



Materiais de construção com características sustentáveis e reaproveitáveis: oferta no Estado do Espírito Santo (Brasil)

Building materials with sustainable and reusable characteristics in the State of Espírito Santo (Brazil)

Márcia Bissoli Dalvi ^(a); Fabrícia Delfino Rembiski ^(b); Cristina Engel de Alvarez ^(c)

(a) Laboratório de Planejamento e Projetos – Centro de Artes – Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil – email: marciabissoli@gmail.com

(b) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo – email: frembiski@gmail.com

(c) Laboratório de Planejamento e Projetos – Centro de Artes – Universidade Federal do Espírito Santo, Brasi – email: cristinaengel@pq.cnpq.br

RESUMO

Palavras chave:
Materiais sustentáveis
Materiais reaproveitáveis
Sustentabilidade
Arquitetura Sustentável

A especificação de um novo material de construção é uma ação de grande responsabilidade, pois além do desempenho, devem ser considerados os consequentes impactos ambientais, econômicos e sociais. Diante disso, e considerando o papel do ensino na formação dos arquitetos, desenvolveu-se uma pesquisa, reunindo professores e alunos de duas disciplinas do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Espírito Santo. O objetivo é verificar a disponibilidade e a efetiva utilização de materiais de construção denominados “sustentáveis”, no Estado do Espírito Santo (Brasil). A metodologia utilizada abordou dois aspectos: (a) pesquisa da oferta de materiais de construção “sustentáveis” no local e em lojas de materiais de construção e (b) visitas às edificações construídas com esses materiais. Como ferramentas foram utilizados um formulário semiestruturado para registro das observações da pesquisa de campo e registros fotográficos. Constatou-se que grande parte das edificações que utilizam estes materiais é de uso comercial. Devido ao desconhecimento de suas potencialidades por arquitetos e consumidores, os mesmos não são aplicados em larga escala. Foram identificados três tipos de usuários que utilizam os materiais pesquisados: 1. “Ambientalmente consciente” (usa por opção); 2. “Criativo por necessidade” (utiliza como situação alternativa); e 3. “Ambientalmente chic” (adota por “estar na moda”).

ABSTRACT

Keywords:

Reusable materials
Reuse material
Sustainability
Sustainable architecture

The activity of specifying a new building material is an act of great responsibility, because beyond performance it is important to consider the environmental, economical and social impacts. Thus, and considering the role of education in the training of architects, a research was developed bringing together students and tutors of two classes of the Architecture and Urbanism course at Federal University of Espírito Santo. The goal is to verify the existence and use of building materials known as "sustainable", available on the market of Espírito Santo (Brazil). The methodology addressed two issues: 1. The provision of market research in several cities and shops of building materials, and 2. Visits to buildings. The research tools were a semi-structured questionnaire?? and a photographic survey. The results showed that most of the buildings that use sustainable materials are of commercial use, and that due to ignorance of the potential of these materials by architects and consumers, they are not applied on a large-scale. We identified three types of users who use the materials studied: 1. "Environmentally conscious" (Used by choice), 2. "Creative by necessity" (used as alternative situation) 3. "Environmentally chic" (adopted for "fashion" issues).

1. Introdução

A escolha por determinado tipo de material de construção no projeto arquitetônico requer conhecimento e responsabilidade, pois além da questão do desempenho, pode ocasionar impactos significativos, tanto no âmbito ambiental como no econômico, e até mesmo social. Diante destas três frentes, e considerando o papel do ensino na formação dos arquitetos, faz-se necessário considerar diferentes aspectos, a fim de contribuir para uma definição por produtos de menor impacto sobre o meio ambiente. Ao iniciar a pesquisa, procurou-se adotar alguns critérios para a identificação de materiais sustentáveis em diferentes fontes de pesquisa.

Os pressupostos que embasam este artigo relacionam-se à pergunta: O que é um material sustentável? Dentre os vários fatores a serem analisados, a utilização de materiais reaproveitáveis ou reciclados é uma iniciativa positiva e pertinente ao conceito de construção sustentável. Esse conceito preconiza a realização de medidas durante as fases de planejamento, execução e vida útil da edificação, tais como o uso racional de materiais de construção e o planejamento da demolição seletiva da edificação, objetivando a redução dos impactos ambientais advindos de sua utilização (Yeang, 2001; Oliveira, 2009; Wadel, Avellaneda e Cuchí, 2010; Brasil, 2010).

Os princípios de Kibert (2000) vão ao encontro daqueles propostos por Jaillon; Poon; Chiang (2009, p.309, tradução nossa): "A conservação dos recursos e a redução de resíduos são fatores cada vez mais importantes para a construção sustentável". Sternieri, Pimentel e Lintz (2008) recomendam a aplicação do conceito de construção sustentável, durante a escolha de materiais recicláveis ou reutilizáveis e tecnologias construtivas, além da gestão de resíduos de construção civil no canteiro de obras. Devido às características do mercado e do estilo de vida adotado na atualidade fortemente globalizada, a cadeia produtiva da construção civil necessita estabelecer novos modelos de produção sustentáveis, principalmente no setor de materiais de construção, o qual consome grande quantidade de recursos naturais em seus processos produtivos. De acordo com John, Oliveira e Lima (2007), o setor é responsável pelo consumo de até 75% dos recursos naturais, sendo a maior parte não renovável. Soma-se a isto o desperdício de matéria-prima, energia, água e emissões de poluentes (OLIVEIRA, 2009).

Conforme Ljungberg (2007), a seleção de materiais mais sustentáveis implica em mudanças culturais e no estilo de vida dos consumidores. Nesse contexto, uma alternativa segundo Rogers e Gumuchdjan (2001, p. 82) seria "a adoção do uso do novo, do reciclado ou de materiais compostos que pode gerar economia e melhorias qualitativas. Essas abordagens inovadoras do

projeto podem envolver tanto a alta tecnologia quanto a comum”. Outras abordagens também são necessárias.

De uma forma geral, é pertinente fazer uma comparação dos impactos ambientais entre materiais compatíveis, e para tanto, a análise do ciclo de vida (ACV) é uma ferramenta funcional, que estuda os aspectos ambientais, além dos potenciais impactos ao longo da vida de um produto, levando-se em consideração a aquisição da matéria-prima, passando pela produção, uso e disposição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2001). Algumas das variáveis de análise compreendem energia (com a respectiva fonte utilizada) e o uso de recursos não renováveis, bem como emissões diversas para o solo, água e ar (TAVAREZ, 2006).

De acordo com John, Oliveira e Lima (2007, p.9), a ACV “Constitui uma abordagem mais completa que a energia incorporada, mas está longe de ser uma abordagem perfeita e está em constante desenvolvimento”. A exemplo disso, Tavaréz (2006) propõe uma Análise do Ciclo de Vida Energético como uma forma simplificada, porém significativa, que prioriza o inventário de dados de consumo energético e fornece informações para avaliação de impactos ambientais importantes como a emissão de gases do efeito estufa, além de demandar menos custos e tempo na sua execução, se comparado a ACV.

Visando o desempenho ambiental, um material sustentável apresenta o melhor desempenho ao longo de seu ciclo de vida, com função, qualidade e nível de satisfação igual, ou melhor, se comparado com um produto-padrão. Para se determinar qual seria o padrão, as certificações são consideradas boas referências, uma vez que, os materiais certificados já foram testados e passaram, teoricamente, por rigorosas análises. No entanto, verifica-se que no Brasil, ainda são poucas as iniciativas relacionadas à certificação, podendo-se citar a certificação em relação à conformidade do material. O programa de certificação florestal é o mais conhecido e tem por objetivo cooperar para o uso responsável dos recursos naturais, ao atestar para um comprador que os produtos a serem adquiridos são beneficiados de forma ambientalmente correta, socialmente benéfica e economicamente viável (MACEDO *et al.*, 2008).

Em relação à ACV, nem sempre é possível avaliar um material devido à ausência de informações do fabricante e do conhecimento do produto analisado. Além disto, a falta de

experiência do consumidor e do especificador, também, é um entrave para o conhecimento de todos os estágios do ciclo de vida, desde o “nascimento, ou berço - extração do material/matéria-prima-, até o túmulo - disposição final” (MACEDO *et al.*, 2008, p. 64).

Há de se destacar dentro de um grupo específico de materiais, informações sobre quais fatores levar em consideração ao selecionar um determinado material. Um trabalho direcionador, neste sentido, é o Manual “Procura+”, desenvolvido pelo ICLEI¹, o qual destaca os requisitos de um produto sustentável sob o ponto de vista ambiental (tabela 1).

Mülfarth (2003), ao apresentar diretrizes para uma arquitetura de baixo impacto humano e ambiental, descreve alguns itens relacionados aos materiais construtivos, tais como: prevenção da poluição (água, ar e solo) em todas as fases do ciclo de vida do material; escolha de materiais com extensa vida útil e fácil manutenção; escolha de materiais construtivos provenientes da localidade, com baixa energia incorporada; equilíbrio entre as variáveis ambientais e econômicas na escolha dos materiais construtivos; redução do impacto ambiental ao longo do ciclo de vida dos materiais construtivos (ênfase nas fases de extração da matéria-prima, fabricação, transporte, construção, manutenção, reutilização, reciclagem); escolha de materiais construtivos com baixo grau de toxicidade em todas as fases do ciclo de vida; e avaliação da mão-de-obra empregada para fabricação do material, evitando exploração (social e infantil). Acrescenta-se aqui a necessidade de adequação das propriedades térmicas do material às características climáticas do local, levando-se em consideração o fato de que um material com propriedades térmicas inadequadas a uma determinada realidade poderá ocasionar danos e intensificar seu impacto ambiental.

A aplicação desses materiais alternativos na construção civil não deve levar em conta somente o impacto de sua fabricação, como também se há mão-de-obra especializada no local da futura edificação, além da questão do transporte, ou seja, a distância entre a origem e o consumo final.

¹ O manual é um guia para aquisição de produtos sustentáveis para obras públicas, lançado pelo *International Council for Local Environmental Initiatives* (ICLEI).

Tabela 1: Requisito para a seleção de um produto sustentável de acordo com o Manual Procura. (Adaptado de BEGIN, 2007)
Table 1: Requirement for selecting a sustainable product in accordance with the Manual Search. (Adapted from BEGIN, 2007)

REQUISITOS	BREVE DESCRIÇÃO
Uso fácil	Critérios-chave para selecionar um grupo de produtos (civil, eletricidade, equipamentos de tecnologia da informação e outros), que apontam para os impactos ambientais, que podem ser inseridos em documentos de licitação.
Eficácia na promoção do aprimoramento ambiental	Foco direcionado para os impactos ambientais provocados por um produto durante seu ciclo de vida. Propõe a identificação de algumas características que influenciam no impacto ambiental. Acredita que focalizar um número reduzido de critérios baseados nessas características, garante que a atenção dos consumidores esteja dirigida para onde possa haver maiores impactos. Ao analisar uma vasta quantidade de produtos, foi constatado que para a maioria deles, um conjunto de uma a três características, pode ser identificado como responsável por 70-90% dos impactos ambientais durante seu ciclo de vida.
Mensagem coerente para o mercado	Se os compradores públicos agissem de uma forma coordenada, muitas autoridades exigiriam os mesmos critérios para a licitação de produtos, lançando, assim, um sinal forte aos potenciais fornecedores sobre a existência de um grande mercado de alternativas ambientais preferíveis.

Neste sentido, Bissoli (2007) apresenta algumas recomendações para a escolha de materiais de construção alicerçado nos conceitos da sustentabilidade referentes ao caso de habitações de interesse social:

- Tirar proveito da mão-de-obra local;
- Ter profissionais técnicos capacitados a orientar adequadamente os moradores nas intervenções físicas da moradia;
- Envolver, cada vez mais, os moradores na tomada de decisões referentes à melhoria e/ou mudança em suas habitações;
- Apresentar aos moradores possibilidades de materiais a serem usados nos acabamentos internos e no exterior - no lote - dando prioridade para materiais ambientalmente corretos, como por exemplo, os recicláveis e reaproveitáveis;
- Fazer uso de produtos e tecnologias sustentáveis durante as diversas etapas da obra, evitando materiais com agentes contaminantes;
- Dar preferência por materiais locais;
- Promover palestras e reuniões voltadas à postura e conscientização ambiental, relacionando cada material a possíveis problemas ambientais ou escolhas eficientes, no contexto em que se insere; e
- Desenvolver e divulgar possibilidades de melhorias, com o uso de técnicas e materiais sustentáveis.

Por sua vez Souza (2008), ao desenvolver uma proposta de ferramenta de avaliação da sustentabilidade de edifícios, destaca alguns

critérios referentes à categoria materiais e apresenta, para cada critério, alguns indicadores de avaliação (tabela 2).

1.1 Justificativas

A falta de dados e informações em relação aos materiais sustentáveis é um entrave para a especificação e uso dos mesmos. São várias as pesquisas que procuram identificar as principais características destes materiais (Carvajal, 2004; Ramalheite, Senos, Aguiar, 2010; Baetens, Jelle, Gustavse, 2010). O que se percebe, muitas

vezes, é a divulgação de informações por fabricantes e fornecedores, o que acaba se tornando um risco na veracidade dos conteúdos

expostos ou, por outro lado, com informações de caráter propagandístico.

Este fato se agrava ainda mais, visto que no Brasil, especialmente no Espírito Santo, existem lacunas referentes à comercialização e à caracterização técnico-econômica destes materiais. Em alguns casos, o consumidor é bombardeado com dados que anunciam ser o produto o melhor para o meio ambiente e a rotulagem pode confundir ou até mesmo esconder certos problemas.

Por outro lado, o profissional de arquitetura não possui formação adequada que o capacite a avaliar a informação recebida, sendo perceptível a necessidade de incremento nas atividades curriculares do curso de graduação que o incentivem na busca pelo melhor material para cada situação de uso.

2. Objetivo

A pesquisa teve por objetivo verificar a existência e a utilização de materiais de construção denominados “sustentáveis” disponíveis no mercado do Espírito Santo, bem como conscientizar os alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo quanto à responsabilidade sobre os processos de seleção inerentes à profissão. Destaca-se que não se propõe conferir aos resultados *status* de certificação ambiental ou socioambiental, nem tampouco ser um guia para projetistas. Os resultados configuram-se como uma pesquisa que utiliza alguns estudos de casos para representar a realidade local, e identificar materiais com características sustentáveis e que são usados pelo setor da construção civil no Estado do Espírito Santo.

3. Método Empregado

Considerando o papel do ensino na formação dos arquitetos, foi desenvolvida uma pesquisa específica, reunindo professores e alunos das disciplinas Projetos Especial e Tópicos de

Arquitetura Contemporânea, do curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Espírito Santo, uma vez que tais disciplinas abordam em seus conteúdos a relação da sustentabilidade com a arquitetura, com ênfase para o estudo dos materiais de construção e os resíduos. Ambas as disciplinas eram optativas e participaram das atividades trinta e oito alunos e duas docentes.

A metodologia utilizada adotou dois enfoques: a) Pesquisa da oferta de mercado em diversas cidades do Estado, em lojas de materiais de construção e de materiais de demolição; e b) visitas às edificações. Como ferramentas foram utilizadas um formulário semiestruturado, contendo questões sobre origem, composição, durabilidade, custo, utilização e relação com o mercado local, além de registro fotográfico.

A metodologia considerou, inicialmente, identificar e listar possíveis materiais considerados sustentáveis, alicerçados nos conceitos de Souza (2008). Para tanto, foram levados em consideração alguns princípios que contribuíssem para tal decisão, destacando-se

Tabela 2: Critérios para a escolha de materiais sustentáveis, de acordo com Souza (2008).

Table 2: Criteria for choice of sustainable materials, according to Souza (2008).

CRITÉRIOS	INDICADOR DE AVALIAÇÃO (EXPLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS)
Reuso de estruturas existentes	Inventário das condições estruturais, funcionais e econômicas das estruturas
Uso mínimo de materiais de acabamento	Uso de elementos construtivos que necessitem de mínimo ou nenhum acabamento (permanecem aparentes)
Uso mínimo de materiais virgens (novos)	Percentual da área de superfícies de pisos, paredes e forros internos produzidos a partir de materiais não virgens
Uso de materiais duráveis	Consideração da vida útil na escolha dos produtos, sistemas e processos construtivos em função do seu uso no edifício, dando preferência ao uso de materiais com alta durabilidade
Reuso de materiais recuperados	Reutilização de materiais, produtos e mobiliários recuperados ou reformados
Uso de materiais reciclados de fontes externas ao terreno	Uso de materiais, produtos e mobiliários feitos de materiais reciclados
Uso de produtos naturais obtidos de fontes sustentáveis	Uso de produtos naturais, principalmente madeira e produtos de madeira, certificados como sendo de origem renovável por agência reconhecida
Uso de cimento com adições no concreto	Uso de cimento Portland Comum III ou Portland Comum IV, bem como uso de concretos moldados <i>in loco</i> , usinados e pré-moldados fabricados com estes cimentos
Uso de materiais produzidos no local	Uso de materiais, como agregado, areia, concreto, alvenaria, aço e vidro, produzidos dentro da região urbana ou a menos de 300 km do local da obra
Projeto para desmonte, reutilização ou reciclagem	Medidas para facilitar futuro desmonte, reuso ou reciclagem, como o uso de componentes internos modulares, componentes estruturais ou do envelope do edifício separáveis e sem o uso de compósitos ou materiais de ligação
Uso de materiais, produtos, sistemas ou processos construtivos certificados	Escolha de materiais, produtos, sistemas ou processos construtivos cujas características são verificadas por órgão, agência ou empresa competente
Escolha dos materiais baseada no conhecimento da contribuição dos mesmos nos impactos ambientais da construção	Conhecimento das características ambientais dos produtos de construção, principalmente quanto à emissão de gases contribuintes para o efeito estufa, energia embutida, geração de resíduos, possibilidade de reuso/reciclagem de materiais, uso de recursos renováveis e esgotamento de recursos naturais, características higiênicas dos produtos de construção quanto ao crescimento bacteriano e fúngico, e escolha dos mesmos com base nessas informações

que, mesmo não atendendo a todos simultaneamente, foram respeitados e considerados aqueles que atendessem a, pelo menos, três características positivas. Destacam-se aqui: a) Material de reuso ou reaproveitamento; b) Material reciclável; c) Material constituído a partir do reaproveitamento de outros produtos; d) Material local (considerou-se como limite um raio de 500 km); e) Material com baixa perda durante sua aplicação; f) Material isento de substâncias tóxicas e/ou com percentual reduzido em sua composição; g) Material que consome pouca energia em seu processo de beneficiamento; h) Material com alta durabilidade e praticidade na instalação e manutenção; i) Material que forneça adequação térmica à realidade em que está sendo aplicado. Com o levantamento dos materiais realizado, foi possível traçar os perfis de usuários “tipos”. Foi identificado que a classe social e o envolvimento com as causas ambientais influenciam a aceitação e o uso dos materiais aqui estudados. Destaca-se que, o agrupamento aconteceu diante da repetição de casos estudados em que os usuários possuíam características que pudessem direcionar o material ao grupo previamente definido, podendo acontecer situações em que o material aqui descrito como pertencente a um determinado grupo, seja utilizado por outro. A nomenclatura dos perfis foi sugerida pelos envolvidos com a pesquisa.

4. Resultados Obtidos

Foram identificados três tipos de usuários potenciais e apresentados alguns materiais considerados menos impactantes, levando em consideração os princípios propostos inicialmente.

4.1 Identificação dos usuários

Para a caracterização dos três tipos de usuários identificados durante a pesquisa, o tabela 3 apresenta as principais características definidas para cada perfil, considerando a população que adota algum tipo de material considerado sustentável.

4.2 Identificação dos materiais

Dentre outros motivos, o desconhecimento dos arquitetos e consumidores das potencialidades dos materiais considerados sustentáveis, dificulta sua aplicação em larga escala no mercado local. Com o intuito de apresentar os materiais de forma clara e objetiva, a tabela 4 resume os principais materiais disponíveis no mercado, seus aspectos relevantes e os locais comumente empregados.

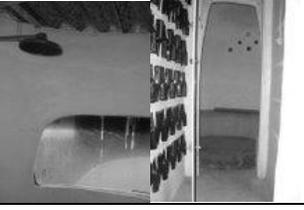
Para categorizar os materiais, optou-se por segmentar o quadro e ajustá-lo para cada tipo de usuário, conforme anteriormente descrito no tabela 3.

Na avaliação dos resultados foram constatadas algumas variações quanto ao uso dos materiais. Verificou-se que dentre os usuários de baixo poder aquisitivo, a incorporação acontece de forma alternativa, em suas próprias habitações. Enquanto isso, o usuário de melhor poder aquisitivo, na maioria das vezes, o emprego do material acontece em edificações de uso comercial, onde o apelo ecológico e o *marketing* são impulsionadores de mercado e contribuem para a imagem daqueles que ficam expostos de alguma forma, o que também contribui para a elevação dos preços dos materiais.

Tabela 3: Tipos de usuários identificados na pesquisa. (Elaboração própria)
Table 3: Types of users identified in the survey. (own elaboration)

USUÁRIO	DESCRIÇÃO DO PERFIL
TIPO 1: Ambientalmente consciente	Também pode ser descrito como naturalista ou ambientalmente correto. Adota modo de vida que se aproxima aos ciclos da natureza. Faz uso, por opção, de materiais alternativos, simples e recicláveis. Geralmente suas construções estão em áreas afastadas dos centros urbanos. Nesse tipo de usuário o poder aquisitivo não influencia na escolha.
TIPO 2: Criativo por necessidade	Também pode ser descrito como usuário carente. Utiliza materiais recicláveis por condições financeiras precárias. Acaba utilizando-os numa situação alternativa. Geralmente são moradores de áreas de risco ou pessoas de menor poder aquisitivo.
TIPO 3: Ambientalmente chique	Também pode ser descrito como usuário seletivo. Adota materiais reciclados por “estar na moda”, por opção. Na maioria das vezes os materiais são produzidos em escala industrial. São pessoas de melhor poder aquisitivo.

Tabela 4: Materiais potencialmente empregados no mercado capixaba. (Elaboração própria)
Table 4: Materials with potential for being used in the market (own elaboration)

TIPO 1: USUÁRIO AMBIENTALMENTE CONSCIENTE		
MATERIAL	ASPECTOS RELEVANTES	LOCAIS DE APLICAÇÃO IDENTIFICADOS
<p>Eucalipto</p> 	<p>É um material de grande representatividade local, é de rápida renovação e já existem produtos para tratamento de baixa toxicidade.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Grande disponibilidade</p>	<p>Utilizado em distintas edificações na forma de estruturas, pisos, paredes, telhados, portas, postes, dormentes, edificações rurais (mourões, currais), entre outros.</p>
<p>Telha produzida com recicláveis</p> 	<p>Material constituído a partir do reaproveitamento de produtos como plástico, papel e alumínio, tubos de pasta de dente e embalagens tipo <i>tetra pak</i>. Possui alta taxa de impermeabilidade e durabilidade média.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> comum no mercado</p>	<p>Cobertura de telhados residenciais e industriais.</p>
<p>Pneus inservíveis</p> 	<p>Pneus descartados por empresas recauchutadoras são utilizados na construção civil sem passar por transformação, reduzindo impactos causados em depósitos irregulares, redução de consumo energético, economia na extração de novos materiais e outros.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Grande disponibilidade</p>	<p>Separação de canteiros em vias urbanas (os pneus semi-enterrados são encostados uns aos outros para garantia da estabilidade do conjunto). Também são usados em detalhes de jardinagem e como alternativa para estrutura de muros.</p>
<p>Vidros reaproveitados</p> 	<p>Vidro reutilizado em situações diferentes daquelas para as quais foi produzido, sem passar necessariamente pelo processo de transformação. Nesse caso reduz-se o consumo energético e oferece-se um novo uso para o material que seria descartado, somando vários outros benefícios para o meio ambiente.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Grande disponibilidade</p>	<p>Vitrais, janelas, clarabóias. No exemplo, à esquerda: vidro de para-brisa de caminhão usado como janela para iluminar; e à direita: garrafas de bebidas instaladas como vitral, para iluminar. O exemplo ilustra o Instituto EcoOca (Município de Alfredo Chaves/ES)</p>
<p>Cacos de cerâmica</p> 	<p>O reaproveitamento do material contribui para a redução das áreas de deposição, entre vários outros benefícios que se somam. Aqui é utilizado de forma consciente, respeitando as propriedades e exigências do material, incluindo também a valorização estética.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Grande disponibilidade</p>	<p>Revestimento de pisos, paredes e tetos de áreas internas e externas. O exemplo ilustra a "Casa de Pedra", município de Serra (ES), do artista plástico Neusso Ribeiro que utiliza restos de materiais de construção e demolição.</p>

TIPO 2: CRIATIVO POR NECESSIDADE		
MATERIAL/USUÁRIO	ASPECTOS RELEVANTES	LOCAIS DE APLICAÇÃO IDENTIFICADOS
<p>Resíduos de Madeira</p> 	<p>Madeiras provenientes da construção civil, que são descartadas e posteriormente adquiridas pelos catadores de resíduos recicláveis. Os fechamentos são realizados por meio de critério mínimo de compatibilidade de espessura entre os materiais, e a fixação é feita por arames e pregos.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Grande disponibilidade</p>	<p>Revestimento de superfícies (pisos e paredes) com ripas, compensado e madeira de embalagens tipo <i>pallets</i>. Estas madeiras necessitam troca a cada três meses para garantir a impermeabilidade dos fechamentos.</p>
<p>Cacos de cerâmica</p> 	<p>Aproveitamento de restos de cerâmicas de obras ou destinadas ao descarte, instaladas sem a preocupação estética, ignorando-se também itens como durabilidade, resistência, local de fluxo, áreas molhadas, entre outras propriedades.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Grande disponibilidade</p>	<p>Pavimentação de áreas externas, revestimentos internos de piso, paredes e acabamentos, além de possível utilização em detalhes de mobiliário. O exemplo ilustra a instalação em unidades habitacionais do Conjunto Residencial Barreiros, Vitória (ES).</p>
TIPO 3: AMBIENTALMENTE CHIQUE		
MATERIAL/USUÁRIO	ASPECTOS RELEVANTES	LOCAIS DE APLICAÇÃO IDENTIFICADOS
<p>Madeira de demolição</p> 	<p>Origem na demolição de casas rurais principalmente de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo, bem como em dormentes de estradas de ferro. Adaptada conforme as necessidades do projeto. Podem conter marcas de pregos, rachaduras, pinturas, entre outros, o que não desmerece o valor do produto (estético e financeiro).</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Revendas em lojas específicas</p>	<p>Revestimento de superfícies (piso e parede), esquadrias, elementos estruturais (vigas e pilares), objetos de decoração, escadas, e outros.</p>
<p>Pastilha de Coco</p> 	<p>Composto por casca do coco, babaçu, coco de dendê e casca de arroz (Endocarpo de coco da Bahia). Comercializado em placas de 20x20 cm e 30x30 cm. Possui fácil aplicação e manutenção.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Revendas em lojas específicas</p>	<p>Revestimento de diversas superfícies em ambientes isentos de umidade.</p>
<p>Madeira Plástica</p> 	<p>Origina-se da reciclagem de alguns resíduos plásticos, como recipientes e pneus, por meio do processo de extrusão. Este material apresenta fácil manutenção e grande vida útil. Conhecida também como Madeira Bio sintética.</p> <p><u>Fornecimento local:</u> Revendas em lojas específicas</p>	<p>Mobiliário urbano (bancos), <i>deck</i>, revestimento de pisos e paredes. Pode ser usado tanto internamente, quanto externamente.</p>

5. Considerações Finais

Dentre os materiais encontrados, destaca-se a madeira de demolição, aplicada tanto como revestimento de piso e parede, quanto como elemento estrutural. Constata-se que ainda não há uma efetiva relação entre procura e oferta dos materiais construtivos de menor impacto ambiental no mercado capixaba, e seu incremento passa, necessariamente, por uma formação acadêmica que incentive a percepção ambiental nos graduandos – futuros arquitetos e especificadores.

Acredita-se que, para a aceitação e inserção no mercado, muitos outros materiais aqui não mencionados precisam ser inseridos em grande escala, para que os preços se ajustem as características dos distintos centros consumidores. Os materiais considerados sustentáveis devem receber incentivos, seja através de divulgação aos profissionais da construção civil ou pela redução da carga tributária, para que a sua comercialização possa se concretizar, diminuindo deste modo, seu custo final para o consumidor.

O trabalho realizado trata-se de uma amostra não representativa do cenário atual do mercado local de materiais de construção considerados sustentáveis, representados pelos projetos e obras visitadas. Deste modo, para a realização de um trabalho mais detalhado, necessita-se de um período maior de pesquisa de campo, mapeamento dos estabelecimentos e dos representantes comerciais responsáveis pela distribuição destes materiais no Estado e seleção de uma amostra representativa para estudo.

Ainda vale destacar que, para que a construção se torne sustentável, além do uso desses materiais, deve-se levar em conta soluções técnicas e construtivas que possam complementar a idéia conceitual desta pesquisa. Alguns itens - como o uso de energias limpas, o reuso de águas servidas, a utilização de painéis solares para aquecimento de água, a destinação correta dos resíduos gerados durante a vida útil da edificação, entre outros –, contribuem para uma construção mais sustentável. Isto não é praticável em apenas em um item, mas no seu conjunto, pois a utilização dessa edificação também pode gerar uma série de impactos ao meio ambiente e que precisam ser analisados.

Agradecimientos

Este estudo foi realizado como parte de um Doutorado em Arquitectura y Urbanismo da Universidad del Bío – Bío, Concepción, Chile.

Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 14040: Sistema de Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura*. Rio de Janeiro, 2001.

BAETENS, R.; JELLE, B. P.; GUSTAVSE, A. Phase change materials for building applications: A state-of-the-art review. *Energy and Buildings*. V. 42, p. 1361–1368, 2010.

BEGIN, G.V. 2007. *The Procura+ Manual: A Guide to Cost-Effective Sustainable Public Procurement*. 2nd ed. Freiburg: ICLEI - Local Governments for Sustainability. Disponível em: <<http://procuraplus.org/index.php?id=4611>>. Acesso em: 17 maio 2009.

BISSOLI, M. 2007. *Recomendações para a sustentabilidade da habitação de interesse social: uma abordagem ao Conjunto Residencial Barreiros, Vitória (ES)*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 233f.

BRASIL. Instrução Normativa nº 1 de 19 de janeiro de 2010. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. In: *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: 20 jan. 2010.

CARVAJAL, C. I. *Proposición de una metodología de evaluación de la sustentabilidad de los materiales de construcción y la generación de un sello verde*. Valparaíso. Universidade de Valparaíso. 2004.143p.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES – ICLEI. Local Governments for Sustainability. 2008. Disponível em: <www.iclei.org>. Acesso em: 17 maio 2009.

JAILLON, L.; POON, C.S.; CHIANG, Y.H. Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste Management*, v.29, n.1, p. 309-320, jan. 2009.

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.

KIBERT, C.J. Deconstruction as an essential component of sustainable construction. In: *Strategies for a Sustainable Built Environment*, Pretoria, 23-25 August 2000. Disponível em: <<http://www.sustainablesettlement.co.za/event/SSBE/Proceedings/kibert.pdf>> Acesso em: 29 dez. 2008.

LJUNGBERG, L.Y. Materials selection and design for development of sustainable products. *Materials and Desig.* v.28, p.466–479, 2007.

MACEDO, L. S. V.; BETIOL, L. S.; BIDERMAN, R.; MAZON, R.; MONZONI, M. 2008. *Guia de Compras Públicas Sustentáveis: Uso do poder de compra do governo para a promoção do desenvolvimento sustentável*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Editora FGV. v. 1. 152 p. Disponível em: <<http://www.catalogosustentavel.com.br/arquivos/file/Compras%20públicas%20a%20ed%205a%20prova.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2009.

MÜLFARTH, R. C. K. 2003. *Arquitetura de baixo impacto humano e ambiental*. Tese (Doutorado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo. 73f.

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, 2009, 197f.

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.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. 2001. *Cidades para um pequeno planeta*. Barcelona: Gustavo Gili.

SOUZA, A. D. S. 2008. *Ferramenta ASUS: Proposta preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da SBTOOL*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 169f.

STERNIERI, L.C.; PIMENTEL, L.L.; LINTZ, R.C.C. Análise dos benefícios gerados pela implantação de modelo de gestão de resíduos em canteiros de obras de construção civil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 50, Salvador, 2008. São Paulo: IBRACON, 2008.

YEANG, K. *El rasgacielos ecológico*. Barcelona: Gustavo Gili. 2001.

WADEL, G.; AVELLANEDA, J.; CUCHÍ, A. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. *Informes de la Construcción*. v. 62, 517, p. 37-51, enero-marzo 2010.

Recibido 26|09|2011
Aceptado 10|11|2011