



ISBN: 978-85-67169-04-0

# SIBRAGEC ELAGEC 2015

## São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

### O USO DE MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO PARA SELECIONAR MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

**ZEULE, Ludimilla de O. (1); SERRA, Sheyla M.B. (2)**

(1) e-mail: zeule.eu@gmail.com (2) Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECIV),  
Departamento de Engenharia Civil (DECiv), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),  
e-mail: sheylabs@ufscar.br.

#### RESUMO

A sustentabilidade é tema amplamente abordado nos diversos setores da construção civil. No subsector edificações as práticas sustentáveis voltadas à etapa de execução dos empreendimentos vem conquistando interesse tanto no campo de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, quanto nas aplicações das mesmas nos canteiros de obras. Os materiais da construção são atualmente concebidos incorporando aspectos de sustentabilidade, mas as informações e parâmetros de escolha ainda não são amplamente divulgados e entendidos no setor. Desta forma, este estudo propõe o emprego de um método de tomada de decisão o *Choosing by Advantages* (CBA) para selecionar materiais sustentáveis com foco no uso provisório em edificações nos canteiros de obras. No caso desta pesquisa escolheu-se estudar o melhor tipo de telha, recicladas ou não, para serem empregadas em instalações provisórias. A proposta é que a análise seja feita considerando-se os aspectos de desempenho da norma técnica em conjunto com método escolhido. Espera-se propor um método de análise que possa ser utilizado pelos agentes da construção civil para escolherem o produto mais adequado durante a fase de projeto e planejamento da construção.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Construção civil. Método de tomada de decisão. *Choosing by Advantage*. Telhas recicladas. Instalações provisórias do canteiro de obras.

#### ABSTRACT

*The sustainability is a theme broadly discussed in various sectors of construction. In the sub-sector buildings sustainable practices focused to the implementation stage of the ventures has been conquering interest both in the field of research and development of new technologies, as well as in application of the same in construction sites. The construction materials are currently designed incorporating aspects of sustainability, but the information and parameters of choice are not widely disseminated and understood in the industry. Thus, this study proposes the use of a decision-making method by Choosing by Advantages (CBA) to select sustainable materials focusing on the temporary use in buildings at construction sites. In the case of this research we chose to study the best type of tile, recycled or not, to be used in temporary facilities. The proposal is that the analysis be made considering the performance aspects of technical standard together with the chosen method. It is expected to propose a method which can be used by stakeholders to choose the most suitable product during the design phase and construction planning.*

**Keywords:** Sustainability. Civil construction. Decision-making method. *Choosing by Advantage*. Recycled tiles. Temporary facilities construction site.

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem se destacado em relação ao tema sustentabilidade. Devido à competitividade imposta pelo mercado ou, até mesmo, às exigências dos usuários e das legislações, os envolvidos no setor vêm tentando incentivar e implementar práticas sustentáveis. Para melhor se orientar as empresas passaram a

utilizar os programas de certificação, os manuais de boas práticas no canteiro de obras e os guias de sustentabilidade, entre outras alternativas. Entre as principais práticas podem ser citadas: a implementação de sistemas de captação de água de chuva, o uso de energias renováveis, o reaproveitamento de materiais e o emprego de materiais sustentáveis ou reciclados.

No tocante aos materiais sustentáveis utilizados na construção, Torgal e Jalali (2010) destacam que no contexto da construção sustentável, importa saber desde o início quais os impactos ambientais provocados pelas extrações das matérias-primas necessárias à produção de cada material.

Segundo Medina (2006), os materiais são a base constitutiva dos produtos industriais e sua seleção nos projetos de produtos condiciona o nível dos impactos ambientais que os mesmos terão ao longo de sua vida. Eles emprestam suas funções e características aos produtos que podem assim ser classificados, no caso dos produtos ditos ecológicos, segundo seus materiais constitutivos em: recicláveis, biodegradáveis, verdes etc..

Existe uma grande variedade de produtos diferenciados no mercado, sendo necessário estabelecer métodos de análise que apoiam a tomada de decisão quanto ao material mais adequado para determinada situação. De acordo com Antoniazzi *et al.* (2013), é importante também a verificação das condições climáticas da região onde se ocorre a construção, pois os parâmetros de análise devem adequados para a região de forma a considerar suas características climáticas, sociais e culturais.

Desta forma, nota-se a necessidade de identificar os parâmetros para a seleção de materiais sustentáveis a serem empregados, principalmente quando se trata de um material reciclado que não se tem informações precisas sobre a composição e dados sobre o comportamento e reação do produto em determinada situação.

Para auxiliar no processo de tomada de decisão os métodos multicritérios têm sido muito utilizados, uma vez que procuram esclarecer antecipadamente ao decisor as principais características de cada escolha. Apoiam o processo decisório, embasado nas informações existentes, incorporando valores dos agentes, na busca da melhor solução. Abraham *et al.* (2013) explicam que o setor da construção civil frequentemente enfrenta problemas complexos na tomada de decisões, assim, a análise exige um conjunto de abordagens chamado análise de decisão multicritérios ou *multi-criteria decision-analysis* (MCDA).

Diversos autores: Suhr (1999); Parrish e Tommelein (2009); Lee, Tommelein e Ballard (2010); Haymaker, Chau e Xie (2013); Arroyo, Tommelein e Ballard (2013); Arroyo, Tommelein e Ballard (2015) - destacam o processo de tomada de decisões como método importante na cadeia da construção e, portanto, utilizam o *Choosing By Advantage* (CBA) para oferecer ferramentas que suportam a criação da transparência e ambiente colaborativo para tomar decisões.

Este processo pode ser utilizado em diferentes produtos. No desenvolvimento desta pesquisa pretende-se aplicar o CBA para selecionar produtos relacionados com a fase de execução das obras, que possui tempo limitado de utilização em canteiro, mas com alta possibilidade de reaproveitamento. A opção identificada *a priori* foi para a análise de telhas recicladas ou não para serem aplicadas em instalações provisórias de canteiros de obras. O problema da pesquisa está em quantificar as vantagens econômica, social e ambiental no emprego de materiais sustentáveis.

## **2 A SUSTENTABILIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

A construção civil utiliza grande quantidade de recursos naturais, e isso acaba por qualificar o setor como um agravante ao meio ambiente. O reaproveitamento de materiais através da reciclagem prolonga o ciclo de vida dos materiais, propondo uma forma de poupar recursos naturais não renováveis, e melhora a relação da construção com o meio ambiente.

Dentro do cenário das instalações provisórias do canteiro de obras, Arslan e Cosgun (2008) verificaram que, para melhorar o desempenho destas, a indústria começou a explorar os aspectos ambientais das construções ao longo das suas fases de existência no local. A escolha dos materiais a serem utilizados nas construções, assim como o sistema construtivo, é uma etapa muito importante que deve ser considerada durante a fase de projeto, a fim de minimizar problemas futuros como retrabalhos, resíduos e, consequentemente, maior custo.

De acordo com Torgal e Jalali (2010), além da necessidade de minimização de extração de matérias-primas não renováveis, outra questão importante de se considerar são as escolhas dos materiais de construção buscando sempre privilegiar: materiais não tóxicos; com baixa energia incorporada; recicláveis; que possam permitir o reaproveitamento de resíduos de outras indústrias; que provenham de fontes renováveis; que estejam associados à baixa emissão de GEE (gases de efeito estufa); duráveis; e que seja levado em consideração analisar seu ciclo de vida.

Estudos realizados por Abeysundra, Babel e Gheewala (2009), em edifícios no Sri Lanka identificaram parâmetros na perspectiva de ciclo de vida para a seleção de materiais sustentáveis (fundações, telhados, lajes, pisos, portas e janelas) levando em consideração as questões ambientais, econômicas e sociais. As análises ambientais associados consideraram a energia incorporada e os impactos ambientais como o aquecimento global, acidificação e enriquecimento de nutrientes. A análise econômica foi baseada em preços de mercado e viabilidade econômica dos materiais. Os fatores sociais que foram levados em conta consideraram o conforto térmico, o interior (estética), a capacidade de construir rapidamente, a resistência e a durabilidade. Para ajudar na análise foi proposta uma matriz para ajudar na tomada de decisão.

A etapa de tomada de decisão é muito importante, uma vez que baliza ações e situações futuras. As escolhas de materiais a serem usados nas construções deveria ser uma ação que necessita de olhar conjunto de todas as partes envolvidas no processo de construção e, principalmente, que seja considerada a vida útil, de forma que os materiais selecionados cumpram com que o usuário espera. Por isso, torna-se importante estabelecer um processo de análise que subsidie a decisão.

## **3 PROCESSOS DE TOMADA DE DECISÃO**

Segundo Arroyo (2014), a caracterização de um problema é tão importante quanto a definição dos tipos de métodos de tomada de decisão. Para essa autora, na indústria da construção civil, a análise é complexa e deve considerar uma abordagem mais ampla, considerando um *ranking* de alternativas e criando novas oportunidades que possam cumprir as metas e aspirações do projeto. Entre as análises realizadas por ela, destacou o uso do método *Choosing by Advantages* (CBA).

De acordo com Suhr (1999), o CBA permite que as decisões sejam tomadas com base em fatos relevantes e complexos, gerando decisões sólidas.

De acordo com Arroyo (2014), o método CBA é mais encontrado na literatura de construção enxuta do que na de tomada de decisões, procurando na fase de planejamento e de projeto que haja integração com as fases futuras de execução e ocupação. Continuando, Arroyo (2014) diz haver uma preferência na indústria da construção civil por utilizar outros métodos como *Analytical Hierarchy Process* (AHP), por exemplo, para escolher entre alternativas sustentáveis, porém a autora aplicou o método CBA em diferentes tipos de materiais provando sua eficácia.

#### **4 AS INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DO CANTEIRO DE OBRAS**

As instalações provisórias de canteiros abrigam atividades que podem exigir a permanência prolongada de pessoas, tais como escritórios, salas de reunião e almoxarifados. Para isso, os ambientes de trabalho devem estar em boas condições de habitabilidade respondendo a determinados requisitos de desempenho e salubridade, conforme Norma de Desempenho das Edificações NBR 15.575 (ABNT, 2013a).

Essas instalações, na maioria das vezes, são feitas de chapas de madeira compensada e de chapas metálicas. Entretanto, observa-se a existência de diferentes materiais alternativos, como análise de Dias e Serra (2013). De uma forma geral, pode-se afirmar que o setor apresenta preocupação com a introdução de novas tecnologias sustentáveis, abrangendo materiais, componentes e o processo de projeto.

Saurin e Formoso (2006) mencionam que independente do sistema construtivo utilizado, devem ser considerados os seguintes critérios de análise: custos de aquisição, custos de implantação, custos de manutenção, reaproveitamento, durabilidade, facilidade de montagem e desmontagem, isolamento térmico e impacto visual.

Degani (2010) afirma que a escolha de materiais, soluções e instalações provisórias devem ser orientadas por diversos aspectos: social, econômico, saúde, segurança e conforto dos usuários – e não apenas por características sustentáveis. Segundo a autora, a tomada de decisão não pode ser puramente ecológica, tem que estar pautada na integração entre os produtos, sistemas, elementos e processos produtivos, direcionando-se, principalmente, para o desempenho final da edificação.

#### **5 A NORMA DE DESEMPENHO NBR 15.575**

A Norma de Desempenho NBR 15.575 revisada recentemente conta com novos critérios de avaliação, cita a importância relevante do ciclo de vida dos produtos, “*quanto maior a sua durabilidade, menor a exploração de recursos naturais, renováveis ou não, menor o consumo de água e de energia, menor o teor de poluentes gerados nas fábricas e no transporte das matérias-primas e dos produtos*”(ABNT, 2013a).

Em sua parte 5 esta norma trata dos requisitos mínimos de desempenho dos sistemas de coberturas, onde alega ser:

“a parte da edificação habitacional mais exposta à radiação direta do sol, o sistema de cobertura (SC) exerce predominante influência na carga térmica transmitida aos ambientes (casas térreas e último pavimento de sobrados ou prédios), influenciando diretamente no conforto térmico dos usuários e no consumo de energia para acionamento de equipamentos de ventilação forçada e/ou condicionamento artificial do ar” (ABNT, 2013b).

Rodrigo, Soares e Cardoso (2012) adaptaram e analisaram a regulamentação da NBR 15.575 para situações reais de instalações provisórias de canteiros, propondo os principais aspectos a serem observados: Desempenho estrutural; Segurança contra incêndio; Segurança no uso e na operação; Estanqueidade; Desempenho térmico; Desempenho acústico; Desempenho luminoso; Durabilidade e manutenibilidade; Saúde, Higiene e Qualidade do Ar; Funcionalidade e acessibilidade; Conforto tátil, visual e antropodinâmico; Adequação ambiental: Gestão de resíduos, Gestão da energia, Gestão da água e Escolha de materiais.

## 6 MÉTODO DA PESQUISA

A metodologia estudada supõe o uso do *Choosing by Advantages* (CBA), um sistema que inclui definições, princípios, modelos e métodos para praticamente todos os tipos de decisões que usa comparações entre vantagens e alternativas (SUHR, 1999).

Será verificado o potencial de estudo dos tipos de telhas recicladas (PET, Tetra Pak, tubo de creme dental, fibra vegetal) em comparação com telhas não recicladas (metálica e termo acústica), ambas comercializadas no mercado brasileiro.

O estudo utilizar-se-á de visitas para acompanhar a fabricação das telhas citadas e coletar informações importantes do processo de fabricação. Posteriormente serão realizados ensaios laboratoriais para analisar as características das telhas recicladas e pretende-se também fazer algumas análises *in situ*, ou seja, medições no próprio canteiro de obras, onde se possa verificar o desempenho das telhas analisadas sempre no mesmo local e posição de insolação.

O Quadro 1 seguinte exibe de forma mais detalhada a descrição dos itens que serão analisados sob o ponto de vista sustentável, a metodologia seguida para a análise, e o tipo de análise que será feita, se em laboratórios, fábricas ou no local (*in situ*).

**Quadro 1 – Itens e tipo de avaliação**

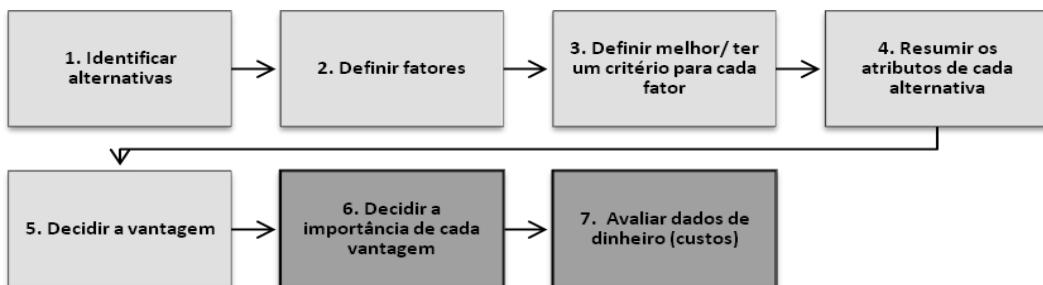
<b>Itens avaliados (Fatores)</b>	<b>Descrição</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Análise: Laboratorial (L) Fábrica (F) Verificação <i>in situ</i> (S)</b>
Níveis de desempenho	Análise de valor da relação custo/benefício dos sistemas de cobertura, levando em consideração: desempenho térmico, desempenho acústico, durabilidade e manutenibilidade	NBR 15.575	F
Durabilidade	Durabilidade do produto ensaiado por câmara de envelhecimento ( <i>mais tempo melhor</i> )	NBR 15.575	L
Presença de formol, componentes tóxicos	Presença de algum elemento tóxico na fabricação do produto ( <i>menor quantidade melhor</i> )	CBA	L/S

**SIBRAGEC - ELAGEC 2015** – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

<b>Itens avaliados (Fatores)</b>	<b>Descrição</b>	<b>Metodologia</b>	<b>Análise: Laboratorial (L) Fábrica (F) Verificação <i>in situ</i> (S)</b>
Resistência mecânica	Quanto de peso a telha resiste às cargas concentradas ( <i>menos deformação melhor</i> ) Quanto resiste os impactos de corpo duro ( <i>menos fissuras melhor</i> )	NBR 15.575	L
Peso	Quanto mais leve melhor	-	F
Potencial de aquecimento global	Quanto de CO2 é emitido em sua produção ( <i>menor emissão melhor</i> )	CBA	L
Propagação de chamas	Verificar o comportamento da telha ao fogo ( <i>quanto mais tempo demorar para propagar chama melhor</i> )	NBR 15.575	L
Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis	Quando a telha é exposta ao calor, fogo, ou água são liberados VOC's ( <i>quanto menos melhor</i> )	CBA	L/S
Barreira antimicrobiana	Ocorrência de mofo ou bolor no produto ( <i>quanto menos melhor</i> )	CBA	L/S
Custo	Custos de aquisição, instalação e manutenção ( <i>quanto menor melhor</i> )	-	F
Controle de matérias-primas;	As matérias-primas para produção das telhas são selecionadas através de um processo categórico?	-	F
Garantia	Garantia do produto dada pelo fornecedor ( <i>quanto mais tempo melhor</i> )	-	F
Quantidade de reciclados	Quantidade de materiais reciclados utilizados na fabricação do produto ( <i>100% melhor</i> )	-	F
Reciclagem;	Quantas vezes a telha ainda pode ser reciclada ( <i>quanto mais melhor</i> )	-	F
Transporte e armazenamento;	Facilidade de transporte e armazenamento ( <i>quanto mais fácil melhor</i> )	-	S
Instalação	Facilidade de instalação ( <i>quanto mais fácil melhor</i> )	-	S
Trajetória do material	Distância entre local onde as telhas são fabricadas e onde são instaladas ( <i>mais perto melhor</i> )	-	S
Stakeholders	Os <i>stakeholders</i> são todas as partes envolvidas, ou seja, inter-relação entre fabricante, representante comercial, projetistas/construtores ( <i>maior comunicação melhor</i> )	-	S

Assim, as telhas recicladas e não recicladas passarão por essas análises seguindo as etapas do CBA ilustrada na Figura 1.

**Figura 1. Etapas do método CBA**



Fonte: ADAPTADO DE ARROYO; TOMMELEIN; BALLARD (2013).

De acordo com Arroyo, Tommelein e Ballard (2013) o processo inicialmente passava por cinco etapas no método original de Suhr (1999), porém atualmente em suas adaptações passa a ter sete etapas como mostrado na Figura 1.

Resumidamente, as **alternativas** são as variedades de telhas a ser comparadas (Etapa 1), os **fatores** estão definidos na primeira coluna do Quadro 1 (Etapa 2), posteriormente definem-se os **critérios** necessários para os fatores (Etapa 3), os **atributos** de cada alternativa estão na segunda coluna do Quadro 1 entre parênteses em itálico (Etapa 4), que são normalmente definidos pelos *stakeholders* e que posteriormente irão decidir a melhor **vantagem** através dos atributos menos preferidos (Etapa 5). Em seguida, a equipe de projeto definirá uma escala de notas por **importância das vantagens** (Etapa 6), para finalmente avaliar os **dados de custo** (Etapa 7) onde a equipe de projeto faz a pontuação total das vantagens para cada alternativa comparando com o custo local. O resultado final desta análise é a seleção de um dos materiais comparados (alternativas), com base nos critérios definidos, que orientam qual a melhor opção a ser empregada.

## 7 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

A pesquisa está em fase de revisão bibliográfica, ainda não apresentando resultados parciais. O próximo passo é a adequação do método CBA para as características brasileiras e o que mais for necessário depois de obtido os resultados. Espera-se também poder avaliar os impactos que materiais sustentáveis causam nos setores sociais, ambientais e econômicos, ou melhor, qual a contribuição em comparação aos materiais não sustentáveis. Espera-se que a pesquisa tenha um bom resultado de transferência do conhecimento para a sociedade, gerando informações para empresas, obras, poder legislativo e demais agentes atuantes na construção civil.

## 8 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Zeule (2014) apresenta uma lista de verificação que mensura o nível de sustentabilidade em canteiros de obras por meio do registro das práticas sustentáveis. Observou-se o uso, depósito e coleta adequada de materiais recicláveis, e também o reúso de materiais no próprio canteiro. Porém, não se observou a análise das características destes materiais.

Addis (2010) acredita que ainda haja falta de conhecimento sobre produtos reciclados na construção civil, maiores exigências de detalhamento de projeto e especificações, assim como a necessidade de um grande número de tomada de decisões.

Bell e Morse (2008) afirmam que a análise da sustentabilidade deve ser sistemática e definida de acordo com uma desconstrução participativa e negociada por um grupo de pessoas que tenham crença na sustentabilidade, juntamente com a identificação de um método de avaliação de indicadores para avaliar essa visão de sustentabilidade.

Portanto, verifica-se a existência de lacunas a serem preenchidas para a seleção de materiais sustentáveis por método de tomada de decisão. A decisão será subsidiada por um processo abrangente que considera vários fatores pré-determinados, buscando demonstrar a viabilidade no emprego de materiais sustentáveis no canteiro de obras.

## **REFERÊNCIAS**

ABEYSUNDRA, U.G.Y.; BABEL, S.; GHEEWALA, S. A matrix in life cycle perspective for selecting sustainable materials for buildings in Sri Lanka. **Building and Environment**. v.44, 2009, p.997–1004.

ABRAHAM, K.; LEPECH, M.; HAYMAKER, J. Selection and Applications Choosing by Advantages on a Corporate Campus Project. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-21), **Proceedings...** July 2013 – Fortaleza, Brasil.

ADDIS, B. **Reúso de materiais e elementos de construção.** Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2010.

ANTONIAZZI, A.R.; DIAS, G.A.G.; ZEULE, L.O.; SERRA, S.M.B. Certificação ambiental na construção: boas práticas no canteiro de obra e metodologia de avaliação. 10p. 2013. In: Encuentro Latinoamericano de Gestión y Economía de la Construcción (ELAGEC). **Anais...** Cancun, México.

ARROYO, P.; TOMMELEIN, I.D; BALLARD, G. Comparing AHP and CBA as Decision Methods to Resolve the Choosing Problem in Detailed Design. **Journal of Construction Engineering and Management**. Volume 141, Issue 1 (January 2015), 8p. 04014063-8

ARROYO, P. **Exploring Decision-making Methods for sustainable design in commercial buildings.** Doctor of Philosophy in Engineering Civil and Environmental Engineering. University of California, Berkeley, 2014.

ARROYO, P.; TOMMELEIN, I.D.; BALLARD, G. Using ‘Choosing by Advantages’ to Select Ceiling Tile from a Global Sustainable Perspective. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-21), **Proceedings...** July 2013 – Fortaleza, Brasil.

ARSLAN, H; COSGUN, N. Reuse and recycle potentials of the temporary houses after occupancy: Example of Duzce, Turkey. **Building and Environment**, v. 43, n. 5, p. 702-709, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

## **SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – SÃO CARLOS – SP**

BELL, S.; MORSE, S.. **Sustainability Indicators**: Measuring the Immeasurable? 2th ed. London: Earthscan, 2008.

DEGANI, C.M. **Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas**. 2010. 235p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS, C.M.; SERRA, S.M.B. Overview of Industrialized Technological Solutions for Temporary Facilities in Construction Sites. 8p. In: Congress Portugal Sustainable Building (SB13). **Proceedings...** Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

HAYMAKER, J.; CHAU, D. H.; XIE, B. Inference-Assisted Choosing by Advantages. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-21), **Proceedings...** July 2013 – Fortaleza, Brasil.

LEE, H. W.; TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. Lean Design Management in an Infrastructure Design-Build Project : A Case Study. In: 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-18), **Proceedings...** 2010 – Haifa, Israel.

MEDINA, H.V. Produção e uso sustentável de materiais: gestão ambiental e análise do ciclo de vida. In: **61º Congresso Anual da ABM** - Rio de Janeiro, Julho de 2006. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2006-049-00.pdf>>. Acesso em abr. 2015.

PARRISH, K.; TOMMELEIN, I. D. Making Design Decisions Using Choosing by Advantages. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-17), **Proceedings...** Taipei, Taiwan. 2009. Disponível em:<<http://www.iglc.net/Papers/Details/663>>. Acesso em: abr. 2015.

RODRIGO, A.G.; SOARES, P.V.P.T.S.; CARDOSO, F.F. Requisitos de desempenho para instalações provisórias em canteiros de obras. In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (XIV ENTAC). **Anais...** Juiz de Fora, 2012.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. **Recomendações Técnicas HABITARE**. v. 3, 112 p, 2006.

SUHR, J. **The Choosing By Advantages: decision making system**. Westport, CT: The Greenwood Publishing Group/Quorum Books, 1999.

TORGAL, F.P.; JALALI, S. **A sustentabilidade dos materiais de construção**. 3<sup>a</sup> ed. TecMinho, gráfica Vilaverdense, Coimbra, Portugal, 2010.

ZEULE, L.O. **Práticas e avaliação da sustentabilidade em canteiros de obras**. 2014. 263 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo.

## **AGRADECIMENTOS**

À Capes, pela bolsa de doutorado, e à FINEP, Rede CANTECHIS – “Tecnologias para Canteiro de Obras Sustentável em Habitação de Interesse Social”, pelo apoio à pesquisa.