

A NECESSÁRIA SIMPLIFICAÇÃO NA METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DOS MATERIAIS: ESTUDO DE CASO - ISMAS

Márcia Bissoli-Dalvi, Soyana Correa Ferres, Cristina Engel de Alvarez, Gerardo Erich Fiuca Saelzer

Resumo

Este artigo relata a constatação da necessidade de simplificação dos instrumentos que auxiliam na avaliação da sustentabilidade dos materiais de construção, em particular, quando é direcionado ao projetista para que seja utilizado concomitante à atividade projetual. Para tanto, foram estudadas diferentes metodologias auxiliares para seleção de materiais com aporte sustentável e identificados os principais entraves que dificultam o uso por profissionais de nível superior inseridos no mercado de trabalho. Neste sentido, a pesquisa propõe um instrumento de manuseio simples considerando, inclusive, a dificuldade de obtenção de dados e informações inerentes ao conceito de sustentabilidade para os materiais. Assim, o ISMAS – Instrumento para Seleção de Materiais Mais Sustentáveis – foi proposto para auxiliar o projetista na seleção de materiais de construção baseado nos fundamentos conceituais sustentáveis visando sua utilização durante o processo de concepção da edificação.

Palavras-chave: materiais, sustentabilidade, ISMAS

THE NECESSARY SIMPLIFICATION OF THE EVALUATION METHOD OF MATERIAL SUSTAINABILITY: CASE STUDY – ISMAS

Abstract

This article reports the finding of required simplification of the instruments that help the evaluation of sustainability of the construction materials, particularly when aimed at the projector to be used together with the projective activity. Therefore there were different studies of auxiliary methods for the selection of materials with sustainable properties and it was identified the main difficulties of its use by superior level professionals in the work market. In this sense the research proposes a simple manual instrument considering, as well, the difficulties of obtaining data and information that sustain the concept of sustainable materials. This way, the ISMAS - Instrument for the Selection of the Most Sustainable Materials – was proposed to help the projector in the selection of construction materials with bases on the fundamental concepts of sustainability showing the usability during the whole conception process of building.

Key-words: materials, sustainability, ISMAS

1 INTRODUÇÃO

Para atender ao consumo, às necessidades e à demanda da população atual e futura, a construção civil necessitará de uma quantidade expressiva de materiais. Diante da incontestável finitude das matérias primas básicas 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 socialmente justas, ambientalmente corretas e economicamente viáveis e que impulsionem o uso dos recursos naturais com baixo impacto ambiental. A seleção de materiais inserida no conceito da sustentabilidade representa uma nova perspectiva a esta problemática (OLIVEIRA, 2009). Contudo, a relação da sustentabilidade dos materiais envolve decisões que incorporam incertezas e variáveis subjetivas (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007) e, portanto, apontam para a necessidade de novas formas de atuação dos projetistas. Assim, tal contribuição demanda mudanças que envolvem a ciência e a tecnologia e atingem também os processos projetual e construtivo.

A inserção dos conceitos de sustentabilidade no projeto e, por conseguinte, no processo de seleção de materiais, é um condicionante da atualidade que precisa ser considerado. Portanto, é necessário desenvolver novas técnicas, ferramentas e metodologias que colaborem com os novos compromissos a serem cumpridos e que sejam direcionados aos profissionais projetistas de nível superior e especificadores. Neste sentido, faz-se necessária a adoção de uma postura voltada à introdução de novos conceitos e procedimentos, entre eles a disseminação no uso de tecnologias e materiais mais sustentáveis (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007).

Sabendo da importância da necessária seleção criteriosa para a avaliação da sustentabilidade dos materiais, o presente estudo busca a simplificação como forma de tornar o processo mais acessível e prático ao uso do projetista na etapa de especificação dos materiais de construção.

A metodologia de pesquisa adotada foi alicerçada inicialmente na revisão bibliográfica. Esta teve por objetivo conhecer as fontes capazes de fornecer as respostas adequadas à solução do problema dessa pesquisa, identificando as metodologias e os critérios que contribuem para uma seleção de materiais mais sustentáveis. Para tanto, foram realizadas consultas a bases de dados e revistas técnicas indexadas, periódicos especializados, teses e dissertações, anais de congressos, livros, entre outras publicações científicas de importância nacional e internacional.

Também foi realizado um teste inicial do ISMAS com alguns arquitetos, em caráter informal, visando a identificação do nível de conhecimento em relação às características dos materiais e dos critérios adotados para a escolha dos mesmos durante o processo projetual. Foi constatado que a escolha de materiais é efetuada, prioritariamente, em função das características técnicas, estéticas e econômicas, sendo rara a inserção de critérios de sustentabilidade no processo de escolha dos materiais. Além disso, foi verificada a necessidade de simplificar o instrumento, sendo aqui apresentada esta versão reduzida.

Justifica-se esta pesquisa pela necessidade de identificar ferramentas de seleção de materiais de construção que visam contribuir com a sustentabilidade da edificação, e que tornem o processo simples, de baixo custo e passível de ser incorporado à prática projetual. No Brasil, tais dificuldades acentuam-se pela ausência de bases de dados relativas aos impactos ambientais dos materiais de construção (PAES, 2008) e pelo alto custo dos processos certificadores. Ressalta-se que a disponibilidade dos dados depende de pesquisas mais aprofundadas nas diversas áreas envolvidas e, por conseguinte, da divulgação das informações. Assim, muitas vezes faz-se necessário simplificar as metodologias e realizar adaptações e aproximações a respeito dos dados disponíveis (WADEL; AVELLANEDA; CUCHÍ, 2010), como forma inicial de aproximação de padrões de construção mais sustentáveis.

2 FUNDAMENTAÇÃO

A construção civil emprega uma quantidade expressiva de materiais. O conjunto de materiais disponíveis está crescendo rapidamente. Para Ramalhete, Senos e Aguiar (2010), a quantidade de materiais

disponíveis já ultrapassa o número de 160 mil. Além da abundância e diversidade da oferta, as complexas relações entre os diferentes parâmetros de seleção, muitas vezes, fazem do processo de escolha uma tarefa difícil. Várias metodologias com fundamentação científica foram e estão sendo desenvolvidas para contribuir com esse processo, em especial, com a seleção de materiais com base sustentável e também visando aumentar a eficácia dos projetos. As ferramentas usadas para a seleção de materiais são consideradas um *plus*, não só para os projetistas, como para os fabricantes dos materiais e vendedores (RAMALHETE; SENOS; AGUIAR, 2010), contribuindo também para a sustentabilidade da edificação.

2.1 Metodologias auxiliares para seleção de materiais com aporte sustentável

A fundamentação teórica desta pesquisa foi estabelecida a partir da definição do panorama geral das metodologias que contribuem para o processo de seleção de materiais com base na sustentabilidade, sendo selecionadas aquelas que possuem maior expressividade, cuja síntese é a seguir apresentada.

- *Energia incorporada*

Também conhecida como a energia embutida, é entendida como toda a energia consumida durante o ciclo de vida do material, envolvendo desde a extração até o destino final, sendo considerados os melhores materiais aqueles que consomem menos energia (OLIVEIRA, 2009). A denominada energia incorporada considera o ciclo do produto desde a extração da matéria prima; o processo de fabricação; o transporte da matéria-prima até a fábrica; e o transporte do produto final para o consumidor. É necessário considerar a fonte de energia e a variação que o consumo energético pode ter, de acordo com cada fabricante (JOHN; OLIVEIRA; AGOPYAN, 2006). Observa-se que é uma metodologia de análise que gera dificuldades para o projetista, por demandar a disponibilidade de informações e tempo para os cálculos.

- *Ferramentas de avaliação de sustentabilidade*

As ferramentas de avaliação possuem diretrizes que servem de assistência ao projetista, sendo que este pode usufruir de um grande número de informações e estratégias. De uma forma geral, os assuntos abordados são agrupados em áreas temáticas diversas, como planejamento, consumo de recursos, cargas ambientais, entre outros, o que contribui para uma melhor compreensão e utilização das mesmas (DIAS *et al.*, 2010).

A seleção de materiais assistida por ferramentas de avaliação oferece uma interface para que o usuário possa processar sistematicamente um número significativo de critérios, muitas vezes inter-relacionados e até conflitantes (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007). Nas ferramentas pesquisadas há, inevitavelmente, um tópico especial para a abordagem dos aspectos inerentes aos materiais construtivos (tabela 1), visto a relevância que possuem quando se estuda a questão da sustentabilidade na construção civil.

Com o estudo das ferramentas disponíveis no mercado, foi possível identificar alguns critérios usados com frequência, tais como o uso de materiais com baixa emissão, reuso de materiais, uso de materiais locais, materiais com adição de resíduos, etc. Vale ressaltar que ocorrem variações, identificando-se critérios abrangentes e também específicos. As ferramentas possuem limitações ocasionadas por fatores como custos, necessidade de envolver profissionais com conhecimentos diversificados, complexidade no uso, dificuldade em acomodar variações nacionais ou regionais, escalas diferentes para medir e avaliar os critérios, entre outros.

Ferramenta	País de origem	Categorias	Total de pontos somados pela ferramenta	Categoria MATERIAIS	
				Pontos	Percentual
AQUA ¹	Brasil	14	100%	-	7,14
ASUS	Brasil	18	100%	-	12,80%
BEAM PLUS* ²	Hong Kong	5	127	22	17,32%
BREEAM*	Inglaterra	9	132	12,50	12,50%
CASBEE	Japão	18	220	30	13,63%
GREEN STAR*	Austrália	8	100	-	12,5%
HOE	França	14	110	-	12%
LEED ^{3,4}	EUA	7	110	14	12,72%
SBAT	Africa do Sul	15	75	5	6,66%
SBTOOL	Envolve vários países ⁵	9	100%	-	4%

Tabela 1 – Mapeamento da categoria Materiais nas ferramentas de avaliação

* Apresentam uma categoria adicional classificada como inovação.

¹ A categoria analisada foi “escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos”.

² Conta com bônus adicionais diferentes para cada categoria.

³ Considerando o LEED tipo NC– Novas construções e grandes projetos de renovação.

⁴ A categoria analisada foi “materials and resources”.

⁵ Promovido pela International Initiative for a Sustainable Built Environment (iiSBE)

É importante destacar também a preocupação das ferramentas de maior destaque mundial para a categoria “Materiais”, reforçando a necessidade de direcionamentos de estudos específicos para esta área.

- Ferramentas digitais de suporte a decisões

As ferramentas digitais de suporte a decisões e auxílio para seleção de materiais, em sua grande maioria, disponibilizam bancos de dados digitais que são classificados na categoria geral – que inclui várias famílias de materiais –, e específica, que envolve apenas uma classe ou mesmo uma subclasse de materiais (RAMALHETE; SENOS; AGUIAR, 2010). Nesses bancos de dados, que utilizam *softwares* como base, são disponibilizadas informações técnicas diversas e, em alguns casos, também são inseridos aspectos que relacionam à conceituação sustentável.

A partir da década de 1980 surgiram vários estudos sobre os métodos de seleção de materiais. Em paralelo, foram surgindo portais que contribuem para a seleção, conectados entre diferentes setores da indústria e fabricantes (quadro 1). Estes se configuram como procedimentos sistemáticos para mensurar e avaliar os impactos e ampliar as possibilidades de escolhas, além de fornecerem resultados que contribuem para a formação de produtos, processos e serviços que sejam menos agressivos ao meio ambiente e à saúde humana (OLIVEIRA, 2009).

Bancos de dados	Principais pontos que favorecem aspectos da sustentabilidade
ATHENA (Canadá)	Avalia e compara o impacto ambiental dos projetos industriais, institucionais, comerciais e residenciais (ATHENA..., acesso em 17 mar. 2013).
BEES (EUA)	Auxilia na escolha de materiais, apresenta categorias de impacto como potencial de aquecimento global e acidificação; qualidade do ar; consumo de água; dentre outros. Fornece uma maneira de equilibrar o desempenho ambiental e econômico dos produtos de construção, além de medir o desempenho ambiental, usando a avaliação do ciclo de vida (LIPPIATT, 2002).

Design InSite (Dinamarca)	Criado em 1996, objetiva orientar o projetista fornecendo informações sobre o processo de fabricação, produtos utilizados, entre outros. Possui um sistema de pesquisa bastante simples, onde cada produto é descrito com texto, fotos ou desenhos (DESIGN..., 1996).
Eco-it (Holanda)	O <i>software</i> permite modelar o ciclo de vida de um produto, calcula a carga ambiental e apresenta as partes do ciclo de vida que mais contribuem com a mesma (ECO-IT, acesso em 30 nov. 2012).
Eco-Quantum (Holanda)	Ajuda as empresas a identificar e quantificar áreas onde melhorias ambientais podem ser realizadas. Contribui para a compreensão de uma ACV simplificada (utilizando-se de dados disponíveis publicamente); ACV completa (exige dados detalhados, compatível com a ISO 14044); e estudo sobre os gases de efeito estufa/ avaliações de carbono (ECO-QUANTUM..., acesso em 10 fev. 2013).
EnVest (Reino Unido)	Analisa dados no projeto arquitetônico como alturas, aberturas, paredes externas, etc., e identifica os elementos com maior influência sobre o impacto ambiental e os custos da construção (Environmental..., acesso em 13 jan. 2013).
GaBi (Alemanha)	Produz balanços de ciclo de vida. Envolve uma grande quantidade de dados e avalia o ciclo ambiental, os custos, os aspectos sociais, os processos e as tecnologias (GABI..., acesso em 28 nov. 2012).
LCAid (Austrália)	Criado em 1992, tem sido utilizado para avaliação ambiental de produtos e processos. Os resultados são apresentados através das fases do ciclo de vida (FERREIRA, 2004).
Material Connexion (Nova York)	Criado em 1997, é um banco de dados onde a seleção de materiais é executada por etapas, utilizando imagens. Objetiva estimular o desenvolvimento e a inovação do mercado, envolvendo também materiais sustentáveis que auxiliam os projetistas em projetos ecologicamente corretos. É uma base de dados paga (MATERIAL..., 1997).
Rematerialize- Eco (Reino Unido)	Lançado em 1994. O principal objetivo é compilar e manter uma coleção versátil de materiais sustentáveis. Eles podem ser pesquisados por nome, pelas famílias de materiais e processo, motivando o uso destes materiais (DEHN; ORDISH, acesso em 10 dez. 2012).
SimaPro (Holanda)	Software utilizado para análise de processos produtivos, energéticos e de materiais. Oferece um detalhado entendimento do ciclo de vida de produtos e serviços. Calcula, identifica e quantifica aspectos ambientais do produto e possui diversas bases de dados (SIMAPRO, acesso em 25 nov. 2012).
Stylepark (Alemanha)	Através deste banco de dados a escolha pode ser feita com base em normas padrões ou também propriedades ecológicas, com destaque para características como biodegradável; produção a partir de recursos renováveis, fácil de reciclar ou produto reciclado (STYLEPARK, 2007).

Quadro 1 – Síntese de alguns bancos digitais

Para o uso das ferramentas digitais, é importante que a informação seja acessível, fácil de usar, que o banco de dados esteja organizado, que o modelo incorpore informações necessárias no processo de projeto, e que os dados sejam padronizados, mantendo relações com outros bancos de dados. Ramalhete, Senos e Aguiar (2010) concluem que há pouca uniformidade nas informações disponibilizadas pelas bases de dados, o que implica em pouca compatibilidade entre os dados das diferentes ferramentas digitais.

Constata-se, na prática, que a adoção das ferramentas digitais como suporte às decisões projetuais não é de uso corriqueiro, em particular no Brasil, pois tais bancos de dados são provenientes de diversos outros países e que reflete outra realidade, além do fato de algumas serem privadas, o que gera custos adicionais para o projetista.

- *Materiais preferenciais*

Este método considera os materiais preferenciais como os que geram menor impacto sobre a natureza e o

meio ambiente e, geralmente, é elaborado a partir de um sistema de pontuação de acordo com a seleção de alguns materiais. São incentivados os materiais reciclados, com baixa emissão de poluentes na produção, de longa vida útil, além do reuso, da incorporação de conteúdo reciclado e da valorização da facilidade do desmonte. Por outro lado, são desencorajados os materiais com alto grau de toxicidade e com baixa condição de biodegradabilidade (OLIVEIRA, 2009). Para a realidade do Brasil, a seleção por este método não deve acontecer em curto prazo, devido à ausência de dados confiáveis e de pesquisas específicas (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007).

- Seleção de materiais por diferentes atributos

Neste método são considerados múltiplos critérios de suporte à decisão, onde se faz uso de cálculos matemáticos, matrizes, fórmulas e conceitos de estatísticas. Pode-se mencionar o método TOPSIS (SHANIAN; SAVADOGO, 2006); o método numérico para a seleção de materiais (MANSHADI *et al.*, 2006); a teoria dos grafos e matriz de abordagem de representação para a seleção de material, a metodologia AHP/TOPSIS (RAO; DAVIM, 2008); o método PSI (MANIYA; BHATT, 2010); o método VIKOR (JAHAN *et al.*, 2011); entre outros. A seleção de materiais por diferentes atributos requer conhecimentos específicos e exige cálculos de considerável complexidade (MANIYA; BHATT, 2010).

Apesar de já existirem estudos e pesquisas sobre propostas metodológicas que auxiliam a seleção de materiais, ainda há distorções na interpretação dos resultados das avaliações ao comparar os diferentes sistemas de classificação, além da ausência de uma metodologia que seja comumente aceita pelos projetistas, tanto pela conceituação, quanto pela praticidade de uso.

2.2 Compilação das informações coletadas

A partir da avaliação e sistematização das informações coletadas no referencial teórico adotado foi possível estabelecer alguns aspectos recorrentes, como por exemplo, a ausência de informações necessárias que contribuam para a compreensão do conceito de sustentabilidade inerente aos critérios de escolha dos materiais de construção. Dentre as principais carências destaca-se a ausência de declaração ambiental dos materiais; de informações referentes ao ciclo de vida; e a falta de padronização das informações disponíveis. No Brasil, a quantidade, a qualidade, a confiabilidade e o grau de detalhamento das informações sobre materiais estão abaixo do mínimo necessário à tomada de decisões técnicas, sendo o preço, muitas vezes, o único critério objetivo disponível. Assim, com este estudo sobre as metodologias auxiliares para a seleção de materiais constatou-se:

- a. algumas metodologias geram dificuldades para o uso efetivo por demandar disponibilidade de informações e tempo;
- b. algumas limitações são ocasionadas pelo custo exigido para as análises;
- c. o acesso às informações é limitado em várias situações;
- d. foi detectada a necessidade de abranger profissionais de diversas áreas do conhecimento, pela demanda por conhecimento específico;
- e. algumas metodologias apresentam considerável complexidade para o uso cotidiano;
- f. há uma inquestionável dificuldade em adaptar os métodos às variações nacionais e regionais;
- g. para medir e avaliar os critérios foram identificadas escalas diferenciadas;
- h. em muitos casos ocorre a ausência de informações ou de conceituações;
- i. algumas metodologias exigem cálculos complexos; e
- j. em muitas situações foram detectadas distorções na interpretação dos resultados das avaliações.

A partir deste panorama pode-se verificar que os aprimoramentos e ajustes constantes são necessários para que surjam novas metodologias ou que as existentes sejam ajustadas para uso efetivo. Assim, para o atendimento às atuais necessidades, torna-se necessário:

- a. a informação deve ser acessível e de fácil uso;
- b. os dados devem estar organizados e possibilitar a facilidade na interpretação;
- c. as ferramentas devem ser práticas e direcionadas para o uso efetivo pelo projetista junto às suas atividades cotidianas; e
- d. é necessário prover o projetista de informações mínimas relacionadas ao conceito de sustentabilidade dos materiais.

3 PROPOSTA DE METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DOS MATERIAIS

Para a estruturação do ISMAS—Instrumento para Seleção de Materiais Mais Sustentáveis—foram considerados os argumentos apresentados anteriormente, acrescidos de informações retiradas das Agendas 21, tendo por diretriz fundamental a necessidade de simplificação da proposta já elaborada anteriormente em Bissoli et al. (2011). A definição dos critérios propostos pelo ISMAS partiu da visão global da problemática, a partir da interpretação dos diagnósticos e proposições das Agendas 21 global e local. O estudo dos documentos contribuiu para identificar objetivos comuns apresentados pelas diversas agendas, direcionando dessa forma, para o foco de atuação desta pesquisa.

O estabelecimento dos conceitos favoreceu a compreensão das inter-relações de cada critério com a dimensão da sustentabilidade considerada nesta pesquisa - a ambiental -, destacando que esta se configura com destaque nos estudos sobre a sustentabilidade adotados como referenciais (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007).

Para que se tornasse de uso prático foi necessário simplificar e reduzir os aspectos a serem posteriormente transformados em critérios. Paes (2008) considera que eleger um material atendendo a um grande número de condicionantes é uma tarefa complexa. Assim, embora haja uma tendência em selecionar uma grande quantidade de critérios, um conjunto menor e adequadamente selecionado tende a se tornar uma abordagem mais eficaz (PINTER; HARDI; BARTELMU, 2009). Neste sentido, o ISMAS adota por base estrutural os critérios ambientais que se relacionam com fundamentos das Agendas 21, ou seja, a economia de matérias primas; a produção e o destino dos resíduos.

3.1 O ISMAS

Diante das muitas variáveis a serem consideradas em uma seleção de materiais com caráter sustentável e da consequente necessidade de simplificação do processo, o ISMAS objetiva servir como subsídio ao projetista na etapa de seleção de materiais com ênfase no conceito de sustentabilidade, podendo eventualmente servir como ferramenta auxiliar em processos de certificações e critério para licitações públicas. O surgimento do ISMAS pauta-se nas seguintes constatações:

- a. há uma inquestionável necessidade de incorporação dos valores intrínsecos da sustentabilidade na construção civil (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007);
- b. a maioria dos impactos causados por uma edificação é oriunda de escolhas feitas na etapa de projeto (JOHN; OLIVEIRA; AGOPYAN, 2006);
- c. a escolha dos materiais é uma etapa fundamental no desenvolvimento do projeto;
- d. a seleção de materiais se destaca como premissa para um “projeto mais sustentável” (OLIVEIRA, 2009);
- e. é necessário simplificar e reduzir as metodologias que oferecem suporte às análises para que, de

fato, seja viável o seu uso efetivo (DIAZ-BALTEIRO; ROMERO, 2004); e

f. grande parte dos profissionais envolvidos com a atividade de projeto possui formação básica de graduação e/ou especialização e que, portanto, detém conhecimento para manipulação de *softwares* básicos.

Para a estruturação do ISMAS foram considerados itens como fácil usabilidade; disponibilidade de dados para o uso rápido e de simples compreensão por parte do projetista; que não requeira manuais; e que as informações utilizadas sejam familiares ao arquiteto. Dessa forma, o ISMAS utiliza como base a plataforma Microsoft Office Excel® e é composto por sete critérios que possuem relação direta com os recortes estabelecidos. Assim, para analisar o índice de sustentabilidade de um material, o projetista deve considerar as seguintes afirmativas:

1. É possível ser reaproveitado, no todo ou em parte;
2. É renovável;
3. Não necessita de materiais adicionais para acabamento;
4. Possui elementos reciclados;
5. A durabilidade do material é refletida na sua vida útil;
6. Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento; e
7. Favorece a baixa geração de resíduos.

Para cada um dos sete critérios foram apresentadas quatro marcas de referências – possíveis respostas a serem escolhidas –, onde foram estabelecidos valores numéricos dentro de uma escala de qualificação (-1, 0, 3, e 5), destacando-se que o instrumento tem como foco principal a abordagem qualitativa. Dessa forma, as informações disponibilizadas através das marcas de referência objetivam ser esclarecedoras e de compreensão fácil por parte do profissional imerso no mercado de trabalho e que, muitas vezes, não incorpora em sua rotina os conceitos e diretrizes adotadas com maior frequência por pesquisadores e acadêmicos, provavelmente pela dificuldade de acesso às informações necessárias.

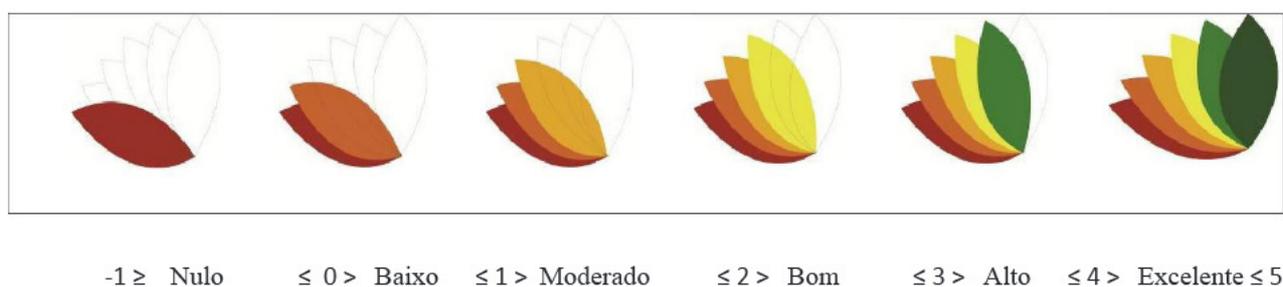


Figura 1: Escala numérica de qualificação e representação visual do índice de sustentabilidade do material obtido através do método ISMAS

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A seleção de materiais de construção que vislumbra também a sustentabilidade requer instrumentos de análises conceitualmente abrangentes. Entretanto, também devem ser de fácil compreensão e utilização, permitindo que sejam usados cotidianamente pelos profissionais e não se tornem obsoletos devido à complexidade ou ao grande consumo de tempo para seu uso efetivo. Observa-se que muitas metodologias ou ferramentas vinculadas à avaliação de sustentabilidade possuem uma complexidade que

induz, inevitavelmente, à necessidade de suporte, seja através de consultores específicos ou profissionais autorizados para sua utilização. Assim, muitas vezes, o nível de sustentabilidade do projeto fica vinculado com a disponibilidade econômica para o investimento e, neste sentido, surgiu a proposta do ISMAS.

A quantidade e a complexidade das informações, além do tempo demandado foram fatores que, durante o processo, direcionaram à redução da estrutura proposta para o ISMAS, para torná-lo amigável e não limitar sua inserção imediata prática projetual. No entanto, para sua adoção, faz-se necessário investir em uma nova visão no processo de projeto.

É importante enfatizar ainda que o ISMAS tem um foco específico de atuação e que outras informações também consideradas importantes para a análise da sustentabilidade devem ser inseridas futuramente, a partir de modificações identificadas no cenário atual da construção civil. Assim, o ISMAS se propõe como um instrumento flexível, sendo a proposta atual desenvolvida para ser aplicada imediatamente na prática projetual.

Agradecimentos

Ao professor MSc. Luiz Duarte de Ulhôa Rocha Júnior, que contribuiu com a estruturação do ISMAS, particularmente nos aspectos relacionados à análise estatística. Aos profissionais que colaboraram voluntariamente com os testes iniciais do ISMAS e favoreceram a identificação da necessidade de reduzir o conteúdo. À *Universidad del Bio-Bio* por possibilitar o intercâmbio de conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATHENA Sustainable Materials Institute. Disponível em: < <http://www.athenasmi.ca/index.php>>. Acesso em: 17 mar. 2013.

BISSOLI, M.; ALTOÉ, E. S.; ALVAREZ, C. E. de; SAELZER, G. E. F. Instrumento auxiliar na seleção dos materiais de construção alicerçados nos princípios da sustentabilidade: estudo de caso com eucalipto. In: ENCONTRO NACIONAL, 6. ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 4. 2011. Vitória. **Anais...** Vitória (2011).

DEHN, J.; ORDISH, N. **Rematerialise-Eco smart materials**. Disponível em: < http://www.kingston.ac.uk/~kx19789/rematerialise/html_and_flash/>. Acesso em: 10 dez. 2012.

DESIGN Insite: The Designer's Guide to Manufacturing. Disponível em: < <http://www.designinsite.dk>>. Acesso em: 28 nov. 2012. (1996).

DIAS, B. Z.; LUCAS, T. P.; VENZON, M.; BISSOLI, M.; SOUZA, A. D. S.; ALVAREZ, C. E. Interface entre as ferramentas de avaliação de edifícios em relação aos materiais de construção visando o desenvolvimento da ASUS. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. **Anais...** Canela: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2010).

DIAZ-BALTEIRO, L.; ROMERO, C. In search of a natural systems sustainability index. **Ecological Economics**, n.49, p. 401- 405 (2004).

ECO QUANTUM life cycle and greenhouse gas assessment. Disponível em: < <http://ecoquantum.com.au/index.html>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

ECO-IT. Disponível em: < <http://www.pre-sustainability.com/eco-it>>. Acesso em: 30 nov. 2012.

ENVIRONMENTAL impact assessment and whole life cost. Disponível em: < <http://envestv2.bre.co.uk/account.jsp>>. Acesso em: 13 jan. 2013.

FERREIRA, J. **Análise de ciclo de vida dos produtos**. Gestão Ambiental. Instituto Politécnico de Viseu (2004).

- GABI Software: A product sustainability performance solution by PE International. Disponível em: <<http://www.gabi-software.com/brazil/index/>>. Acesso em: 28 nov. 2012.
- JAHAN, A.; MUSTAPHA, F.; ISMAIL, M. Y.; SAPUAN, S. M.; BAHRAMINASAB, M. A comprehensive VIKOR method for material selection. **Materials and Design**. v. 32, p. 1215-1221 (2011).
- JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. de. **Levantamento do estado da arte: Seleção de materiais**. Documento 2.4. Projeto Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo: FINEP (2007).
- JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P. de; AGOPYAN, V. **Critérios de sustentabilidade para seleção de materiais e componentes: uma perspectiva de países em desenvolvimento**. Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em: < http://pcc2540.pcc.usp.br/Material%202006/VMJOHN_AGOPYAN_OLIVEIRA_05_v4_TRADU__O.pdf> Acesso em: 20 jan. 2013 (2006).
- LIPPIATT, B. BEES 3.0 - Building for environmental and economics sustainability: technical manual and user guide. Gaithersburgh: U.S. Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology (2002).
- MANIYA, K.; BHATT, M. G. A selection of material using a novel type decision-making method: Preference selection index method. **Materials and Design**. v. 31, p. 1785-1789 (2010).
- MANSHADI, B. D.; MAHMUDI, H.; ABEDIAN, A.; MAHMUDI, R. A novel method for materials selection in mechanical design: combination of non-linear normalization and a modified digital logic method. **Materials and Design**. v. 28. p. 8-15 (2006).
- MATERIAL Connexion. Disponível em: < <http://www.materialconnexion.com>>. Acesso em: 28 nov. 2012 (1997).
- OLIVEIRA, C. N. de. **O paradigma da sustentabilidade na seleção de materiais e componentes para edificações**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pós graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 197f (2009).
- PAES, R. F. de S. **Materiais de construção e acabamento para escolas públicas na cidade do Rio de Janeiro: Uma reflexão sob critérios de sustentabilidade**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Programa de Pós-graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 183f (2008).
- PINTER, L.; HARDI, P.; BARTELMU, P. **Sustainable development indicators: Proposals for a Way Forward**. New York: International Institute for Sustainable Development (2005).
- RAMALHETE, P. S.; SENOS, A. M. R.; AGUIAR, C. Digital tools for material selection in product design. **Materials and Design**, v. 31, n. 5, p. 2275-2287 (2010).
- RAO, R. V.; DAVIM, J. P. A decision-making framework model for material selection using a combined multiple attribute decision-making method. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**. v. 35, p. 751-761 (2008).
- SHANIAN, A.; SAVADOGO, O. TOPSIS multiple-criteria decision support analysis for material selection of metallic bipolar plates for polymer electrolyte fuel cell. **Journal of Power Sources**. v. 159, p. 1095-1104 (2006).
- SIMAPRO. Disponível em: < <http://www.pre-sustainability.com/simapro-lca-software>>. Acesso em: 25 nov. 2012.
- STYLEPARK. Disponível em: < <http://www.stylepark.com/es/material>>. Acesso em: 12 fev. 2013 (2007).
- WADEL, G.; AVELLANEDA, J.; CUCHÍ, A. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. **Informes de la construcción**. v. 62, n. 517, p. 37-51 (2010).