

Avaliação da Sustentabilidade da Madeira por Meio da Ferramenta ISMAS

Márcia Bissoli-Dalvi¹, Soyana Corrêa Ferres¹, Cristina Engel de Alvarez¹, Gerardo Erich Saelzer Fuica²

¹Laboratório de Planejamento de Projetos, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, Vitória/ES, Brasil

²Departamento de Diseño y Teoría de la Arquitectura, Universidad del Bío-Bío – UBB, Concepción, Chile

RESUMO

Esta pesquisa objetivou avaliar o índice de sustentabilidade da madeira usada na construção civil a partir dos critérios previamente estabelecidos na ferramenta ISMAS – Instrumento para Seleção de Materiais Mais Sustentáveis, cuja metodologia considera especificamente os aspectos relacionados à “economia de matérias-primas” e “geração e gestão de resíduos” nos procedimentos de avaliação. A ferramenta apresenta a seguinte escala de graduação para os possíveis resultados: muito baixo, baixo, médio, alto e elevado. A metodologia adotada para a obtenção dos resultados foi estabelecida a partir de testes com o instrumento, envolvendo arquitetos sediados no Estado do Espírito Santo, Brasil. O resultado demonstrou que a madeira obteve o índice “alto” de sustentabilidade, contrariando a hipótese inicial de que o material alcançaria o nível “elevado”. Esse resultado sugere o amadurecimento do conceito sustentável da madeira, que atualmente relaciona-se somente com o critério renovável. A avaliação pelo ISMAS demonstrou a necessidade do uso de outros critérios.

Palavras-chave: construção civil, desenvolvimento sustentável, seleção de materiais.

Wood Sustainability Assessment Through ISMAS Tool

ABSTRACT

This research aimed to assess the level of sustainability of the wood used in construction, based on the previously established criteria obtained with the ISMAS tool - Tool for Selecting Most Sustainable Materials, which methodology specifically considers aspects related to “economy of raw materials” and “generation and waste management” in evaluation procedures. The tool displays the following rating scale for the possible results: very low, low, medium, high and very high. The methodology used to obtain the results was established from an instrument test, involving architects from the state of Espírito Santo (Brazil). The results showed a “high” sustainability index of the wood, contradicting the initial hypothesis that the material would reach the “very high” level. This result suggests the maturity of the sustainable wood concept, which currently relates only to the renewable criteria. The review by ISMAS demonstrated the necessity of using other criteria.

Keywords: civil construction, sustainable development, material selection.

1. INTRODUÇÃO

A constatação de que a ação humana sobre o meio ambiente ocasiona consequências irreversíveis alertou para a necessidade da busca de novas formas de desenvolvimento, especialmente no âmbito da construção civil, considerando ser ela uma das atividades econômicas que mais contribui para essas alterações. No que diz respeito especificamente aos materiais e, dentre eles, à madeira, as consequências do uso intensivo podem ser notadas por fatores como a diminuição de áreas florestais, a degradação dos ecossistemas, entre outros problemas (Lykidis & Grigoriou, 2010).

A indústria da construção civil vem aumentando o consumo dos materiais de construção, o que incrementa ainda mais os problemas correlacionados. As principais forças motrizes são o aumento da população, o crescimento econômico, além do aumento no padrão de desenvolvimento, estimulados pelos atuais moldes de produção e de consumo. Diante da incontestável finitude das matérias-primas fundamentais para a construção e da notória necessidade de se mudar o modo de explorar os recursos naturais, a busca por melhorias deve estar acompanhada por soluções que incentivem o uso dos recursos naturais com baixo impacto ambiental (Motta & Aguilar, 2009), sendo que a etapa de escolha dos materiais de construção pode favorecer esses preceitos.

Mais especificamente, a seleção de materiais inserida no contexto da sustentabilidade representa uma perspectiva para essa problemática (Oliveira, 2009). Contudo, a efetiva definição da sustentabilidade dos materiais envolve aspectos que incorporam incertezas e variáveis subjetivas (John et al., 2007). Porém, mesmo diante dessas incertezas, a rotineira etapa de especificação de materiais tende a ampliar os critérios para uma seleção adequada aos novos tempos, abrangendo considerações que vão além das habituais (Abeyundara et al., 2009), como o preço ou a tendência de escolher, preferencialmente, os materiais usados tradicionalmente pela construção civil.

Diante do exposto, o contexto dessa pesquisa fundamentou-se na necessidade de incorporação dos valores intrínsecos da sustentabilidade na construção civil, bem como na afirmativa de que a sustentabilidade requer novos encaminhamentos, que devem estar atrelados a conceitos como inovação, mudança e compromissos

com o futuro (Evans, 2010). Destaca-se que a maioria dos impactos causados por uma edificação provém de escolhas feitas na etapa de projeto, sendo necessário domínio de uma grande quantidade de informações para a escolha dos denominados “materiais mais sustentáveis” (Rathod & Kanzaria, 2011), premissa fundamental para um “projeto mais sustentável” (Oliveira, 2009).

No entanto, é necessário simplificar as metodologias de suporte às avaliações dos materiais para que, de fato, seja viável o uso rotineiro pelos profissionais (Diaz-Balteiro & Romero, 2004). Nesse sentido, observa-se que grande parte dos projetistas atuantes no mercado possui formação básica de graduação e/ou especialização e que, portanto, detém os conhecimentos desejáveis para manipulação de sistemas básicos de avaliação de sustentabilidade.

Em relação à madeira, suas características a tornam um material naturalmente visto como arquétipo para impulsionar o desenvolvimento sustentável. O armazenamento de carbono, por exemplo, pode reduzir o CO₂ da atmosfera, provável principal causa das alterações climáticas (Päivinen et al., 2009). Além disso, esse é um recurso renovável considerado como o único passível de ser gerido pelo homem (CEI-BOIS, 2007).

Nesse contexto, esta pesquisa foi embasada no pressuposto de avaliar a sustentabilidade de um material de construção utilizando para isso uma ferramenta auxiliar, com o intuito de fornecer ao projetista outras possibilidades e requisitos para a etapa de seleção de materiais. Soma-se também o fato de avaliar um material tradicionalmente utilizado na construção civil, a madeira, e que já apresenta elementos que direcionam para a promoção da sustentabilidade. Dessa forma, foi possível averiguar se determinados aspectos conceitualmente promulgados são, de fato, pertinentes.

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o índice de sustentabilidade da madeira considerando especificamente os aspectos relativos à “economia de matérias-primas” e à “geração e gestão de resíduos”, os quais são preconizados pela ferramenta ISMAS.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Considerando a dificuldade de obtenção de dados qualitativos para a análise do índice de sustentabilidade dos materiais e reconhecendo algumas metodologias como insuficientes, inadequadas ou complexas para o procedimento de análise na etapa de projeto – tais como a Análise do Ciclo de Vida (Wadel et al., 2010) ou de quantificação de Energia Embutida nos Materiais (Abeyundara et al., 2009) –, constatou-se que embora fossem muitas as variáveis a serem consideradas, era desejável adotar uma metodologia simplificada de avaliação, adequada aos procedimentos projetuais atuais. O ISMAS – Instrumento para Seleção de Materiais Mais Sustentáveis (Bissoli-Dalvi, 2014) foi desenvolvido dentro desse enfoque, no qual o respondente obtém a avaliação final do material considerado a partir da “nota” alcançada em cada item.

O instrumento foi configurado na forma de um sistema para web e proposto para auxiliar o projetista na avaliação da sustentabilidade dos materiais de construção, possuindo como principal característica o uso simples, prático e rápido. Assim, o ISMAS considera que embora haja tendência a se selecionar uma grande quantidade de critérios um conjunto menor e adequadamente selecionado à realidade nacional tende a se tornar uma abordagem mais eficaz (Pinter et al., 2005).

Nesse sentido, o ISMAS adota por base estrutural os critérios ambientais que se relacionam com a economia de matérias-primas e com a produção e o destino dos resíduos, sendo constituído por sete critérios. Numericamente, os valores para a pontuação em cada critério assinalam três níveis de resposta, sendo propostas cores associadas, o que auxilia na interpretação dos resultados. Cada nível apresenta uma estratégia vinculada a um determinado valor numérico (Figura 1).

A maneira como cada critério influencia a sustentabilidade não é consensual nem imutável ao longo do tempo, destacando-se a dificuldade de expressar a sustentabilidade em termos absolutos (Mateus & Bragança, 2011). Assim, o ISMAS adota valores numéricos – pesos – os quais cooperam para indicar a maior ou menor importância relativa dos critérios em relação ao contexto (Tabela 1).

Por meio de média ponderada, o sistema converte os valores numéricos das marcas de referência e dos pesos em uma pontuação final, obtendo-se um valor que determina o denominado índice de sustentabilidade atingido pelo material (Figura 2). Dessa maneira os resultados são expressos de forma mais facilmente compreensível (Bodart, 2002).

Ressalta-se que os resultados apresentados em relação à avaliação da madeira referem-se a uma parcela específica dos produtos obtidos de uma pesquisa mais ampla que objetivou testar o instrumento ISMAS. Nesse teste foram avaliados 11 materiais, incluindo a madeira, sendo aqui demonstrados os resultados exclusivos desse material, categorizado como o mais elucidativo no contexto de análise.

Para que os resultados do teste em questão fossem representativos, foram convidados a participar da

Tabela 1. Pesos definidos para cada critério do ISMAS. **Table 1.** Defining factors for each ISMAS's tool criteria.

	Critério	Peso
1	É possível ser reaproveitado, no todo ou em parte	1
2	É renovável	4
3	Dispensa materiais adicionais para acabamento	0,5
4	Possui elementos reciclados	2
5	A durabilidade independe de manutenção	1
6	Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento	0,5
7	Favorece a baixa geração de resíduos	1



Figura 1. Escala de gradação para a avaliação de cada critério no ISMAS. **Figure 1.** Rating scale for the evaluation of each criteria contained in ISMAS tool.

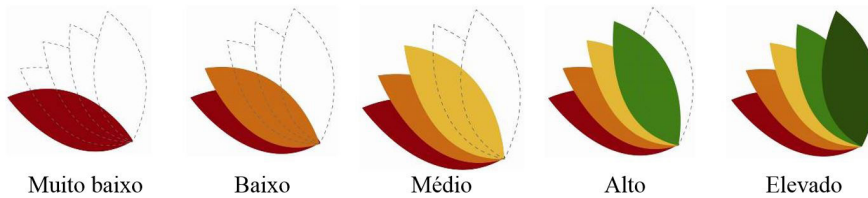


Figura 2. Representação visual do índice de sustentabilidade do material pelo ISMAS.
Figure 2. Visual representation of the sustainability index of the material by ISMAS.

análise os profissionais cadastrados no Conselho de Arquitetura e Urbanismo, divisão Espírito Santo (CAU/ES), sendo que a esses profissionais foi fornecido um link para acessar o instrumento. Com base na tabela Margem de erro desejada, proposta por Arkin & Colton (1971), foi possível gerar a margem de erro pela relação entre o tamanho da população (arquitetos convidados) e a amostra (arquitetos que testaram). Com um grau de confiança de 95,5%, da população de 1.922 arquitetos participaram 143 respondentes, gerando uma margem de erro de $\pm 10\%$. Seguindo o princípio da casualidade, e para evitar resultados tendenciosos, o teste aconteceu com a colaboração voluntária dos profissionais, e os elementos da amostra foram definidos ao acaso.

Como a pesquisa envolveu a participação de pessoas – e considerando o princípio do resguardo do bem-estar dos indivíduos que participam de qualquer pesquisa –, a mesma foi submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com seres humanos, tendo sido aprovada em 2 de agosto de 2013, sob número 352.794.

Considerando que para o uso adequado do instrumento ISMAS é necessário conhecer a aplicação planejada para o material, neste estudo a madeira foi avaliada como elemento de vedação vertical interna. O conteúdo de abordagem e a metodologia específica do ISMAS são apresentados concomitante aos resultados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A madeira foi escolhida como um dos materiais para o teste pelo fato do arquiteto brasileiro deter conhecimento das características da mesma, visto ser utilizada com frequência no Brasil, favorecendo a interpretação dos critérios e a produção dos resultados.

Assim, considerando a madeira para vedação vertical interna, o resultado geral indicou que, de acordo com os critérios definidos no ISMAS, a maioria dos arquitetos consultados (75,89%) chegou ao índice de sustentabilidade alto, sendo que a média final atingiu o valor 0,45, reiterando que os valores finais variam em uma escala de 1 a +1.

Na Figura 3 é possível visualizar a média dos resultados obtidos em todos os critérios propostos pelo ISMAS, observando-se que os maiores percentuais de respostas positivas estão atrelados ao nível 1, relacionado ao potencial de reaproveitamento do material, o que contribuiu para elevar a média final do índice de sustentabilidade da madeira.

Foi avaliado pelos respondentes que a madeira é um material possível de ser reaproveitado com processamento mínimo, ou de forma direta – sem necessidade de reprocessamento –, contribuindo assim com o baixo consumo energético. Considerando-se que o material pode ser reaproveitado diretamente, induz também ao conceito de prolongamento de sua vida útil, ou seja, quanto maior a necessidade de processamento industrial para o reaproveitamento, menos sustentável se torna.

Quanto ao critério É renovável, a média dos resultados foi classificada no nível 1, considerando que a madeira é entendida como um material oriundo de fonte renovável. No contexto do ISMAS, entende-se como renovável o material cuja regeneração acontece de forma contínua, num espaço de tempo considerável e sem risco de esgotamento do material.

No critério Dispensa materiais adicionais para acabamento, destaca-se o fato de a madeira necessitar de materiais de acabamento superficial, mesmo considerando apenas a função de proteção. Um material de proteção – como vernizes, seladores ou impermeabilizantes – é entendido como um material complementar que, no entanto, não descaracteriza o material original em seu

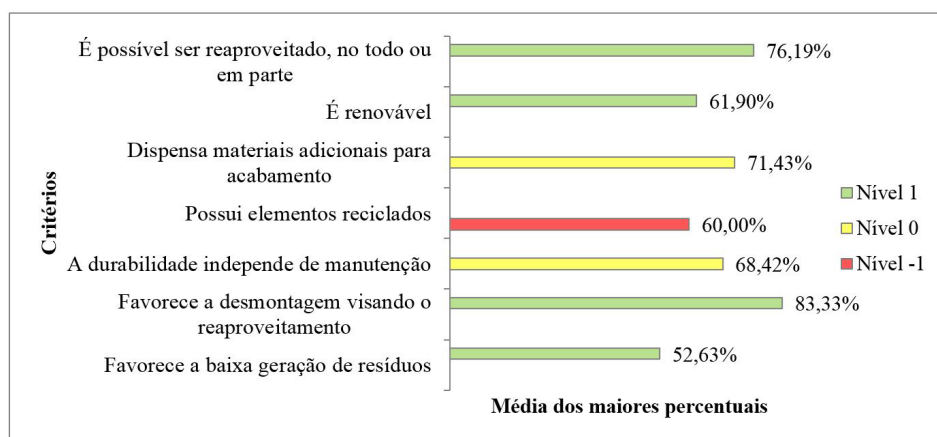


Figura 3. Teste madeira – média dos maiores percentuais em cada critério.

Figure 3. Wood's Test – average of the highest percentages in each criteria.

aspecto estético e volumétrico. Nesse quesito, a média geral das respostas resultou no índice 0, ou seja, como uma prática padrão.

No critério Possui elementos reciclados, o resultado apontou para o índice -1, pois a madeira, por suas características específicas, não possui elementos reciclados em sua composição. Um material com conteúdo reciclado pode ser constituído a partir de resíduos do próprio setor da construção – por exemplo, alumínio, vidro, resíduos de construção e demolição –, ou de outras atividades econômicas, como pó de pneu, casca de arroz, entre outros. Esse é um critério que merece destaque quando é analisado um material como a madeira, para o qual fica demonstrado que a amplitude da análise da sustentabilidade requer fatores nem sempre possíveis de serem atingidos em todos os aspectos.

No critério A durabilidade independe de manutenção foi considerado que a madeira possui vida útil de projeto (VUP) mínima estabelecida pela NBR 15575 (ABNT, 2013) e exige manutenções periódicas com o uso de novos materiais, sendo por isso classificada com o índice 0. A durabilidade é definida como a capacidade de o material manter o desempenho ao longo do tempo, e vida útil como é o período no qual o desempenho é igual ou superior ao mínimo requerido. A NBR 15575 estabelece a VUP mínima para diferentes elementos da obra, observando-se que o conceito vida útil mantém estreita relação com a manutenção.

Já no critério Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento obteve nível 1, pois a madeira

para vedação vertical interna é facilmente separada dos demais materiais por usar encaixes mecânicos, o que contribui para o aproveitamento de praticamente todo o material.

Por fim, no critério Favorece a baixa geração de resíduos obteve o nível 1, pois foi considerado que a madeira para vedação vertical já chega à obra em dimensões preestabelecidas, o que favorece a geração mínima de resíduos, na etapa da construção, durante o uso/operação ou no desmonte.

A avaliação da produção de resíduos deve acontecer nas várias etapas do ciclo de vida, ou seja, na obtenção das matérias-primas, na produção, na construção e até mesmo no desmonte. No entanto, o ISMAS considera, particularmente, as etapas em que o arquiteto atua mais diretamente e possui maior conhecimento para avaliar o material. Em etapas anteriores – como, por exemplo, na etapa de beneficiamento/produção –, muitas vezes as informações não são disponibilizadas, o que dificultaria a análise pelo projetista durante o processo de elaboração do projeto, seja pela ausência de dados no Brasil, seja pela provável demanda de tempo para aquisição do conhecimento específico. Nesse aspecto, se comparado a outros materiais beneficiados e industrializados, a madeira favorece a análise por meio do ISMAS por ser um material sobre o qual informações estão disponíveis para o profissional de forma simples, objetiva e clara, facilitando a obtenção de dados nas diferentes etapas para uma possível análise mais detalhada.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstraram que a madeira atingiu o índice alto de sustentabilidade e não o elevado, conforme hipótese inicialmente formulada. Esse resultado sugere o amadurecimento do conceito de sustentabilidade para a madeira usada na construção civil, cuja avaliação atual vai além do conceito superficial de material renovável. Isso estimula a continuidade dos estudos e incentiva ao debate, para que as análises de sustentabilidade sejam efetuadas a partir de enfoques específicos, de acordo com os aspectos referenciais de cada região.

O fato de a madeira utilizar materiais adicionais para proteção, necessitar de manutenções constantes e não possuir elementos reciclados em sua composição são fatores que cooperaram para a redução do índice de sustentabilidade do material, considerando a abordagem conceitual do instrumento utilizado para o teste. Apesar de o resultado obtido ter sido abaixo das expectativas iniciais, deve ser considerado o indiscutível potencial que o setor madeireiro desempenha numa estratégia de desenvolvimento sustentável.

A madeira destaca-se no movimento em prol da sustentabilidade, pois além de ser um recurso renovável, atualmente aquelas que são certificadas provêm de plantios, o que visa a preservação de florestas nativas. Somado a isso, suas características mecânicas e estéticas fazem com que seja largamente empregada em diferentes âmbitos industriais, estando inserida, inclusive, na cultura do construir em várias regiões brasileiras.

Por fim, os resultados apresentados pela análise do ISMAS demonstraram que a madeira é considerada um material representativo da temática sustentabilidade, o que reforça os pressupostos conceituais promulgados para esse material. Vale destacar apenas que alguns critérios considerados nesta análise apontam para a prerrogativa de que a máxima sustentabilidade nem sempre é possível de ser atingida, visto que o material não cumpre com todos os condicionantes de algumas abordagens.

Quanto à ferramenta ISMAS, constatou-se que pode ser aprimorada, no sentido de abarcar novos critérios, sendo que para essa etapa inicial os critérios demonstraram-se adequados e pertinentes com relação aos conceitos abordados.

AGRADECIMENTOS

Este artigo é parte da tese de doutorado desenvolvida na Universidad del Bío-Bío, Concepción/ Chile. Possui também importante colaboração da Universidade Federal do Espírito Santo/ Vitória/ Brasil, com o envolvimento de professores desta instituição. Agradecemos aos arquitetos que colaboraram voluntariamente com os testes do ISMAS e às duas instituições de ensino, por possibilitarem o intercâmbio de conhecimento. Agradecemos também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – Brasil e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo – FAPES.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 25 jun., 2014

Aceito: 28 ago., 2016

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Márcia Bissoli-Dalvi

Laboratório de Planejamento de Projetos,
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES,
Av. Fernando Ferrari, 514, Cemuni I, Sala 7,
Campus de Goiabeiras, CEP 29075-910, Vitória,
ES, Brasil
e-mail: marciabissoli@gmail.com

REFERÊNCIAS

- Abeysundara UGY, Babel S, Gheewala S. A matrix in life cycle perspective for selecting sustainable materials for buildings in Sri Lanka. *Building and Environment* 2009; 44(5): 997-1004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.07.005>.
- Arkin H, Colton RR. *Tables for statisticians*. 2. ed. Nova York: Barnes & Noble; 1971.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. *NBR 15.575-1: norma de desempenho*. Rio de Janeiro; 2013.
- Bissoli-Dalvi, M. *ISMAS: a sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais* [tese]. Concepción: Programa de Doutorado em Arquitectura y Urbanismo da Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Universidad del Bío-Bío; 2014.
- Bohart M. *Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physiques, économiques et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique*

- [tese]. Louvain: Faculté des Sciences Appliquées Unité d'Architecture, Université Catholique de Louvain; 2002.
- Diaz-Balteiro L, Romero C. In search of a natural systems sustainability index. *Ecological Economics* 2004; 49(3): 401-405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.005>.
- European Confederation of Woodworking Industries – CEI-BOIS. *Tackle climate change: use wood* [online]. Bruxelas; 2007. [citado em 2013 dez. 6]. Disponível em: <http://www.cei-bois.org/files/b03500-p01-84-ENG.pdf>
- Evans JM. *Sustentabilidad en arquitectura 1: compilación de antecedentes de manuales de buenas prácticas para las obras de arquitectura, junto a indicadores de sustentabilidade y eficiencia energética*. Buenos Aires: Consejo Profesional de Arquitectura y Urbanismo; 2010.
- John VM, Oliveira DP, Lima JAR. *Levantamento do estado da arte: seleção de materiais. Documento 2.4.: projeto tecnologias para construção habitacional mais sustentável*. São Paulo: FINEP; 2007.
- Lykidis C, Grigoriou A. Quality characteristics of hydrothermally recycled particleboards using various wood recovery parameters. *International Wood Products Journal* 2010; 2(1): 43-48.
- Mateus R, Bragança R. Sustainability assessment and rating of buildings: Developing the methodology SBTool^{PT}-H. *Building and Environment* 2011; 46(10): 1962-1971. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.04.023>.
- Motta SRF, Aguilar MTP. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. *Gestão & Tecnologia de Projetos* 2009; 4(1): 84-119. <http://dx.doi.org/10.4237/gtp.v4i1.79>.
- Oliveira CN. *O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações* [dissertação]. Florianópolis: Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina; 2009.
- Päivinen R, Lindner M, Rose NK, Lexer MJ. A concept for assessing sustainability impacts of forestry-wood chains. *Canadian Journal of Forest Research* 2009;(131): 7-19.
- Pinter L, Hardi P, Bartelmu P. *Sustainable development indicators: proposals for a way forward*. New York: International Institute for Sustainable Development; 2005. [citado em 2013 set. 27]. Disponível em: http://www.iisd.org/pdf/2005/measure_indicators_sd_way_forward.pdf
- Rathod MK, Kanzaria HV. A methodological concept for phase change material selection based on multiple criteria decision analysis with and without fuzzy environment. *Materials & Design* 2011; 32(6): 3578-3585. <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2011.02.040>.
- Wadel G, Avellaneda J, Cuchí A. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. *Informes de la Construcción* 2010; 62(517): 37-51. <http://dx.doi.org/10.3989/ic.09.067>.