

## ANÁLISE DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO PARA PLACAS DE OSB (*ORIENTED STRAND BOARD*) EM CONSTRUÇÕES ENERGITÉRMICAS SUSTENTÁVEIS (CES)

Patrícia Krüger (Professora Mestre do departamento de Engenharia Civil da UEPG) E-mail: pkruger@uepg.br  
Ramon Victor Guilherme (Universidade Estadual de Ponta Grossa) E-mail: ramonrvpg@hotmail.com  
Rodrigo Scoczynski Ribeiro (Universidade Estadual de Ponta Grossa) E-mail: rscsco.ribeiro@gmail.com

**Resumo:** A impermeabilização de edificações é uma das principais fases da execução de uma obra na construção civil, porém, normalmente não é oferecida a atenção requerida para este fator primordial ao conforto e salubridade dos habitantes e usuários. Diferentemente das edificações executadas no método convencional brasileiro, as construções energitéticas sustentáveis (CES), muito difundidas em países desenvolvidos, adotam um método eficaz e relativamente oneroso para proporcionar a estanqueidade de suas paredes de vedação, a utilização de membranas poliméricas impermeáveis, fixadas em toda a superfície externa da edificação, anteriormente ao revestimento, através de pinos adequados e corretamente depositados. Estas paredes são formadas por placas de OSB (*oriented strand board*), material constituído por tiras de madeira orientadas, resinadas e posteriormente prensadas, sendo associadas com perfis de madeira (*wood framing*) ou perfis de aço galvanizado (*steel framing*), resultando no fechamento e estrutura da edificação. Pelo fato de estas chapas não possuírem resistência a ação da umidade, necessitam de um sistema que as impermeabilize. Desta forma, neste trabalho serão apresentadas análises de métodos impermeabilizantes alternativos a serem utilizados nas CES, através de ensaios de impermeabilização com as diferentes técnicas, visando a comprovação da eficácia de cada método e o custo relativo a cada material, para que então seja possível a redução no custo de implantação da nova técnica de construir em território nacional, no que tange gastos referentes à estanqueidade das obras.

**Palavras-chave:** Impermeabilização, OSB, CES, estanqueidade.

## ANALYSIS OF WATERPROOFING SYSTEMS FOR ORIENTED STRAND BOARDS IN THE THERMAL-ENERGETIC SUSTAINABLE CONSTRUCTIONS

**Abstract:** The building's waterproofing is one of the main execution phases in a construction work, however, is usually not offered the required attention to its key factor to the inhabitants and users comfort and health of. Unlike the conventional Brazilian method performed, the thermal-energetic sustainable buildings (CES), widespread in developed countries, adopt an effective and relatively expensive to provide watertight seal in their walls, the use of polymeric membranes waterproof, fixed throughout the outer surface of the building, prior to coating, through special pins correctly deposited.

These walls are formed of OSB (*oriented strand board*), material constituted by oriented strips of wood, resin-coated and subsequently pressed, being associated with wooden profiles (*wood framing*) or profiles of galvanized steel (*steel framing*), resulting in closure and building structure.

Because these plates do not have resistance to the action of moisture, they need a waterproof system. Thus, in this work will be presented some analyzes of waterproofing methods used in "CES", through waterproofing tests with different techniques in order to prove the effectiveness of each method and the cost for each material, so that it is possible to reduce the cost of implementing the new technique in national buildings, regarding expenses related to the construction's tightness.

**Keywords:** Waterproofing, OSB, CES, tightness.

### 1. INTRODUÇÃO

O sistema CES (construção energitética sustentável) representa atualmente a forma mais benéfica de edificar quando se visa um ganho no que diz respeito aos princípios de sustentabilidade largamente abordados nos dias atuais. O termo construção energitética sustentável denota as características da construção, bem como suas vantagens em relação aos materiais utilizados, dentre eles a madeira, em *wood frame*, e perfis de aço no *steel frame*. A

expressão energit mica caracteriza a edifica o pelo seu bom aproveitamento da energia e ótimo desempenho tímico, resultando numa economia global do sistema desenvolvido. A sustentabilidade, por sua vez, está presente pelo uso de materiais que possuem ótimo desempenho termoacústico gerando quantidades mínimas de resíduos quando comparadas a sistemas construtivos convencionais.

Dentre as novas idéias trazidas pelo pensamento sustentável encontra-se a utiliza o de placas de OSB (*oriented strand board*), as quais são definidas por painéis de tiras de madeira orientadas que possuem grande resistência mecânica e às intempéries quando impermeabilizadas, sendo usadas desta forma como painéis estruturais ou de vedaq o. Segundo Souza (2007), os painéis podem ser utilizados como fechamento interno ou externo, necessitando de um acabamento impermeável quando utilizados em áreas expostas.

A constru o civil em países desenvolvidos como Estados Unidos e Canadá utiliza abundantemente a tecnologia de constru es energit micas sustentáveis, sendo o *wood frame* o método construtivo mais predominante nas constru es de casas e apartamentos desses países (AMERICAN WOOD COUNCIL, 2006). Porém, no Brasil, a utiliza o deste método mais racional de edificar ainda   pouco difundida, representando na cultura nacional uma quebra de paradigmas dos métodos construtivos convencionais, pelo fato de que exige uma mão de obra mais especializada que a disponível no quadro da constru o civil nacional, e também por denotar uma estrutura frágil e não estanque   primeira vista do morador.

Neste trabalho, será abordada com enfoque a impermeabiliza o das chapas de OSB para fins de vedaq o de constru es habitáveis, visto que o método utilizado comumente apresenta custo relativamente elevado, dificultando ainda mais a implanta o da técnica no país. Desta forma serão analisados métodos alternativos que visam proporcionar a estanqueidade desejada da edifica o na qual a técnica foi aplicada.

## 2. FUNDAMENTA O TEÓRICA

O sistema *wood/steel framing*, das constru es energit micas sustentáveis (CES), consiste em um método construtivo industrializado e durável, o qual se estrutura em perfis de madeira ou metal que podem formar painéis de pisos, paredes e telhado que são combinados ou revestidos com outros materiais, aumentando assim tanto o conforto termoacústico quanto a estanqueidade da edifica o na qual   utilizado (MOLINA et al., 2010).

A origem do sistema, segundo a Consulsteel (2010), ocorreu por volta dos anos de 1810, quando os Estados Unidos começaram a expansão do seu território até alcançarem a costa oeste do Oceano Pacífico no ano de 1860. Nestes 50 anos, a popula o americana praticamente duplicou, o que gerou a demanda por habita es que fossem edificadas em um prazo relativamente curto de tempo. Assim, visto a necessidade comentada, deu-se início ao uso de insumos provenientes do próprio local, no caso   madeira, dando origem a um sistema que mais tarde seria desenvolvido, resultando no *wood framing*. Porém, com o passar dos anos, mais precisamente em 1933, a indústria siderúrgica deste país passava por um grande desenvolvimento em todos os seus módulos, fato relevante para o lançamento do primeiro protótipo de uma residência em *Steel Frame* na Feira mundial de Chicago, segundo Frechette (1999).

A técnica do *Steel Frame*, no início de sua utiliza o, limitava-se somente a constru es comerciais, sendo que somente após a segunda guerra mundial a nova maneira de edificar começou a ser aplicada a residências familiares pelo fato de a economia norte-americana ter apresentado um enorme crescimento com o pós-guerra. Desta forma, a abundância na produ o do aço fez com que o processo de constru es leves utilizando perfis

metálicos se desenvolvesse e se tornasse mais viável do que o *wood frame* pela maior precisão nas formas e dimensões das peças e melhor desempenho estrutural, resultando num índice de 25% das casas americanas executadas em *steel frame* no final da década de 1990 (BATEMAN, 1997), sendo que no ano de 1992 haviam quinhentas casas construídas através da técnica e no ano de 2004 o número já se encontrava superior a quinhentas mil residências (ARALDI, 2010). Desta maneira, segundo o Catálogo de produtos CES LP Brasil (2011), mais de 90% das casas dos Estados Unidos da América e também do Canadá são edificadas através da técnica, o que gera agilidade, redução de desperdícios e uma maior racionalização na construção civil destes países. A figura 1 demonstra a disposição dos materiais no sistema CES.

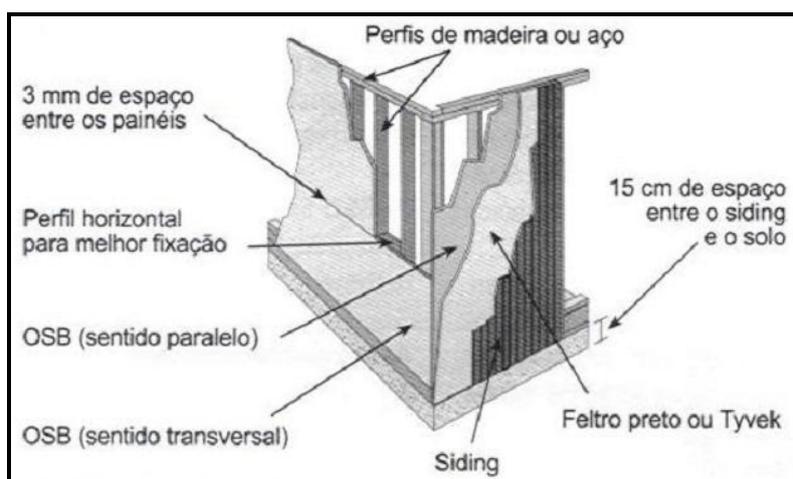


Figura 1 – Sistema *wood/steel framing* (CATÁLOGO MASISA, 2009)

O painel de vedação mais utilizado é o OSB (*oriented strand board*), que também possui características estruturais que lhe conferem o objetivo de contraventar as paredes da construção, sendo associado aos perfis estruturais aplicados. O material pode ser produzido em três ou cinco camadas, com estas variando sua direção conforme a camada onde é aplicada, podendo ser resumido como uma placa formada por uma malha de lascas de madeira de reflorestamento previamente orientadas, coladas e prensadas umas sobre as outras, como se observa na figura 2. A placa geralmente é elaborada com madeira da espécie *Pinus*, já que por ser uma conífera é mais leve, não apresenta cerne e seu lenho é totalmente permeável ao tratamento preservante, diferentemente das folhosas (MOLINA, 2010).



Figura 2 – Chapas de OSB (MADECOM, 2011)

As chapas podem ser utilizadas tanto na face interna quanto externamente à edificação, sendo comum na parte interna a utilização de chapas de gesso acartonado como fechamento, caracterizando um método de vedação vertical utilizado na compartimentação de espaços internos, possuindo acoplamento mecânico de seus elementos à edificação no sistema CES.

Quando dispostas externamente à edificação, as placas recebem, além do sistema de impermeabilização, acabamento formado por diversas variedades de materiais, dentre eles o *siding vinílico*, constituído de PVC, oferecendo um acabamento resistente, durável e leve para a edificação. Outros exemplos de materiais são aço, madeira e PVC, além de placas cimentícias, as quais proporcionam um aspecto semelhante ao da alvenaria (MOLINA, 2010).

Algumas das vantagens das CES que prezam pela sustentabilidade podem ser citadas, como é demonstrado abaixo segundo Araldi (2010), Souza & Martins (2009) e LP (2011):

- Redução dos prazos de construção, em até 60% em relação à construções convencionais;
- Melhoria do desempenho termoacústico por meio do depósito de lãs de rocha ou vidro no interior das paredes e entre as paredes e o forro, o que gera uma diminuição de custos que envolvem energia para aquecimento ou refrigeração do imóvel;
- Reciclagem e reaproveitamento de diversos materiais utilizados no sistema, de uma forma especial o aço. Sendo este o único insumo que pode ser reaproveitado inúmeras vezes sem nunca perder suas características básicas de qualidade e resistência;
- Construção a seco, o que gera uma maior organização do canteiro de obras e diminui a utilização de recursos naturais e o desperdício;
- Redução da emissão de CO<sub>2</sub> em até cinco vezes em comparação com processos construtivos convencionais.

Segundo Sant'anna & Meirelles (2006), no Brasil ainda há pouca experiência nesta forma de edificar, sendo que no país as construções são caracterizadas pelo uso altamente predominante do método artesanal de empilhamento de blocos cerâmicos com estruturas de concreto armado, o que se deve à baixa especialização da mão de obra local, à abundância de solos argilosos para a confecção de tijolos cerâmicos, à diferença ainda existente de custos quando se comparam os dois métodos e à cultura local que fomenta grande parte da rejeição pelas construções energéticas sustentáveis, já que a edificação se apresenta de uma forma não maciça aos olhos da população. Desta forma, o Brasil está somente começando a tomar conhecimento e a aplicar o sistema *wood/steel frame*, podendo-se dizer que após a população passar a aceitar um novo método de morar e edificar, conhecendo suas vantagens e desvantagens, as construções secas serão aplicadas de uma forma mais presente no território brasileiro, colaborando assim, para um desenvolvimento de forma mais sustentável, rápido e com menores índices de desperdício em relação ao que ocorre atualmente.

### 3. IMPERMEABILIZAÇÃO DAS PLACAS OSB PARA FINS DE VEDAÇÃO

Segundo a norma NBR 9575/2003, impermeabilização é definida como o produto resultante de um conjunto de componentes e elementos construtivos (serviços) que objetivam proteger as construções contra a ação deletéria de fluídos, de vapores e da umidade; produto (conjunto de componentes ou o elemento) resultante destes serviços.

A impermeabilização dos sistemas de vedação é essencial para garantir a segurança dos habitantes junto à sua funcionalidade. Uma parede é colocada à prova quanto a sua

estanqueidade quando surgem ações combinadas de chuva e vento ou quando em contato direto com água estagnada. No caso do OSB, como a placa não possui resistência à passagem de água, torna-se essencial a utilização de materiais impermeáveis para a sua vedação. O material utilizado largamente nas CES se trata de uma membrana hidrófuga fabricada através de fibras de polipropileno unidas por meio de um processo de centrifugação, gerando sua resistência à tração e danos durante a instalação (LP, 2011).

Na impermeabilização de paredes de vedação torna-se necessária a garantia da estanqueidade do local juntamente com a ausência de condensação interna à edificação, a qual, segundo Guerra (2010), trata-se do aparecimento de água líquida numa superfície mais fria que o ambiente. Sendo assim é necessário que a edificação possa “respirar”, fator que é obedecido pela aplicação da membrana sintética hidrófuga, demonstrada na figura 3.



Figura 3 – Aplicação de membrana hidrófuga (LP, 2011)

Como esta membrana possui custo elevado em relação aos métodos convencionais de impermeabilização, ela colabora para que a técnica em estudo neste trabalho se torne mais onerosa e menos usual. Desta forma, foi proposta a pesquisa de materiais alternativos que possuem o mesmo objetivo da membrana nesta fase de extrema relevância da edificação, a qual no método se torna muito mais crítico um problema de infiltração, já que este é notado imediatamente pelo habitante, gerando uma enorme presença de água no interior da parede, molhando por completo os materiais responsáveis pelo isolamento termoacústico das paredes, como as lãs minerais, comprometendo todo o sistema da construção e representando, assim, uma desvantagem em relação às edificações convencionais.

Alguns dos materiais alternativos coerentes ao quadro nacional da construção civil encontrados são: impermeabilizantes compostos por resinas hidrófugas, pinturas impermeáveis acrílicas, resinas acrílicas para alvenaria, primer, asfalto diluído, seladores de madeira, cera de abelha e emulsão asfáltica.

Alguns dos materiais citados acima serão utilizados para experimentos em protótipos, para que então possam ser efetuadas as devidas conclusões através da análise dos resultados obtidos.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

A norma brasileira NBR 9574/1986 dita em seu item 5.14 que “Após a execução da impermeabilização, recomenda-se ser efetuada uma prova de carga com lâmina d’água, com duração mínima de 72 horas para verificação da aplicação do sistema empregado.” Baseando-

se neste item da norma, o procedimento experimental para a determinação de resultados comparativos de impermeabilização das placas OSB será realizado através do depósito de um centímetro de lâmina d'água sobre placas de prova de OSB, de 55 centímetros por 61 centímetros, com seu determinado método de impermeabilização durante 24 horas. Esta lâmina será mantida através da utilização de tiras de tubulações de PVC de 250 mm vedadas com a utilização de silicone para banheiros e cera de abelha, como demonstrado na figura 4. O método em questão fica assim determinado com o objetivo de comparação dos resultados através da massa de água absorvida em cada técnica, sendo o período de tempo reduzido em relação à norma pelo fato de as placas de OSB nessas construções não possuírem um contato direto com a umidade, e muito menos a presença de uma lâmina d'água considerável em sua superfície, já que além dos sistemas de impermeabilização largamente utilizados, as chapas recebem ainda revestimentos como o *siding vinílico*, como já comentado anteriormente neste trabalho.



Figura 4 – Método de ensaio de lâmina d'água formado por uma tira de tubulação de PVC de 250 mm utilizando silicone para banheiros e cera de abelha na vedação da junta do sistema em contato com a placa OSB (Os autores, 2012)

Os sistemas de impermeabilização a serem colocados à prova d'água, sendo duas placas de prova por sistema, estão relacionados abaixo:

- Emulsão asfáltica;
- Selador de paredes em alvenaria;
- Cera de abelha;
- Selador de madeira;
- Membrana polimérica.

Além da análise com impermeabilizantes, será feita a análise da situação crítica, ou seja, sem nenhuma aplicação que forneça estanqueidade à placa.

Devido à utilização de diferentes produtos betuminosos na construção civil, será feita uma aplicação com emulsão asfáltica polimérica de ruptura rápida, pois se acredita que a película betuminosa formada após a ruptura seja altamente eficiente. Sabe-se que o produto que será utilizado possui ampla aplicação na pavimentação, porém o mesmo é a origem dos produtos betuminosos impermeabilizantes utilizados em algumas etapas da construção civil.

A cera de abelha, por ser um material não industrializado, possui baixa credibilidade, e sua aplicação depende de aquecimento devido a sua trabalhabilidade, diferentemente do selador de paredes e do selador de madeira, que são fácil aplicação.

A estanqueidade fornecida pelo selador de madeira é esperada como boa, visto que a industrialização do produto é direcionada ao material. Já para o selador de paredes, sabe-se que a utilização em madeira não é indicada pelo fabricante, portanto sua eficiência esperada é baixa.

Também foi realizado um levantamento de custos referentes à utilização de cada material por metro quadrado aplicado, como é representado na tabela 1 abaixo:

Tabela 1 – Custos das técnicas propostas em relação à existente

Material	Custo por m <sup>2</sup> (R\$)
Membrana impermeável	4,45
Cera de abelha	1,87
Selador de parede	1,80
Selador de madeira	2,35
Emulsão asfáltica	1,68

Fonte: Pesquisa comercial (2012)

Todos os valores, com exceção do valor da membrana polimérica, foram pesquisados em Ponta Grossa, no mês de julho de 2012.

A emulsão apresentou o menor custo, porém ressalta-se que o produto não possui indicações para uso em madeira, além da questão estética. Como esperado, a técnica existente (membrana impermeável) apresentou o maior custo. O selador de madeira exibiu o segundo maior valor, mas é indicado para o produto, diferentemente dos demais. A cera de abelha, com um custo intermediário, mostra-se como alternativa.

As placas ensaiadas sem um sistema de impermeabilização foram utilizadas no experimento como dado de base, no intuito de comprovar a péssima resistência das chapas de OSB a passagem de água, comprovando desta maneira sua permeabilidade. Assim, o sistema foi executado efetuando-se primeiramente a medição da massa das placas secas e a disposição da tira da tubulação sobre elas, vedando-se as juntas com silicone e cera de abelha como já comentado. Após isso, adicionou-se a lâmina d'água com espessura de um centímetro para posteriores verificações e coletas de resultados.

Para a execução das placas que utilizaram emulsão asfáltica de ruptura rápida como método de impermeabilização, efetuou-se a pintura da placa em duas demãos cruzadas na área em questão, sendo que o intervalo entre as demãos foi respeitado com relação à ruptura e secagem total do material aplicado, sendo após a montagem do sistema, executada a medição da massa e aplicada a condição de umidade ao método.

Na utilização da membrana impermeável, fixou-se a mesma na placa através de fitas adesivas, e após isso adicionou-se o sistema complementar para execução da lâmina d'água sobre a placa. Os resultados deste método são de fundamental importância, pois serão utilizados como comparação dos métodos propostos em relação ao comentado, que é o presente nas construções.

A cera de abelha foi escolhida como método de impermeabilização das placas por se tratar de um material natural e renovável, o qual, se eficaz, seria um método mais sustentável

de impermeabilização destas placas de OSB. Para isso, foi executada a disposição da cera em seu estado líquido sobre a placa, através do derretimento de blocos do material, sendo aplicada através do auxílio de espátulas, em uma só camada.

Para a execução das placas com selador de paredes, sendo um produto industrializado, foram seguidas as instruções do fabricante, o qual relata que o produto deve ser aplicado com rolo de lã em duas demãos, com intervalo mínimo entre estas igual a quatro horas. Após a aplicação, executaram-se os métodos de medição de massa da placa seca mais material de impermeabilização, disposição de tubulação e aplicação de lâmina d'água, padrões do ensaio em questão.

Assim como para o selador de paredes, a aplicação do selador de madeira nas chapas de OSB também seguiu métodos de aplicação regidos pelo fabricante do produto, o qual relata que a aplicação do material deve ser feita em duas demãos cruzadas, sendo o tempo de espera entre elas de trinta minutos, tornando-se necessário lixar a primeira demão para fechar os poros deixados pela primeira aplicação da membrana.

Após serem executados todos os seis métodos acima comentados, resultando em doze placas para análise, foi deixada em repouso toda a estrutura montada (demonstrada na figura 5) por 24 horas, para que as placas pudessem absorver a umidade oferecida pela lâmina d'água presente sobre elas, no caso de o método aplicado permitir a percolação do líquido. As chapas foram dispostas sobre ripas de madeira, para que no caso de vazamento através da placa, esta umidade adicional não influenciasse nos resultados obtidos pela diferença de massa entre os instantes inicial (seca) e final (úmida) de cada placa.



Figura 5 – Disposição da estrutura do ensaio (Os autores, 2012)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após decorridas 24 horas de ensaio das placas submetidas à lâmina d'água de um centímetro de espessura, os resultados obtidos foram os apresentados na tabela 2 abaixo:

Tabela 2 – Resultados médios obtidos nos experimentos realizados

Material	Absorção média de água (g)
Membrana impermeável	1,19
Cera de abelha	8,10
Selador de parede	71,38
Selador de madeira	2,80
Emulsão asfáltica	7,10
Sem impermeabilização	76,20

Fonte: Os autores (2012)

Com base na experimentação realizada, observou-se que a membrana impermeável, como esperado, permitiu que uma pequena quantidade de d'água (1,19g) fosse absorvida pela placa, provando que o material é eficaz. Outrora, percebeu-se que o selador de paredes não é indicado para a utilização em placas de OSB, ficando com uma quantidade de massa d'água absorvida quase igual à do sistema sem impermeabilização.

A película betuminosa demonstrou ser estanque, provando que derivados do petróleo em estado líquido, se aplicados corretamente, podem prover a impermeabilização, porém o filme betuminoso que se forma sofre oxidação com o tempo, além de demandar uma utilização de equipamentos de proteção individual como luvas e respiradores.

A cera de abelha provou sua capacidade de impermeabilização, porém sua aplicação depende de aquecimento, assim como sua trabalhabilidade. A dificuldade de aplicação em placas de vedação é alta, lembrando também que a superfície rugosa formada após a aplicação da cera pode não receber qualquer tipo de revestimento.

O selador de madeira provou ser o método alternativo mais eficiente. Seu custo é inferior ao da membrana polimérica, e a quantidade de água absorvida (2,80g) é tolerável. A aplicação do produto é simples, podendo-se afirmar que uma opção à membrana foi encontrada.

## 5. CONCLUSÃO

Observada a eficácia de um sistema impermeabilizante para a placa em OSB, diferente da técnica existente, pôde-se concluir que uma construção energitêmica sustentável pode ser realizada com produtos alternativos que geram menor custo. Existem outras análises a serem realizadas, ligadas aos demais fatores ponderantes à obra, como estrutura, mão de obra e arquitetura.

Em estudos mais amplos, como em protótipos na escala real, por exemplo, o funcionamento global da edificação pode ser observado, trazendo resultados de diversas análises, orientando o uso do construído para um determinado tipo de edificação.

Supondo que os custos possam ser reduzidos com a utilização de técnicas alternativas, como a apresentada por esse trabalho, situações que vão de habitações de interesse social a edificações de alto padrão podem ter sua execução com maior viabilidade econômica.

O OSB, por variar suas propriedades em função da umidade, configura situações em que sistemas impermeabilizantes eficazes são essenciais, para tanto, faz-se necessária a experimentação dos sistemas de impermeabilização alternativos à membrana polimérica antes do seu uso efetivo, como demonstrado neste trabalho, possibilitando, desta maneira, uma ramificação de sistemas de impermeabilização para as construções em questão.

## REFERÊNCIAS

**AMERICAN WOOD COUNCIL.** *Conventional wood frame construction.* American Forest & Paper Association, 2006.

**ARALDI, E.** *Sistema light steel framing.* *Seminário Interno – UFRGS.* Porto Alegre, 2010.

**BATEMAN, BRUCE W.** *Light gauge steel verses conventional wood framing in residential construction.* Journal of construction education. Vol. 2. N. 2. P. 99-108, 1997.

**CATÁLOGO MASISA.** *Recomendações práticas OSB.* Curitiba, PR, 2009.

**CONSTRUÇÃO ENERGITÉRMICA SUSTENTÁVEL. CATÁLOGO DE PRODUTOS CES LP BRASIL**, 2011.

**CONSULSTEEL.** *Steel framing: manual de procedimento*. Disponível em <<http://www.consulsteel.com>>. Acesso em Dezembro de 2011.

**FRECHETTE, L. A.** *Building smarter with alternative materials*. 1999. Disponível em <<http://www.build-smarter.com>>. Acesso em dezembro de 2011.

**GUERRA, J.** *Materiais de Construção II – Impermeabilizações*. Universidade Fernando Pessoa, 2010.

**LOUISIANA PACIFIC (LP).** *Sistema CES*. Disponível em <<http://www.lpbrasil.com.br/sistemas/sistema-ces.html>>. Acesso em Dezembro de 2011.

**MADECOM.** *Compensados e Madeiras..* Disponível em : <<http://www.madecomcompensados.com/br>>. Acesso em fevereiro de 2011.

**MOLINA, Julio C.; JUNIOR, Carlito C.** *Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira*. EESC/USP; artigo técnico. São Paulo SP, 2010.

**NBR 9574.** *Execução de impermeabilização*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro – RJ, 1986.

**NBR 9575.** *Impermeabilização – Seleção e projeto*. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro – RJ, 2003.

**SANT’ANNA, S & MEIRELLES, C.** *Sistemas construtivos leves*. III Fórum de pesquisa FAU Mackenzie, 2007.

**SOUSA, A. M. J. D. ; MARTINS, N. T. B. S.** *Potencialidades e obstáculos na implantação do sistema Light Steel Framing na construção de residências em Palmas-TO*. Trabalho de conclusão de curso. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Palmas – TO, 2009.

**SOUZA, Henri André Ferreira S.** *Fechamento Vertical E Modulação, Para Uma Habitação De Interesse Social E Estruturada Em Aço*. Monografia, Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso, 2007.