

USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SELEÇÃO DE MATERIAIS APLICADOS À EXECUÇÃO DE ALVENARIA DE BLOCO¹

SANTANA, Carla Oliveira de (1); ALBERTE, Elaine Pinto Varela (2)

(1) UFBA, e-mail: carla.os@hotmail.com; (2) UFBA, e-mail: elaine.varela@ufba.br

RESUMO

A Construção Civil destaca-se como responsável por significativos impactos ambientais, seja pelo relevante consumo de recursos naturais ou pela importante geração de resíduos de construção e demolição. Ações que promovam o uso consciente e otimizado desses recursos possuem grande importância no fomento de uma gestão mais sustentável da construção. O objetivo deste trabalho é avaliar o uso de indicadores de sustentabilidade para a seleção de blocos para alvenaria interna de um edifício, de modo a proporcionar a solução mais sustentável e menos impactante ao projeto. O trabalho consistiu inicialmente numa revisão bibliográfica para escolha dos indicadores passíveis de aplicação à seleção de blocos. Em seguida, os indicadores selecionados foram aplicados ao contexto de um empreendimento residencial de padrão médio, escolhido pelo fato do projeto prever o uso de três tipos de blocos: de concreto, de gesso e cerâmico. Na aplicação dos indicadores foram simulados três cenários para execução da vedação interna, um para cada tipo de bloco. Como dados de entrada, adotaram-se dados do fabricante, registros históricos da obra e dados existentes na bibliografia. Os resultados indicam o bloco de concreto como o material mais sustentável dentre os cenários analisados e os indicadores apresentaram-se validados ao processo de seleção.

Palavras-chave: Indicadores. Sustentabilidade. Seleção. Materiais. Alvenaria.

ABSTRACT

The Civil Construction stands out as responsible for significant environmental impacts, either by the relevant consumption of natural resources or the generation of solid waste and demolition. Actions that promote the conscious use and optimal use of these resources have great importance in the promotion of a more sustainable construction management. The objective of this study is to evaluate the use of sustainability indicators for selection of blocks for internal masonry walls, so as to provide the most sustainable and less impactful solution to the project. This work began initially with a literature review to choose indicators that could be applied for block selection. Then, selected indicators have been applied to the context of a medium standard residential project, chosen because it predicts the use of three types of blocks: concrete, gypsum and ceramic. In indicators application, three scenarios for internal walls implementation were simulated, one for each type of block. As input data, the work adopted manufacturer's data, historical records of the work site and existing literature data. The results indicate that the concrete block was the most sustainable material from the scenarios analyzed, and the indicators were presented validated for selection process.

Keywords: Indicators. Sustainability. Selection. Materials. Masonry.

¹SANTANA, C. O. de; ALBERTE, E. P. V. Uso de indicadores de sustentabilidade para a seleção de materiais aplicados à execução de alvenaria de bloco. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. *Anais...* Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A Indústria da Construção Civil é usualmente relacionada com grandes impactos ambientais, má gestão de recursos e elevado desperdício econômico.

No Brasil, aproximadamente 40% dos resíduos gerados na economia, 75% de todo o resíduo sólido produzido e 20% a 50% dos recursos naturais extraídos do planeta estão relacionados a atividades da construção civil (CARVALHO e OLIVEIRA, 2014).

Entende-se que a seleção de materiais com maior durabilidade e qualidade, e cujas fabricas situam-se em locais mais próximos ao canteiro de obras, pode contribuir para maior economia, menor geração de resíduos e menor impacto de uma construção.

Nesse sentido, o uso de indicadores de sustentabilidade pode ser de grande valia para a busca de soluções mais sustentáveis e menos impactantes ao projeto na etapa de seleção de materiais de construção.

Na atualidade, os selos de certificação ambiental tem-se destacado como importantes bases para orientação do processo de busca pela sustentabilidade de uma construção. Cada vez mais, as empresas do setor de construção tem buscado a adequação de suas atividades às normas e instruções propostas por estes selos, para produzir uma construção sustentável e comprovar sua sustentabilidade.

Por outra parte, é importante ressaltar o papel que a NBR 15.575:2013 tem tido nesta mudança dos parâmetros de qualidade adotados na concepção e construção de edificações residenciais. A Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais estabelece exigências de conforto e segurança em imóveis residenciais, associando claramente a qualidade desses produtos ao resultado que eles conferem ao usuário. A questão da sustentabilidade da edificação é preconizada tanto pelo uso de conceitos de durabilidade e vida útil, quanto pelas premissas de otimização de recursos naturais utilizados pela edificação (CBIC, 2013).

No Brasil, destacam-se três certificações expandidas no setor da construção civil, quais sejam: *LEED* (*Leadership in Energy & Environmental Design*), primeira certificação ocorrida no país em 2007; *AQUA* (Certificação Alta Qualidade Ambiental), surgida em 2010 devido às restrições encontradas no certificado anterior; Selo Azul Caixa, criado pela Caixa Econômica Federal em 2010 a fim de promover a inovação e produção de habitações mais sustentáveis, tornando-se um selo desenvolvido para a realidade nacional (LACERDA, 2014).

A maioria desses sistemas de avaliação ambiental é baseada em indicadores de desempenho que refletem os principais problemas ambientais locais, podendo ter ou não ponderações explícitas.

Bragança e Mateus (2006) propõem uma metodologia de comparação da sustentabilidade de soluções construtivas a partir de indicadores de

sustentabilidade e pesos atribuídos a estes. Na aplicação da metodologia, os autores indicam, dentre outras conclusões, que a utilização mais racional de materiais foi fator determinante para a sustentabilidade de um processo construtivo.

Oliveira (2012), por sua vez, avaliou o processo de seleção de materiais e componentes sob a ótica da sustentabilidade. A autora sinaliza a falta de um pensamento mais sistêmico e de maiores estudos neste campo como causas para a geração de ferramentas ainda restritas e ineficientes. Por outro lado, ressalta que uma análise mais sistêmica poderia tornar a prática inviável, devido à necessidade de grande levantamento de informações.

Em contrapartida, Zhao et al. (2016) apresenta uma metodologia para selecionar materiais através de indicadores e método computacional. A metodologia baseia-se em vários atributos para tomada de decisão entre dois ou mais materiais semelhantes, sendo integrada com duas ferramentas computacionais: uma para atribuir valores de ponderação para cada indicador, examinando a importância relativa deles segundo a preferência do usuário e; classificar os materiais analisados com base em suas performances.

Percebe-se, assim, que o uso de indicadores de sustentabilidade para seleção de materiais de construção deve ser adequadamente avaliado. Para Wallbaum (2008) *apud* Carvalho e Sposto (2012), os indicadores de sustentabilidade têm de abranger todas as dimensões da sustentabilidade e do ciclo de vida da edificação. Necessitam ter precisão científica e clareza na comunicação das suas informações (rastreabilidade e transparência); devem estar integrados às condições locais; e serem práticos.

Através do presente trabalho, identificaram-se/criaram-se 8 indicadores de sustentabilidade aplicáveis à seleção de blocos de alvenaria para edificações. Este processo baseou-se essencialmente no conteúdo exigido pelas certificações ambientais de construções sustentáveis mais usuais e atuantes no mercado brasileiro (AQUA e o Selo Azul Caixa).

A qualidade desses indicadores foi avaliada a partir de critérios de validade, confiabilidade, especificidade, sensibilidade, mensurabilidade, relevância e custo-efetividade. Esta avaliação foi feita através da aplicação dos indicadores selecionados ao contexto de um empreendimento residencial de padrão médio, simulando-se três cenários para execução da vedação interna, um para cada tipo de bloco: de concreto, de gesso e cerâmico.

Esta aplicação apresentou limitações quanto à possibilidade de coleta dos dados, pois a maioria dos dados de entrada compreendeu de registros históricos da obra e dados fornecidos pelos fabricantes.

Espera-se, contudo, que este estudo contribua para fomentar práticas de seleção de materiais de construção mais comprometidas com a sustentabilidade do empreendimento, motivando a realização de estudos complementares voltados a este e outros tipos de processos construtivos.

2 OBJETIVO GERAL

A presente pesquisa tem como objetivo avaliar o uso de indicadores de sustentabilidade no processo de seleção de blocos de alvenaria interna de um empreendimento residencial de padrão médio.

O foco do trabalho centrou-se na seleção de blocos para alvenaria interna, tendo em vista que o serviço de alvenaria define uma boa parte da sequência executiva da obra e representa um dos maiores volumes de materiais e serviços (ANDRADE, 2011).

Segundo Pinho e Lordsleem Jr. (2009), o processo de execução de alvenaria de bloco em construções residenciais produz em média 113% e 17% de perdas de argamassa e tijolos/blocos, respectivamente.

Além disso, com relação aos custos do sistema de vedação de um empreendimento, cabe destacar que este representa de 4% a 6% no orçamento total de um edifício convencional, não considerando gastos oriundos da interface com outros subsistemas, como as instalações elétricas e hidráulicas embutidas e; o mau desempenho do subsistema alvenaria, como problemas patológicos devido a descuidos na execução do serviço e imperfeições do bloco utilizado. Conjecturando as questões citadas, retrabalhos e a existência de várias perdas com desperdício de materiais e mão-de-obra, a vedação vertical pode influenciar até 40% do custo da edificação (ANDRADE, 2011).

3 METODOLOGIA DO ESTUDO

Como estrutura metodológica deste estudo, foram realizadas 3 etapas: revisão bibliográfica, seleção dos indicadores e avaliação dos indicadores.

Na primeira etapa, realizou-se revisão bibliográfica acerca de indicadores de sustentabilidade para a seleção de materiais de construção civil, com base em artigos, revistas, sites, jornais e livros, e tendo especial atenção ao conteúdo das certificações ambientais mais difundidas em território nacional (AQUA e Selo Casa Azul). O objetivo desta etapa foi reunir o conhecimento sobre o tema e definir as variáveis de análise a serem utilizadas nas etapas posteriores.

Na segunda etapa, identificaram-se indicadores de sustentabilidade aplicáveis à seleção de blocos de alvenaria para edificações. Em seguida, realizou-se o fichamento desses indicadores, onde os mesmos foram adaptados ao contexto de uma análise comparativa com base em registros históricos de projeto e controle de qualidade em obra. O objetivo foi viabilizar o uso desses indicadores em simulações numa obra, para avaliar a qualidade dos mesmos.

Finalmente na terceira etapa, realizou-se a avaliação dos indicadores selecionados e fichados. Esta etapa compreendeu em uma análise qualitativa do processo de aplicação desses indicadores em uma obra de edificação residencial padrão.

Para avaliação qualitativa dos indicadores selecionados foram considerados os seguintes critérios (UNITED NATIONS, 1999):

- Validade: competência de medir o que é necessário;
- Confiabilidade: a partir de medições repetidas sob as mesmas condições, são capazes de fornecer resultados consistentes e equivalentes;
- Sensibilidade: pode realizar medidas que apresentam possíveis mudanças no projeto em análise;
- Relevância: ser capaz de originar resultados claros e representativos sobre o assunto em análise;
- Especificidade: capacidade de aferir somente o evento que necessita ser aferido;
- Mensurabilidade: obtenção de dados de medição com facilidade e;
- Custo efetividade: competência de entregar resultados que justifiquem o investimento em tempo e outros recursos.

O projeto escolhido foi um empreendimento residencial de médio padrão com área construída de 20.337,36 m² e estrutura de uma torre com 4 pavimentos de garagem, 1 pavimento para lazer e 20 pavimentos tipos, sendo 10 apartamentos por pavimento tipo (total de 200 apartamentos).

Este projeto foi escolhido devido a sua tipologia padrão e pelo fato de haver utilizado os três tipos de blocos aqui estudados simultaneamente: blocos cerâmicos, de gesso e de concreto. No projeto original toda a alvenaria da periferia e as divisórias entre um apartamento e outro deveriam ser feitas com blocos cerâmicos. Contudo, durante a etapa de construção, a gerência optou por utilizar blocos de gesso nas divisórias internas dos apartamentos e blocos de concretos na periferia da região da escada e no suporte para o reservatório na cobertura.

Para o estudo, simularam-se três situações: uso integral de bloco cerâmico, de bloco de concreto e de bloco de gesso em todas as vedações internas do pavimento tipo do referido empreendimento.

As dimensões e descrição dos tipos de blocos adotados na obra são indicados a seguir:

- Bloco Cerâmico: modelo reto prismático com 8 furos, com dimensões de 9x19x19 cm, usados em ambientes suscetíveis ou não a umidade, sem finalidade estrutural.
- Bloco de Concreto: modelo vazado com dimensões de 14x19x39 cm, usados em ambientes suscetíveis ou não a umidade, passiveis de finalidade estrutural.
- Bloco de Gesso: modelo vazado standard com dimensões de 7x68x50cm, utilizado apenas em ambientes secos, e modelo maciço hidrófugo com dimensões de 10x68x50cm, utilizado em ambientes úmidos e/ou secos.

A Figura 1 ilustra os modelos dos blocos descritos acima, bloco cerâmico, de concreto e de gesso respectivamente.

Figura 1 – Modelos dos blocos



Fonte: Os autores.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente, foram selecionados/criados oito indicadores de sustentabilidade aplicáveis à seleção de blocos de alvenaria para edificações e passíveis de aplicação ao contexto proposto para este estudo.

O Quadro 1 apresenta uma síntese do fichamento de cada indicador selecionado, constando apenas os principais tópicos para entendimento e cálculo dos mesmos.

Do total, dois indicadores relacionam-se com a geração de resíduos no canteiro (Perdas no fluxo de produção e Embalagens dos materiais), dois indicadores tem foco na dimensão econômica do processo (Custos de execução do serviço e Custo com as perdas), três indicadores tem relação com a qualidade /especificidade do produto (Qualidade dos materiais e componentes, Coordenação modular e Vida útil/ durabilidade), e um indicador relaciona-se com a situação geográfica do canteiro(Distância do transporte dos materiais ao canteiro).

Quadro 1 – Síntese dos indicadores selecionados

Indicadores	Descrição	Pilar da sustentabilidade	Fórmula de cálculo	Unidade	Procedência da coleta dos dados
Perdas no fluxo de produção	Indica a quantidade total de material perdido durante o processo de transporte do produto até a obra, e do transporte, manuseio e execução do serviço no canteiro	Ambiental, econômico	RCD Gerado(Kg) / Material (Kg) x 100	%	Registros de compra e de descarte de materiais da empresa
Custos de execução do serviço	Indica o custo de mão de obra e materiais gastos diretamente na execução do serviço em um pavimento	Econômico	Soma dos custos de execução / área de alvenaria	R\$/m ² /pav	Registros de descarte de materiais e pagamentos da empresa

Fonte: Os autores

Quadro 1 – Síntese dos indicadores selecionados (continuação)

Indicadores	Descrição	Pilar da sustentabilidade	Fórmula de cálculo	Unidade	Procedência da coleta dos dados
Custo com as perdas	Indica o custo médio da terceirizada que coleta os resíduos da obra e perdas dos materiais num período de tempo de 2 meses	Econômico	Soma de todos os custos de perdas / quilo de material	R\$/kg	Registros de compra e de descarte de materiais da empresa
Qualidade dos materiais e componentes	Indica a incidência de produtos entregues na obra em não conformidade com às Normas Técnicas de qualidade de fabricação do produto	Ambiental, econômico	Reprovações de produtos entregues (m ²)/ Total de produtos entregues (m ²)	%	Registros da empresa
Coordenação modular	Indica a possibilidade de aplicação de coordenação modular na execução do serviço dos produtos disponibilizados pelo fabricante.	Ambiental, econômico	Sim / Não	Não se aplica	Dados do fabricante
Distância do transporte dos materiais ao canteiro	Indica a distância entre o local de fabricação dos materiais até o canteiro de obras	Ambiental, econômico e social	Total de quilômetros entre fabrica e canteiro	Km	Google maps
Embalagens dos materiais	Indica a quantidade de RCD relacionado ao descarte de embalagens plásticas utilizadas para unitização dos blocos.	Ambiental, econômico	RCD Gerado (Kg) /Material (m ²)	kg/m ²	Registros de compra e de descarte de materiais da empresa
Vida útil/ durabilidade	Indica qual bloco é mais durável exercendo sua função na alvenaria de vedação, sendo aplicados sob as mesmas condições de uso	Ambiental	Valor de vida útil de projeto	Anos	Revisão bibliográfica

Fonte: Os autores

A Tabela 1 informa um comparativo entre os três tipos de blocos simulados na obra, considerando um quantitativo de 892,95m² de alvenaria interna para um pavimento.

Tabela 1 – Comparativo entre os tipos de bloco

Indicadores	Bloco cerâmico	Bloco de concreto	Bloco de gesso
Perdas no fluxo de produção	25,81%	-	23,49%
Custos de execução do serviço	43,9 \$/m ²	59,8 \$/m ²	55,7 \$/m ²
Custo com as perdas	0,28 \$/kg	-	0,32 \$/kg
Qualidade dos materiais e componentes	7,71%	0,00%	5,76%
Coordenação modular	Sim	Sim	Não
Distância do transporte dos materiais ao canteiro	62,7 km	25,3 km	782 km
Embalagens dos materiais	0,042 kg/m ²	0,094 kg/m ²	0 kg/m ²
Vida útil/ durabilidade	25 a 30 anos	25 a 30 anos	25 a 30 anos

Fonte: Os autores

A partir de sua análise, é possível perceber a tendência do bloco de concreto ser a solução mais sustentável para o projeto avaliado, visto que:

- é o produto cuja fabrica encontra-se mais próxima ao canteiro,
- não foram sinalizados defeitos no material entregue para gerar sua reprovação / devolução, diferente do evidenciado para as outras tipologias de blocos.
- o produto possui características que permitem a realização de coordenação modular;

Além disso, não foi possível coletar dados referentes as perdas do bloco de concreto, visto que os registros da obra de quantificação dos resíduos gerados incluíam a quantificação de todo resíduo Classe A produzido no canteiro de obras. Contudo, foi possível observar que não havia perdas de materiais no transporte da fábrica até a obra e na logística interna do canteiro, devido a paletização do produto.

O uso de bloco cerâmico apresenta-se benéfico principalmente no aspecto econômico, visto ser o bloco mais barato das opções analisadas.

Já o uso de bloco de gesso somente destaca-se por não gerar resíduos classe B oriundos do descarte das embalagens de material, já que não é entregue paletizado.

Ao se analisar a qualidade de cada indicador, observou-se que:

- O indicador de perdas atende positivamente a boa parte dos critérios de análise adotados neste estudo. A exceção é dada aos critérios de validade e mensurabilidade, visto que o empreendimento analisado não quantificava os resíduos por processo, e sim por classe de resíduo, o que é natural num processo convencional de gestão de RCD em canteiro de obras. Além disso, a confiabilidade do indicador também foi questionada visto que a gestão de RCD no canteiro não foi considerada totalmente efetiva. Muitas vezes os resíduos classe A eram misturados com resíduos de outras classes, sendo, para este estudo, necessário analisar os períodos de coleta de RCD mais confiáveis;
- Os indicadores de custos de execução e de distância do transporte dos materiais ao canteiro foram considerados excelentes indicadores, atendendo a todos os critérios de qualidade, sem maiores restrições;
- O indicador de custos com as perdas, para o empreendimento estudado, só atendeu aos critérios de validade, sensibilidade, relevância e especificidade, pois é um indicador que depende diretamente dos dados de perdas, os quais houve dificuldades na coleta com base nos registros de gestão da obra;
- O indicador de qualidade dos materiais e componentes atende positivamente a quase todos os critérios de análise adotados neste estudo, a exceção do critério de confiabilidade, já que a gestão do empreendimento não possuía comprometimento no registro de todas as reparações de materiais entregues;

- O indicador de coordenação modular não apresentou-se tão relevante. O uso de coordenação modular influencia positivamente na produtividade do canteiro, redução de perdas de material e desperdício de recursos. Contudo, o fato do produto em si possuir características que permitam realizá-la não influi na sustentabilidade do processo, se efetivamente o projeto não for desenvolvido pensando nesta possibilidade;
- O indicador de embalagem dos materiais, para o empreendimento estudado, só atendeu aos critérios de validade, relevância e especificidade, visto a dificuldade de obtenção de dados de entrada fiáveis para aplicação do mesmo no referido empreendimento;
- O indicador de vida útil/durabilidade, apesar de estar relacionado a uma característica de extrema relevância à sustentabilidade de um material, foi formatado num contexto muito simplificado, com foco na mensurabilidade e no custo efetividade da sua aplicação. Sendo assim, não atendeu a critérios de validade, confiabilidade, sensibilidade, relevância e especificidade. Sua revisão deve considerar a durabilidade do sistema de vedação e dados fiáveis, obtidos a partir de ensaios e não dados do fabricante.

5 CONCLUSÕES

O bloco de concreto foi considerado como opção mais sustentável para o empreendimento analisado neste estudo. Apesar de haver apresentado alguns indicadores com resultados inferiores às demais tipologias, o bloco de concreto apresentou melhor indicador de perdas, melhor qualidade dos materiais e maior proximidade com a referida obra.

De modo geral, os indicadores apresentaram-se satisfatórios para a comparação da sustentabilidade dos materiais na referida obra:

- Os indicadores de custos de execução e de distância do transporte dos materiais ao canteiro foram os indicadores que se apresentaram mais eficientes, devido à sua praticidade e clareza na comunicação.
- Os indicadores de perdas no fluxo de produção, de custos com as perdas e de qualidade dos materiais e componentes apresentaram grande potencial de uso. Sua melhoria depende, contudo, de um comprometimento / direcionamento maior por parte da gestão do empreendimento nos registros de produtividade, perdas e inspeções de materiais, para obter uma melhor confiabilidade dos resultados.
- Os indicadores de coordenação modular, de embalagem dos materiais e de vida útil/durabilidade devem ser revistos, para verificar a possibilidade de uso num contexto mais eficiente.

Contudo, percebe-se que uma análise mais completa desses materiais deve considerar avaliações mais amplas, incluindo a aplicação de mais indicadores sociais e de indicadores relacionados com o desempenho do sistema de vedação durante sua vida útil (a exemplo do desempenho térmico e acústico, entre outros).

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Guilherme Coelho de. **Sistema de Vedaçāo Racionalizada**. In: CONCRETE SHOW, 5., ABCP, 2011. São Paulo: Gama Filho, 2011.

BRAGANÇA, Luís; MATEUS, Ricardo. **Sustentabilidade de Soluções Construtivas**. Braga, Portugal: Universidade do Minho, 2006.

CARVALHO, Matheus Costa; OLIVEIRA, Kelly Cristina da Cunha. **Reutilização de resíduos liberados nas construções civil**. São Paulo, 2014.

CARVALHO, Michele Tereza Marques; SPOSTO, Rosa Maria. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (Rio Grande do Sul) (Org.). **Ambiente Construído**. 12. ed. Porto Alegre: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012. p. 207-225

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

LACERDA, Juliana Ferreira Santos Bastos de. **Avaliação da Sustentabilidade na Construção Civil dos Sistemas Construtivos Convencional e Industrializado no Brasil**. 2014. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.

OLIVEIRA, Carine Nath de. **O Paradigma da Sustentabilidade na Seleção de Materiais e Componentes para Edificações**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PINHO, Suenne Andressa Correia; LORDSLEEM JR., Alberto Casado. **O custo da perda de blocos/tijolos e argamassa da alvenaria de vedação: estudo de caso na construção civil**. In: Congresso Brasileiro de Custos, 16. Fortaleza, 2009.

UNITED NATIONS. **Integrated and coordinated implementation and follow-up of major United Nations conferences and summits**. A critical review of the development of indicators in the context of conference follow-up, Report of the Secretary-General, Anexo 3. New York: UN, 1999. Disponível em: <<http://www.un.org/documents/ecosoc/docs/1999/e1999-11>>. Acesso em: 15 jul. 2010.

ZHAO, Rui et al. Commercially Available Materials Selection in Sustainable Design: An Integrated Multi-Attribute Decision Making Approach. **Sustainability**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.79-[s.l.], 16 jan. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su8010079>.