonte: Base nos dados do IBGE, 2005

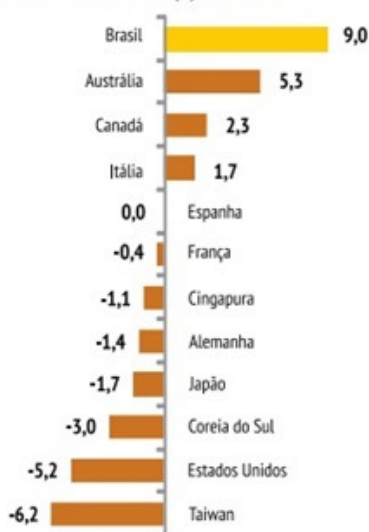
Além da queda da produtividade, o custo com o trabalhador brasileiro, de um modo geral e não exclusivamente no setor da construção civil, tem aumentado durante os últimos anos.

Especificamente na Construção Civil, houve aumento da formalidade do emprego e aumento real da renda dos trabalhadores para contrapor a escassez da mão de obra que se verificou neste setor durante sua forte expansão até 2013, como ficou conhecido o “apagão da mão de obra”.

O quadro abaixo faz uma relação do Custo Unitário do Trabalho (CUT) em relação a outros 11 países. Demonstra que houve um aumento de 9,0% do CUT no Brasil no período de 2002 a 2012. Três fatores são levados em consideração para cálculo do CUT: salário, produtividade e valor do dólar (U\$). Ou seja, neste período o Brasil perdeu em competitividade em relação aos outros países. Se o CUT é elevado, consequentemente, o produto que ele produz se torna mais caro do que em outros países.

### Custo Unitário do Trabalho em dólares reais - CUT

Taxa anual média de crescimento (%) 2002-2012



Fonte: Elaborado pela CNI, com base em estatísticas do BLS, The Conference Board, OCDE, Banco Mundial, IBGE, BACEN, FGV, INEGI, SINGSTAT, DGBAS e da CNI.

Gráfico 4 – Taxa média anual do CUT no Brasil entre 2002 e 2012, em %.

Fonte: CNI, 2015.

Fora a baixa produtividade e custo crescente do trabalhador brasileiro frente a outros países, outro item que preocupa bastante no sistema atualmente adotado pela construção civil brasileira é o alto índice registrado de desperdício de materiais.

Segundo dados levantados por Espinelli (2005), as taxas de desperdício de materiais se resumem na tabela abaixo:

| Materiais                    | Taxa de Desperdício (%) |        |        |
|------------------------------|-------------------------|--------|--------|
|                              | Média                   | Mínimo | Máximo |
| Concreto usinado             | 9                       | 2      | 23     |
| Aço                          | 11                      | 4      | 16     |
| Blocos e tijolos             | 13                      | 3      | 48     |
| Placas cerâmicas             | 14                      | 2      | 50     |
| Revestimento têxtil          | 14                      | 14     | 14     |
| Eletrodutos                  | 15                      | 13     | 18     |
| Tubos para sistemas prediais | 15                      | 8      | 56     |
| Tintas                       | 17                      | 8      | 24     |
| Condutores                   | 27                      | 14     | 35     |
| Gesso                        | 30                      | 14     | 120    |

Tabela 1: Taxas de desperdício de materiais de construção no Brasil.

Fonte: Espinelli (2005)

Segundo Mello e Amorim (2009), os prazos praticados para se executar uma obra com o sistema construtivo tradicional são bem mais demorados do que os prazos praticados em obras com sistemas construtivos mais industrializados e menos artesanais, geralmente praticados em países desenvolvidos.

Enquanto no Brasil, utilizando-se o sistema construtivo convencional, demora-se uma média de três anos, na União Europeia este prazo é de apenas 1,5 ano e nos Estados Unidos esta média é inferior a um ano de execução, conforme demonstra o gráfico abaixo.

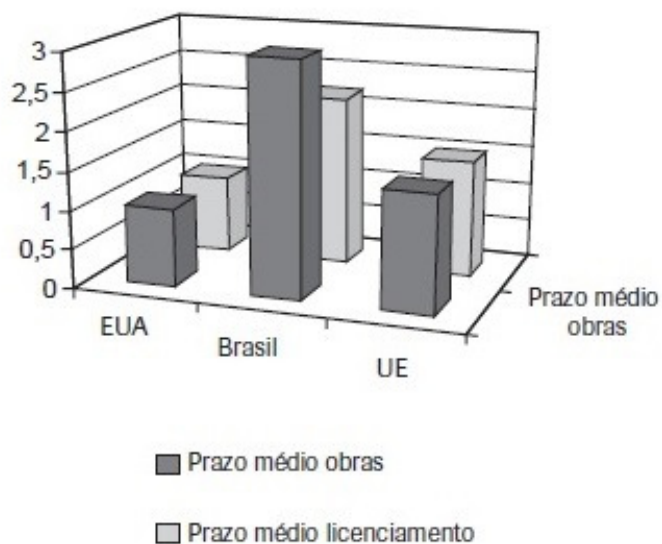


Gráfico 5 – Comparativo entre prazos anuais de licenciamento e construção entre Brasil, EUA e União Europeia.

Fonte: Mello e Amorim, 2009

### 3. O uso da madeira como material construtivo

A madeira possui propriedades físico mecânicas que a tornam um excelente material de construção.

Usada a milhares de anos pelos povos orientais para a construção de templos e palácios, é um material que apresenta elevada durabilidade se utilizada da maneira correta.

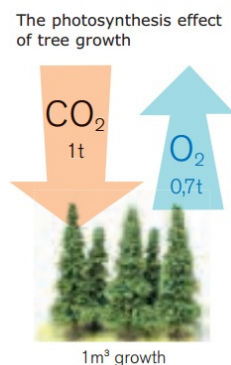


Imagem 1 - Templo Budista Horyu-ji construído na cidade de Nara, no Japão. Concluído no ano 711 e considerado a estrutura de madeira mais antiga do mundo.

Fonte: <https://madeiraestrutural.wordpress.com/2009/06/22/templo-horyu-ji-a-construcao-de-madeira-mais-antiga-do-mundo>.

Porém, no Brasil, a utilização da madeira para a construção civil enfrenta muitas críticas e a grande maioria delas são feitas por grande desconhecimento do assunto. A utilização da madeira proveniente de recursos renováveis é extremamente benéfica para o meio ambiente. Cria-se um ciclo virtuoso de aprisionamento de moléculas de carbono retiradas da atmosfera através do gás carbônico e libera-se oxigênio.

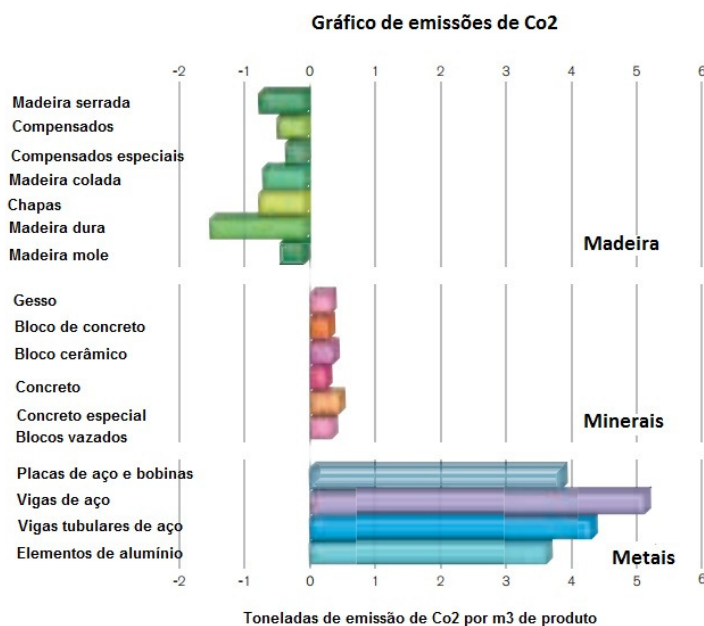
Segundo dados de 2011 do Edinburgh Centre for Carbon Management, calcula-se que durante o crescimento da árvore, para cada metro cúbico gerado na fase de crescimento, retira-se do ar cerca de 1 tonelada de gás carbônico e devolve-se cerca de 700kg de oxigênio.



**Imagem 2 – Efeito da fotossíntese durante o crescimento. Sequestro de CO2 e produção de O2.**

Fonte: Woodforgood, 2011.

Além de ser um recurso renovável, a madeira é um grande isolante térmico, absorvendo 40 vezes menos calor do que uma alvenaria de tijolos (CALIL e JUNIOR, 2010) e tem a mais baixa taxa de energia incorporada dentre todos os materiais de construção. Se comparada com outros materiais largamente utilizados como concreto e aço, a madeira gasta menos energia para ser beneficiada, não prejudica o clima e não polui a atmosfera. O gráfico 6 compara qual a quantidade de gás carbônico emitida por metro cúbico de material utilizado. Percebe-se que a madeira, ao contrário dos outros materiais, retira o gás prejudicial da atmosfera.



**Gráfico 6 – Gráfico de emissão de gás carbônico por produto**

Fonte: Building Information Foundation, 2011 (traduzido).

Segundo dados divulgados pelo site britânico que fomenta o uso da madeira como material de construção e por ser um material mais sustentável e ambientalmente indicado, estima-se que cerca de 3 toneladas de CO<sub>2</sub> sejam retiradas da atmosfera usando a estrutura de madeira para uma casa básica de 3 quartos (woodforgood, 2011).

A madeira proveniente de florestas plantadas responde melhor do que qualquer outro material em relação ao sequestro de carbono.



**Imagem 2 – O ciclo do gás carbônico através da fotossíntese das árvores.**

Fonte: <http://www.ufrgs.br/projetoamora/areas-de-conhecimento-1/ciencias/fotossintese>

Durante o ano de 2006, a NASA, agência espacial americana, monitorou diariamente as rotas dos gases que promovem o efeito estufa ao redor do planeta. Conforme a legenda do próprio vídeo, durante a primavera e o verão, no hemisfério norte, plantas absorvem uma quantidade substancial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) através da fotossíntese, removendo estes gases da atmosfera.

A imagem abaixo reflete a grande concentração (CO<sub>2</sub>) no hemisfério norte, que detém a maior quantidade de países poluidores.

Em novembro de 2014, China e EUA, principais países poluidores, assinaram um acordo que estabelece datas limite para que a emissão de gases poluidores comece a cair ao invés de aumentar. Juntos, os dois países são responsáveis por cerca de 45% de toda a emissão de CO<sub>2</sub> no planeta.



**Imagem 2- Animação feita em 2006 pela NASA mostra as rotas dos gases ao redor do planeta**

Fonte: BBC Brasil, via Youtube. Imagens cortesia NASA, 2006.

Além das propriedades físicas e mecânicas anteriormente citadas, a madeira também possui excelente trabalhabilidade, tendo a vantagem de poder ser pré-moldada, conferindo grande agilidade na montagem final, diminuindo o tempo gasto no canteiro de obra.



**Imagem 3 – A madeira tem sido cada vez mais utilizada de forma pré-montada nas construções em países desenvolvidos. A imagem acima é de uma montagem no Reino Unido.**

Fonte: [www.woodforgood.com/why-choose-wood?/successful](http://www.woodforgood.com/why-choose-wood?/successful)

Em países como Inglaterra e Austrália o emprego de uma nova tecnologia construtiva com uso de painéis de madeira reflorestada maciça tem possibilitado a construção de edifícios de até 10 andares. Trata-se do CLT ou *Cross Laminated Timber*, que consiste no uso painéis de madeira maciça compostos por tábuas coladas umas às outras em várias camadas ortogonais entre si.

O painel em madeira CLT provou ser um material extremamente versátil, podendo chegar pronto à obra, facilitando muito sua montagem. O edifício *Fortè* foi montado em Melbourne, Austrália, com apenas 6 operários em um prazo recorde de 38 dias de trabalho, enquanto, caso fosse utilizado a estrutura de concreto convencional, o prazo seria de 16 a 18 semanas e o número de operários saltaria para 30.



**Imagem 4 – Edifício Forté, em Melbourne, Austrália. A chegada dos painéis prontos à obra, feitos em madeira com a tecnologia CLT, facilitou a montagem do edifício de 10 andares em prazo recorde.**

Fonte: Youtube/ [www.forteliving.com.au](http://www.forteliving.com.au)

Testes demonstraram que o CLT é um sistema seguro tanto para incêndio quanto para terremotos.

Em ensaios feitos pelo IValsa em outubro de 2007, instituto italiano voltado para a pesquisas com a madeira, um edifício de sete andares construído em escala natural demonstrou bom comportamento dúctil e boa dissipação de energia, mesmo tendo sido submetido a um tremor de magnitude de 7,2 na escala Richter, similar ao que atingiu Kobe, no Japão. Tal comportamento foi influenciado principalmente pelas conexões mecânicas utilizadas para a fixação dos painéis nos pisos.



Também foi realizado um teste de incêndio em uma residência de dois andares, monitorada por uma equipe de pesquisadores e bombeiros, provando que o CLT se mostrou um material mais íntegro que o concreto e o aço, atendendo com folga aos prazos de resistência estabelecidos pela Norma.



Imagem 5 – Testes feitos pelo IValsa para determinar a durabilidade das paredes em relação ao fogo

Fonte: Youtube: CLT fire performance testing- SOFIE research project

No Canadá, Estados Unidos e Chile, a madeira é, historicamente, o principal material de construção de residências, através do uso constante do sistema construtivo em wood frame. Respectivamente, 90% no Canadá, 75% nos EUA e 60% no Chile.

Abaixo os gráficos demonstram, percentualmente, a importância deste sistema construtivo nestes países.

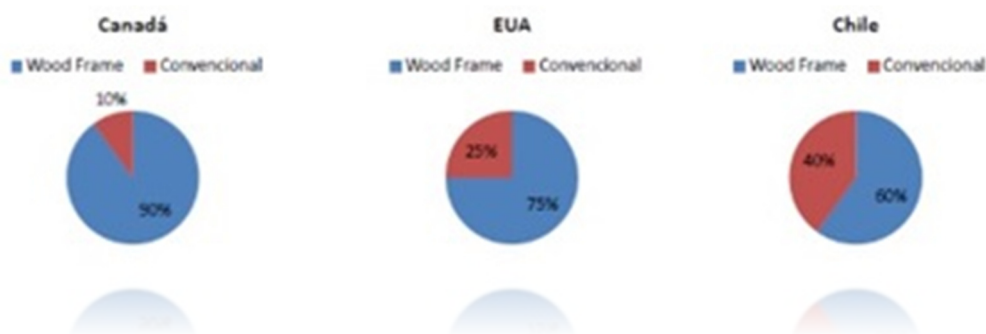


Gráfico 7 – Uso percentual do wood frame como sistema construtivo

Fonte: Tecnologia Woodframe – Informativo Tecverde. Federação das Indústrias do Estado do Paraná, FIEP.

[http://www.fiepr.org.br/para-empresas/conselhos/base\\_florestal/uploadAddress/2 - Wood\\_Frame\[44709\].pdf, 2015](http://www.fiepr.org.br/para-empresas/conselhos/base_florestal/uploadAddress/2 - Wood_Frame[44709].pdf, 2015)

#### 4. Industrialização da construção: vantagens e desafios.

A construção civil brasileira, dentre os principais setores da economia, foi o único que não se industrializou de forma significativa como ocorreu com a agricultura e indústria têxtil. Ocorre hoje, no Brasil, uma grande variabilidade de processos construtivos na indústria da construção sendo alguns poucos modernos e a esmagadora maioria processos construtivos ultrapassados marcados pela baixa produtividade e baixo grau de escolaridade de seus colaboradores, como mencionado anteriormente.

Tamãhas são as vantagens oriundas com o uso de sistemas construtivos industrializados que começa a haver exigência deste tipo de sistema por parte de alguns órgãos governamentais para a contratação de obras públicas. Recente documento da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano da Secretaria da Habitação do Governo do Estado de São Paulo, CDHU, que trata das licitações prediais, postou um aviso público que só aceitará propostas de empresas que comprovem a industrialização das suas obras, objetos das licitações.

A justificativa, segundo a CDHU, é de que obras convencionais e sem um grande fator de industrialização são de baixa produtividade, baixa qualidade, incipiente base técnica, imprevisibilidade de

tempo, de custos e de tarefas, qualidade variável dos produtos entregues, entre outros aspectos negativos.

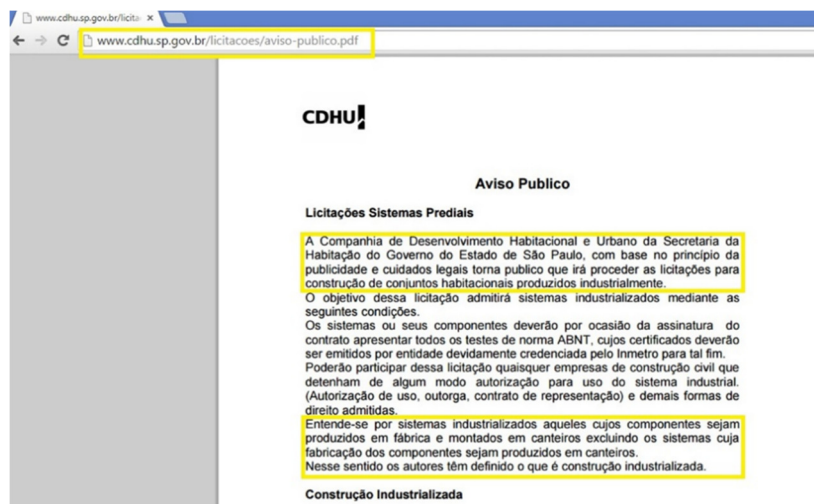


Imagem 6 – Aviso Público no site da CDHU do Governo do Estado de São Paulo

Fonte: sitio eletrônico da CDHU. [www.cdhu.sp.gov.br/licitacoes/aviso-publico.pdf](http://www.cdhu.sp.gov.br/licitacoes/aviso-publico.pdf). Acessado em 04/2015.

De fato, as construções industrializadas apresentam inúmeras vantagens em relação ao modo de construção mais artesanal. Entre elas, podemos citar a maior rapidez no tempo de entrega do produto, menor variabilidade, menor desperdício de materiais por haver uma melhor previsibilidade dimensional, melhor detalhamento dos processos e dos projetos corroborando para a redução dos custos por haver ganho de produtividade, entre outros pontos positivos.

Contudo, a implantação de um maior nível de industrialização precisa transpor importantes obstáculos como, por exemplo, quebrar a barreira cultural existente (já que usamos o mesmo sistema construtivo há séculos); qualificar a mão de obra, o que requer um maior nível de escolaridade, organização e conhecimento; ampliar a rede de fornecedores voltada para este nicho específico, já que as obras passam a ser mais de montagens de subsistemas do que construção propriamente dita; formar e instruir profissionais ligados à área como arquitetos, engenheiros e fiscais; confeccionar manuais que informem aos usuários quais tipos de manutenção e cuidados a tomar; além de testar os novos sistemas e garantir seu desempenho e atendimento às normas pertinentes.

Dentre os desafios citados acima, a barreira cultural é um dos que mais se destaca, além da capacitação da mão de obra.

Fruto do atavismo cultural e da forte herança construtiva de nosso colonizador, o uso do bloco para a execução de paredes e da argamassa como elemento ligante e de revestimento segue firme como escolha construtiva tradicionalmente aceita no Brasil.

A construção a seco, sem o uso da água, além de ser ambientalmente mais indicada por poupar recursos hídricos e minerais, utiliza materiais menos poluentes, a exemplo do cimento, e proporciona uma obra mais limpa, gerando menos resíduos e menor desperdício.

Esta mudança reflete uma característica inerente às obras secas que necessitam de mais planejamento por se assemelharem mais a etapas de montagem e não de transformação além de terem um melhor nível de compatibilização de projetos e maior qualificação da mão de obra envolvida.

Na Polônia foi desenvolvido um sistema de montagem de residências que permitiu entregar um condomínio residencial inteiro em apenas 9 dias, montado com o auxílio de carretas e guindastes. Obviamente este sistema só pode ser entregue nesta velocidade por já vir pré-montado de fábrica. Os módulos são apenas encaixados e já chegam ao terreno com os acabamentos internos e externos instalados, incluindo balcões, armários, portas, janelas e revestimento cerâmico. Um canal de televisão

por assinatura exibiu um vídeo de 6 min. em que detalha como é feita esta montagem de um condomínio residencial em Londres, intitulado “Apartamento Instantâneo”.



**Imagem 7 – Vídeo do “Apartamento Instantâneo”, relatando como é feita a montagem de um condomínio residencial em Londres em apenas 9 dias.**

Fonte: Discovery Channel / Youtube. URL do vídeo: <https://youtu.be/qo8QMvXHCJM>

O Japão também utiliza largamente os sistemas de construção industrializada. Após o terremoto de Kobe que assolou o Japão em janeiro de 1995, vitimando mais de 4 mil pessoas e destruindo mais de 67 mil residências, se fez necessário um grande esforço de reconstrução da cidade e era necessário escolher um sistema seguro e rápido. Por isto, um dos sistemas mais utilizados pelos japoneses e bastante similar ao *wood frame* é o *steel frame*, devido à capacidade de dissipar bem a energia dos tremores de terra e devido à rapidez de construção.



**Imagem 8 – Um dos sistemas mais utilizados para a construção de casas no Japão, o steel frame.**

Fonte: Grupo Panahome. Sítio eletrônico: [http://www.panahome.jp/english/tech\\_and\\_service/technology.html#con01](http://www.panahome.jp/english/tech_and_service/technology.html#con01)

## 5. O sistema *wood frame* no Brasil.

O Sistema *Wood Frame* chegou de forma institucional ao Brasil através Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP) por intermédio de uma parceria entre o SENAI Paraná e Ministério da Economia do estado alemão de Baden-Wüterberg, após uma missão de caráter técnico-empresarial à Alemanha feita em 2009 com o intuito de fomentar este tipo de construção aqui no país. Na mesma época foi criada uma comissão multidisciplinar denominada Casa Inteligente, que reúne pesquisadores, profissionais da área, empresários do setor madeireiro e da construção civil, associações, universidades e

sindicatos. O conselho foi criado com intuito de debater e solucionar problemas relacionados à utilização deste sistema aqui no Brasil.

O sistema *wood frame* utilizado na Alemanha se difere um pouco do sistema construtivo praticado nos Estados Unidos. O *wood frame* alemão tem como principal característica uma maior mecanização e automação de todo o processo envolvido, promovendo a fabricação das paredes, pisos e coberturas ainda na fábrica, tornando a montagem da obra seu o último e mais célere estágio.

Uma das empresas envolvidas no programa da FIEP, a empresa paranaense Tecverde Engenharia, foi vencedora do Prêmio Planeta Casa de 2010 com a construção de uma casa de 166 metros quadrados executada em *wood frame* para divulgar o sistema e suas vantagens. De acordo com o Coordenador da Comissão Casa Inteligente, Euclésio Finatti, esta casa ficou cerca de 20% mais barata do que uma casa construída da forma tradicional e levou apenas 90 dias para ficar pronta, embora o foco da empresa seja executar esta casa em 60 dias apenas, barateando ainda mais os custos com mão de obra. Já Caio Bonatto, diretor da Tecverde ressaltou que a casa foi pensada em ser sustentável desde a sua concepção, diferentemente de outras casas que adotaram apenas ações pontuais como uso de painéis solares ou uso de cisterna.



**Imagem 9 – Casa da Tecverde ganhadora do Prêmio Planeta Casa, de 2010.**

Fonte: Agência FIEP, 2014

Em 2012, o SENAI construiu, em parceria com a Tecverde um módulo de cerca de 161 metros quadrados chamado de Casa Sustentável com o objetivo de difundir o uso da tecnologia *wood frame*. A construção incorporou diversas soluções sustentáveis como uso de telhado verde com horta orgânica, iluminação em lâmpadas de baixo consumo em LED, energia solar fotovoltaica, reciclagem dos resíduos orgânicos com uso de compostagem, gerador de energia eólica, emprego de vidros duplos nas esquadrias para melhor rendimento térmico, isolamento térmico e acústico nas paredes, descargas economizadoras de água e torneiras com controle de vazão. A Casa Sustentável fica localizada na Cidade Industrial de Curitiba e foi projetada pelo escritório de arquitetura Arqbox com utilização de tecnologia BIM que, além de compatibilizar o projeto arquitetônico com os complementares, fez simulações de eficiência energética para aumentar o rendimento do edifício.



**Imagem 10 – Casa Sustentável do SENAI criada com o objetivo de difundir o wood frame no Brasil**

Fonte: Agência FIEP, 2014

Outro empreendimento que tem sido destaque e recebido muitos prêmios de entidades ligadas à construção civil e a sustentabilidade é o Residencial Haragano, construído na cidade de Pelotas no Rio Grande do Sul. Integrante do programa de habitação popular do Governo Federal, o Minha Casa Minha

Vida, é composto por 270 sobrados e 10 casas térreas acessíveis a pessoas que tenham dificuldade de locomoção.

Os apartamentos medem 42 m<sup>2</sup> e são compostos por sala, cozinha, banheiro e dois dormitórios. Atualmente é o maior empreendimento construído com a tecnologia *wood frame* no Brasil. Foi iniciado em 2012 e demorou somente 5 meses para ser concluído. Segundo dados do site do Ministério do Planejamento, cada unidade ficou pronta a um custo de aproximadamente R\$ 27.000,00 (vinte e sete mil reais), uma economia de 10 por cento em relação ao método construtivo tradicional.



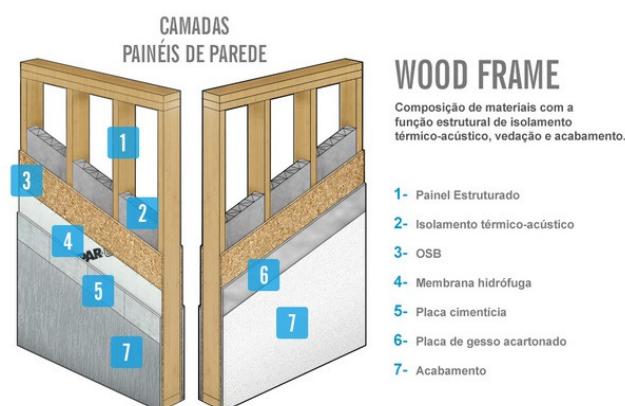
**Imagem 11 –280 unidades habitacionais construídos em wood frame em Pelotas – RS.**

Fonte: Tecverde, 2015.

Após a fase inicial de implantação do programa de treinamento, tem havido encontros para definir novas metas a serem alcançadas. Em julho de 2015 foi feito um encontro com o intuito de debater a criação de uma norma específica para o uso da tecnologia em *wood frame* no Brasil já que a norma utilizada atualmente, a NBR 7190 de 1997, é uma norma de maior abrangência e não é específica para uso do *wood frame*.

No *wood frame* utilizado nos exemplos acima, toda a estrutura de madeira é de pinus tratado em autoclave com ingrediente ativo a base de Arseniato de Cobre Cromatado (CCA), o que lhe confere ampla proteção contra o ataque de insetos, brocas e cupins. O pinus por ser uma madeira mole (*softwood*) e sem cerne como acontece com o eucalipto, é totalmente permeável ao CCA, conferindo-lhe uma maior durabilidade.

Além da estrutura de pinus, o sistema *wood frame* é composto por placas de OSB (*Oriented Strand Board*) de ambos os lados, que lhe proporciona grande estabilidade estrutural, além de membrana hidrófuga, isolamento termo acústico, placas cimentícias do lado externo e placas de gesso acartonado do lado interno que podem receber pintura ou revestimento cerâmico.



**Imagem 12 – Imagem das camadas que compõe a parede de wood frame**

Fonte: Tecverde, 2015

## 6. Áreas de floresta plantada

Segundo dados publicados em 2011 pela *Food and Agriculture Organization* (FAO), as florestas cobrem cerca de 31% da área total do planeta (*Tackle Climate Change*, 2011). No continente europeu, onde a madeira representa importante material de construção, tem-se observado um incremento das áreas reflorestadas.

Até 2010, tinha sido o continente que mais aumentou sua área de floresta plantada, somando cerca de 16,69 milhões de hectares de floresta, espalhados por 27 países. Em 2010, da área total, 50% dela era composta por madeiras macias, 27% era de madeira dura e 23% era de madeira mista. Os gráficos abaixo ilustram as áreas em milhões de hectares distribuídas pelos principais países e como está dividida a área de cobertura florestal pelo mundo, em milhões de hectares.

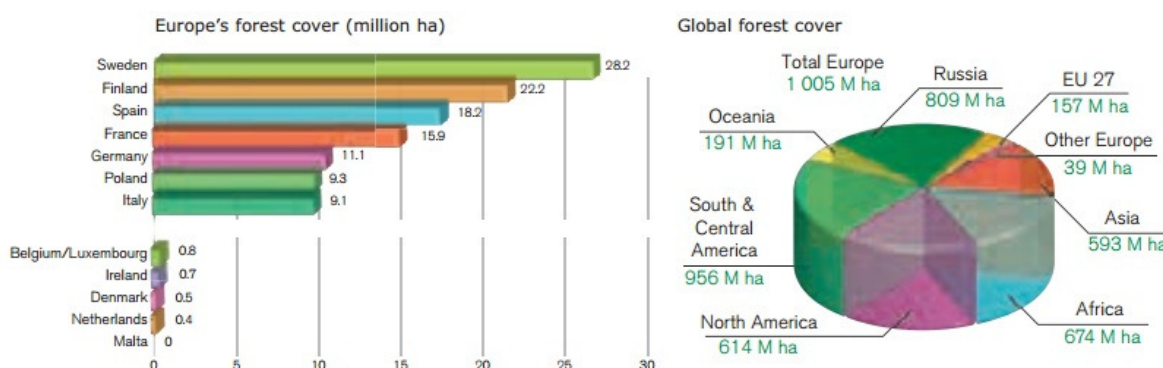


Gráfico 6 – Cobertura florestal na Europa e no planeta no ano de 2011, em milhões de hectares.

Fonte: [www.woodforgood.com](http://www.woodforgood.com), 2011.

Em relação ao Brasil e segundo dados do Serviço Florestal Brasileiro publicados em 2015, nota-se que tem havido um crescimento das áreas de floresta plantada e que, dentre os aproximadamente 8 milhões de hectares, continua existindo uma forte predominância do eucalipto em relação ao pinus.

O predomínio do eucalipto em relação ao pinus ocorre devido à grande utilização do eucalipto pela indústria de celulose, química, moveleira, de carvão, de cosméticos entre outras. Somente uma pequena parte deste eucalipto plantado é voltado para a construção civil.

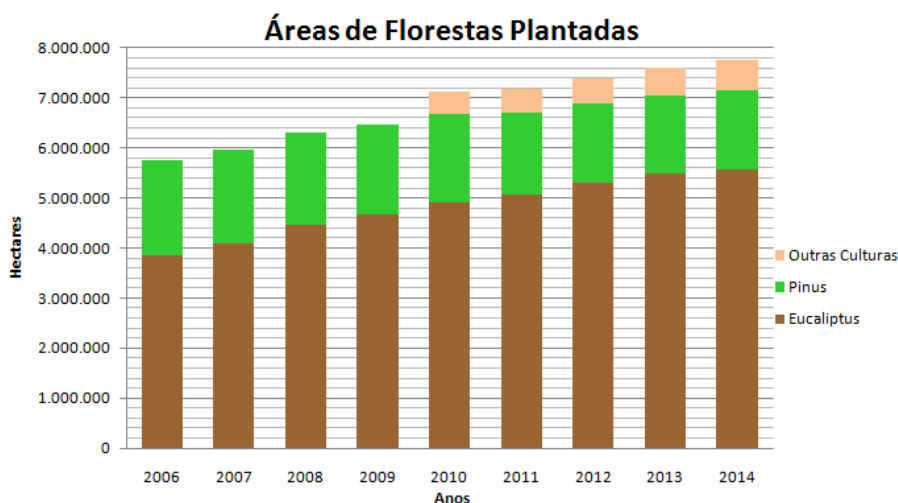


Gráfico 7 – Cobertura florestal no Brasil em 2015, em milhões de hectares.

Fonte: Ibá / Site do Serviço Florestal Brasileiro, 2015.

Distribuição das árvores plantadas por Estado  
Distribution of planted trees by state

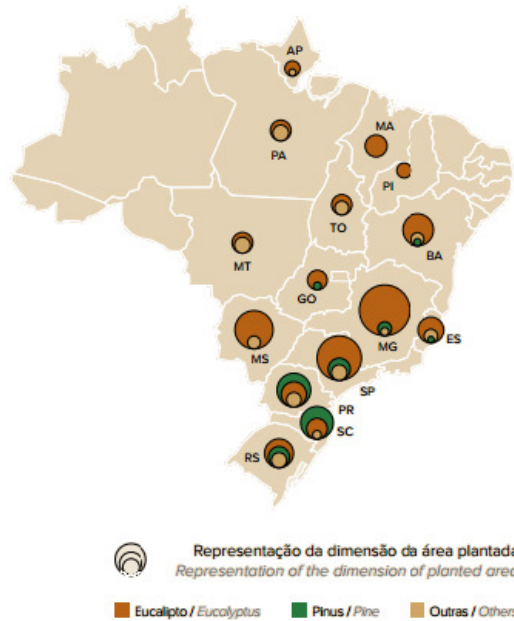


Gráfico 8 – Distribuição da floresta plantada por estado, em 2015.

Fonte: Ibrá / Site do Serviço Florestal Brasileiro, 2015.

Em relação à distribuição florestal por estado, o gráfico 10 demonstra que o pinus proveniente de floresta plantada no Brasil e que é utilizado no sistema construtivo *wood frame*, está concentrado em quatro estados: Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo. Minas Gerais, Bahia e Espírito Santo possuem áreas menores de plantação de pinus.

## 7. Conclusão:

Em um país com imenso déficit habitacional como o Brasil, cuja mão de obra do sistema construtivo tradicional se mostra demasiadamente improdutivo, de baixa escolaridade e cada vez mais cara, fica evidente que é preciso optar por construir de forma mais industrializada e produtiva.

A construção civil brasileira, que tanto se destacou na era do concreto armado com sua leveza e curvas, precisa mudar as práticas construtivas. O uso do CLT, também mencionado neste artigo, traz grandes vantagens e possibilidades, sendo muito mais eficiente e sustentável do que qualquer material de construção recentemente descoberto. O uso da madeira nos países mais desenvolvidos tem sido cada vez mais destacado e promissor.

O sistema *wood frame* apresenta-se como uma boa alternativa construtiva para se atingir um outro patamar de produtividade não só pelas inúmeras vantagens mencionadas neste artigo, mas também sendo um sistema mais sustentável tanto economicamente quanto ambientalmente. Fica evidente o quanto este sistema está à frente do sistema construtivo tradicionalmente utilizado pelo Brasil, cujas características foram herdadas desde a época do Brasil colonial.

As unidades do SENAI deveriam, juntamente com as Federações das Indústrias Estaduais, com a coordenação da FIEP, criar uma política de divulgação, cursos e capacitação de mão de obra sobre este promissor sistema construtivo por todo o Brasil, promovendo conhecimento e divulgando suas vantagens.

Assim, teríamos um alargamento da cadeia produtiva, barateamento dos custos dos insumos, fomento para o plantio de novas áreas destinadas ao mercado da construção civil e consequente quebra das barreiras culturais tão arraigadas à nossa cultura.

## Referências:

MELLO, Luiz Carlos B. de B.; AMORIM, Sergio Roberto L. de. O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. **Production Journal**, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009.

DE BRITO MELLO, Luiz Carlos Brasil; DE AMORIM, Sérgio Roberto Leusin; DE MELLO BANDEIRA, Renata Albergaria. Um sistema de indicadores para comparação entre organizações: o caso das pequenas e médias empresas de construção civil.

ESPINELLI, U. A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras. **SEMINÁRIO DE GESTÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO—AVANÇOS E DESAFIOS**, 2005.

MOLINA, Julio Cesar; JUNIOR, Carlito Calil. Sistema construtivo em " wood frame" para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

**Japan Kobe Earthquake Shake Table Simulation - Earthquake Performance of Multi-storey Cross Laminated Timber Buildings**, QUENNEVILLE, Pierre; MORRIS, Hugh, The University of Auckland, NZ TIMBER DESIGN JOURNAL, ISSUE 4, VOLUME 15, 2007.

**A produtividade da Construção Civil Brasileira**. Estudos específicos da Construção Civil. 02/08/2012. Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC)/Fundação Getúlio Vargas (FGV). [www.cbicdados.com.br](http://www.cbicdados.com.br)

LIGHT wood frame. Revista Técnica, São Paulo, ano 17, ed. 148, p. 48-53, jul. 2009

MEIRELLES, Célia Regina Moretti et al. O potencial sustentável dos sistemas leves na produção da habitação social. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 1, n. 2, 2013.

## SITES CONSULTADOS

**Comparativo Custos Processo – FIEP.** [http://www.fiepr.org.br/para-empresas/conselhos/base\\_florestal/uploadAddress/2 - Wood Frame\[44709\].pdf](http://www.fiepr.org.br/para-empresas/conselhos/base_florestal/uploadAddress/2 - Wood Frame[44709].pdf), acessado em Jul./2015.

**Templo Horyu-ji, A construção de madeira mais antiga do mundo.** Estruturas de Madeira. madeiraestrutural.wordpress.com. <https://madeiraestrutural.wordpress.com/2009/06/22/templo-horyu-ji-a-construcao-de-madeira-mais-antiga-do-mundo>, acessado em jul. /2015.

**BBC Brasil, Youtube. Palavras de pesquisa: NASA efeito estufa 2006.** Endereço de URL do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=KhwVaH8P4y0>.

**EUA e China anunciam acordo para reduzir emissão de gases poluentes**, Folha de São Paulo, 12/11/2014. <http://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2014/11/1546843-eua-e-china-anunciam-acordo-para-reduzir-emissao-de-gases-poluentes.shtml>, acessado em jul. /2015.

**Brasil leva surra dos EUA em produtividade: como melhorar?** Revista Exame, Editora Abril. <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1025/noticias/agora-vem-a-parte-mais-dificil>, 3 de out de 2012, acessado em Jul./2015.

**Building With Engineered Timber:** [www.nytimes.com/interactive/.../0605-timber.html](http://www.nytimes.com/interactive/.../0605-timber.html), 4 de jun de 2012, acessado em jul. /2015.



**Núcleo Senai de Sustentabilidade, Curitiba.** Revista Finestra, Edição 84. <http://arcoweb.com.br/finestra/arquitetura/studio-arqbox-nucleo-senai-de-sustentabilidade-curitiba>, acessado em jul. /2015.

**Tackle Climate Change: Use Wood,** 2ª revision de december de 2011. [https://www.google.com.br/search?q=Tackle+Climate+Change+Use+Wood&oq=Tackle+Climate+Change+Use+Wood&aqs=chrome..69i57j0j69i60.1128j0j4&sourceid=chrome&es\\_sm=122&ie=UTF-8](https://www.google.com.br/search?q=Tackle+Climate+Change+Use+Wood&oq=Tackle+Climate+Change+Use+Wood&aqs=chrome..69i57j0j69i60.1128j0j4&sourceid=chrome&es_sm=122&ie=UTF-8), acessado em jul. /2015.

**Informativo Confederação Nacional da Indústria (CNI).** Informativo CNI, Ano 1, nº 1. [http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_24/2015/02/20/526/Notaeconomica01-Competitividade.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_24/2015/02/20/526/Notaeconomica01-Competitividade.pdf), acessado em Jul./2015.

**Youtube. Palavras de pesquisa: Forté Buiding.** URL: <https://youtu.be/cqXygHyU5ws>, acessado em jul. /2015.

**Youtube. Palavras de pesquisa: CLT Fire Testing.** URL: <https://youtu.be/cqXygHyU5ws>, acessado em jul. /2015.