



LEVANTAMENTO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NO TRANSPORTE DE MATERIAIS DE UMA CONSTRUÇÃO CIVIL EM MARINGÁ/ PR

Marco Aurélio D. Maciel¹, Carlos Barros Junior², Márcia Aparecida Andreazzi³

RESUMO: As mudanças climáticas nos últimos anos têm sido constantemente ressaltadas pelos diferentes canais da sociedade civil, causando preocupação aos governos, à população e aos cientistas em todo mundo. Essas alterações do clima podem estar arroladas ao aumento de concentração de gases de efeito estufa (GEEs), responsáveis pelo aquecimento da temperatura da Terra. Um setor que se destaca como importante emissor de gases de efeito estufa é o da construção civil. De acordo com dados da United Nations Environment Programme, este setor é um grande emissor de GEEs, respondendo por um terço das emissões globais. As emissões provenientes da construção civil estão associadas à extração das matérias-primas usadas nos materiais de construção, aos processos de fabricação desses materiais, à energia despedida durante o ciclo de vida da obra, à operação e manutenção da obra, além da disposição final dos resíduos e do transporte de materiais (BESSA, 2010). Para mitigar o efeito dessas mudanças as organizações precisam medir, controlar e reduzir suas emissões de gases de efeito estufa. Assim, foram desenvolvidas metodologias específicas de quantificação de emissões de GEEs para os diferentes setores da economia, chamados de Inventários de Emissões de GEEs. Com a finalidade de facilitar a elaboração de inventários de emissões foi desenvolvida pelo Word Resources Institute, a ferramenta GHG Protocol, que, atualmente, é o método mais utilizado pelas empresas e governos para a realização de inventários de GEEs. Neste estudo foram descritos os resultados de um inventário de GEEs referente ao transporte de matérias, utilizados na alvenaria, de um edifício localizado em Maringá. Em média, as emissões de GEEs devido à queima de combustível fóssil no transporte de matérias na fase de alvenaria corresponde a 1,41 kg CO_{2e}/m². Considerando a predominância do transporte rodoviário no Brasil, nota-se que isso eleva a emissão de dióxido de carbono no transporte de materiais utilizados na construção civil. Deste modo, selecionar fornecedores dos insumos da construção civil próximo ao local de uso pode contribuir para a redução da emissão de CO₂ ao minimizar as distâncias percorridas durante o transporte desses materiais.

PALAVRAS-CHAVE: aquecimento global, construção sustentável, emissões de CO₂.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma atividade que produz grandes impactos ambientais, utiliza entre 40 e 50% dos recursos naturais no Brasil de acordo com dados das Nações Unidas, quando considera todo o ciclo de vida das edificações, gera 25% dos resíduos sólidos, consome 25% da água e ocupa 12% das terras (UNEP, 2012).

Ainda, de acordo com dados da UNEP (2012), 30% das emissões globais de GEEs são causados pelas edificações, provenientes do consumo de energia gerada na queima de combustíveis fósseis. A indústria da construção civil, de acordo com Moura e Motta (2013), é uma das que mais danos causam ao meio ambiente, sobretudo pelo consumo de energia e recursos naturais.

¹Engenheiro mecânico, aluno do Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá/ UNICESUMAR, Maringá, PR. mdmaciel@gmail.com.

². Orientador, Prof. Dr. do Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá/ UNICESUMAR, Maringá, PR. cbjunior51@hotmail.com.

³. Co-orientadora. Prof^a. Dr^a. do Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário de Maringá/ UNICESUMAR, Maringá, PR. marcia.andreazzi@unicesumar.edu.br

De acordo com o Inventário Nacional de Emissões (2005), a produção de cimento, aço e cal são responsáveis pelas maiores emissões industriais de GEEs. Portanto, o setor da construção civil tem grande potencial para reduzir às emissões antrópicas de GEEs. Para que possam promover ações de redução das emissões de GEEs e contribuir para a mitigação das mudanças climáticas, as construtoras devem calcular o quanto emitem e qual a origem dessas emissões. A elaboração de inventários de emissões de GEEs pode servir de base para a identificação de oportunidades de redução das emissões.

O inventário de emissões de GEEs é uma avaliação que se faz de uma empresa, setor produtivo, cidade, estado ou de um país a fim de determinar as fontes de emissões de GEEs nas atividades produtivas e a quantidade lançada na atmosfera. Elaborar um inventário compreende quantificar e organizar dados sobre as emissões de GEEs, com base em padrões e protocolos e definir essas emissões corretamente a uma unidade, negócio, operação, empresa, cidade, estado ou país (FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS, 2009).



De acordo com os dados divulgados pelo IBGE o setor da construção civil cresceu 1,4% em 2012, equivalente a 8,5% do Produto Interno Bruto – PIB (ABRAMAT, 2014). Mesmo ocupando uma posição de destaque na economia do Brasil, ao setor da construção civil apresenta-se como grande gerador de impactos ambientais que resultam em emissões de gases de efeito estufa (GEEs).

As emissões de GEEs provocadas pela construção civil ocorrem em três situações distintas: na extração, fabricação e transporte de materiais de construção, na execução das obras e na disposição dos resíduos por ela gerados (PRICE et al., 2006).

Pesquisa conduzida para o Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática estimou que aproximadamente 30% da referência de emissões de CO₂ em edifícios projetadas para 2020 podem ser mitigadas mundialmente, com uma relação custo-benefício eficiente, ou seja, sem custos ou até mesmo a custos negativos se várias opções tecnológicas forem introduzidas, como sistemas de aquecimento e eletrodomésticos mais eficientes. Portanto, explorar esse potencial apenas no setor da construção contribuirá consideravelmente para resolver o problema da mudança climática global. Além disso, desenvolver esses potenciais também trará inúmeros outros benefícios, como a diminuição da poluição atmosférica, melhoria da saúde e redução da mortalidade, melhoria do bem-estar social e segurança energética, entre outros (CBCS, 2014).

Segundo Abreu (2012), é significativo o consumo de energia pela construção civil, tanto na extração de materiais quanto na fabricação, transporte e processamento dos insumos.

De fato, as produções de cimento, aço e cal são responsáveis pelas maiores emissões industriais e as atividades de transporte desses materiais também geram emissões, basicamente pelo consumo de diesel no transporte de materiais para o canteiro de obra, desde o seu local de origem. (BENITE, 2011).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi calcular as emissões de CO₂ gerados pelo transporte dos materiais utilizados em uma obra da construção civil edifício comercial com auxílio ferramenta de quantificação de emissões neste setor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 GHG PROTOCOL

O *GHG Protocol* é o método mais utilizado para a realização de inventários de gases de efeito estufa – GEEs. O método é compatível com as normas ISO e com os métodos de quantificação do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC (FGV, 2009). Ele foi desenvolvido pelo *World Resources Institute* – WRI em associação com o *World Business Council for Sustainable Development* – WBCSD (WRI, 2013).

Foram desenvolvidas ferramentas específicas de quantificação de emissões de GEEs para diferentes setores da economia, chamados de Inventários de Emissões de GEEs. Um inventário pode ter dois segmentos: um aplicado a países, estados e municípios e, outro, aplicado a empresas corporativas. Os dois segmentos seguem uma linha comum, porém cada um com suas especificações. Com o objetivo de padronizá-los em função das diferentes escalas de realização, foram desenvolvidas diretrizes e ferramentas de cálculo (FGV, 2009).

Em 2008, o método foi adaptado ao contexto nacional pelo Centro de estudos em Sustentabilidade da Fundação Getúlio Vargas – Gvces e pelo WRI em parceria com o Ministério de Meio Ambiente, com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável – CEBDS, com o World Business Council for Sustainable Development – WBCSD e 27 empresas fundadoras (PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL, 2011).

O primeiro passo para a utilização da ferramenta é a escolha do ano do inventário, pois os fatores de emissão variam com base no ano escolhido.

Para efeito de comparações de emissões com dados da literatura foi adotado o ano-base de 2014 como referência, sendo que este estudo abrangeu o período de 2014 a julho de 2015.

O inventário foi desenvolvido de acordo com os princípios para contabilização e elaboração do relatório (PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL, 2010).

2.2 LIMITES ORGANIZACIONAIS

Para efeitos deste trabalho, os limites organizacionais considerados foram, exclusivamente, o controle operacional da obra acompanhada: – Prédio Administrativo – Bloco 11 – do UNICESUMAR – Centro Universitário CESUMAR, situado na Av. Guedner, 1610 – Jardim Aclimação – Maringá PR.

A obra avaliada está situada na latitude 23°26'31.83”Sul e longitude 51°55'3.57” Oeste e como limite geográfico para elaboração do inventário foi considerado um raio de 10 quilômetros da obra, tendo como área de influência direta a região da cidade de Maringá PR. Este raio abrange a distância dos fornecedores de material de construção e serviços, bem como a do aterro sanitário onde foi feita a deposição dos rejeitos sólidos inertes e a reciclagem dos resíduos descartados na construção. A descrição geral da obra é:

- número de pavimentos: 08 e 02 subsolos;



- área do pavimento tipo: 1.098 m²;
- área de parede: 1.987 m²;
- área total da obra: 10.987 m²
- altura pé direito: 3,8 m.

2.3 LIMITES OPERACIONAIS

Os limites operacionais foram determinados por meio da identificação das emissões de GEEs associadas às operações das empresas incluídas nos limites organizacionais. As emissões foram divididas em emissões diretas e indiretas. As emissões indiretas englobaram as aquisições de energia elétrica, o consumo de materiais de construção utilizados na obra e os combustíveis fósseis usados em seus transportes. As emissões diretas abrangeram o consumo de combustíveis fósseis dentro da empresa por meio de equipamentos e veículos próprios.

Para otimização da ferramenta de cálculo foram consideradas a emissão pelo consumo de combustíveis fósseis por fontes móveis.

Para ajudar a delinear as fontes de emissões direta e indireta são definidos três escopos para registro e inventários de GEEs:

- o Escopo 1, que avalia as emissões diretas de GEEs, ou seja, aquelas provenientes de fontes que pertencem ou são controladas pela empresa, incluindo as emissões da queima de combustíveis por fontes fixas e móveis e pelo consumo de material de construção.

- o Escopo 2, ou emissões indiretas de GEEs, controladas pela empresa, provenientes da aquisição de energia elétrica;

- o Escopo 3, que contempla todas as fontes de emissão indiretas que possam ser atribuídas à ação da empresa, porém não controladas pela empresa. Tais emissões são decorrentes de atividades realizadas por fornecedores de materiais e empreiteiras de serviços.

O inventário foi apurado ao longo da construção da obra, com fechamento ao final das mesmas, totalizando as emissões de GEEs considerando três sistemas de avaliação. No Sistema 1, os dados da atividade foram levantados por meio de entrevista pessoal com o engenheiro responsável pela obra, planilhas de serviços e preços-custo e do memorial descritivo, No Sistema 2, com os fornecedores de material de construção e serviços utilizados na construção (memorial descritivo da obra) e no Sistema 3, as emissões de GEEs, com o levantamento quantitativo dos dados de fabricação e consumo de materiais de construção, consumo de combustível no transporte e manuseio desses materiais dentro do canteiro de obra, energia elétrica consumida, entre outras fontes de emissão.

2.4 METODOLOGIA DE CÁLCULO

A metodologia de cálculo adotada neste estudo foi realizada de acordo o memorial descritivo da obra e da planilha de serviços, sendo multiplicado pelo respectivo fator de emissão para determinar a quantidade de emissões de GEEs da atividade. O inventário de emissões é o somatório de todas as contribuições individuais dos gases emitidos em cada atividade.

O cálculo das emissões de GEEs relativo ao transporte foi realizado segundo o critério do Escopo 3, considerando-se os fatores de emissão do óleo diesel para diversas categorias de caminhões.

Para a etapa de transporte foram contabilizadas as distâncias entre as fontes de extração e as fábricas dos materiais utilizados na construção do edifício e entre as fábricas e a cidade de Maringá. Desse modo, definiu-se o consumo de óleo diesel para o transporte por caminhões.

Além disso, foram feitas considerações gerais, baseadas em Teixeira e Bizzo (2000), como, não foram considerados os trajetos de retorno dos meios de transportes, não foram considerados os gastos e emissões referentes à manutenção dos meios de transporte, o fator de emissão do óleo diesel foi adotado com sendo de 2,671 kg CO₂/L de acordo com o Primeiro Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por Veículos Automotores Rodoviários (MMA, 2011).

Para caracterização do óleo diesel foram adotados os valores do Poder Calorífico igual à 45008 kJ/kg e o peso específico de 852 kg/m³;

2.5 MATERIAIS CONSIDERADOS

Para determinar a distância percorrida pelos meios de transporte utilizados dos materiais consumidos na obra foram pesquisadas quais eram as empresas responsáveis pela extração e fabricação de cada matéria-prima e onde elas se localizavam. Os cálculos consideraram o transporte do cimento, da cal, da areia, dos blocos cerâmicos furados e dos blocos de concreto.



Com relação ao transporte do cimento, a fábrica que abastece a cidade de Maringá está localizada no município de Rio Branco do Sul (PR), distante 450 km da mesma e, neste estudo, foi considerado o transporte rodoviário entre a fábrica e o local da obra.

Para a avaliação do transporte da cal considerou-se tanto para o transporte do calcário até a fábrica, quanto para o transporte de cal hidratada até Maringá utilizam-se caminhões. Para isso, considerou-se que a cal era do tipo III embalada em sacos de 20 kg. Neste estudo considerou o produto fornecido pelo grupo Votorantim, localizado em Rio Branco do Sul (PR) a uma distância média de 450 km de Maringá.

Para o transporte da areia, como sua comercialização é regional, foi considerado o consumo de areia bruta fornecida por empresas da Associação das Indústrias Extrativas de Areia do Noroeste do Paraná (APA), extraída da bacia do Rio Paraná, região do município de Loanda PR, transportada por caminhões com uma distância média de 150 km de Maringá (APA, 2014).

Assim como, a comercialização da areia é regional, a comercialização de blocos cerâmicos é influenciada pela distância das olarias até o local da obra. Neste estudo, foi considerado o consumo de blocos cerâmicos da região de Japurá PR situada a 110 km de Maringá e transportados por caminhões.

Para o transporte dos blocos de concreto, verificou-se que várias fábricas estão localizadas na região metropolitana da cidade de Maringá. Assim, optou-se por utilizar os dados de empresas que se situam a uma distância média de 10 km do local da obra em estudo.

As emissões de GEEs foram calculadas com base na quantidade de insumos consumidos, materiais adquiridos para a realização usando como referência o memorial descritivo e a planilha de serviços e preços-custo da construtora contratada para realização da obra, usando os respectivos fatores de emissões das planilhas da Ferramenta *GHG Protocol*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados sobre o transporte dos diferentes materiais, quantidade, modelo de caminhão, número de viagens e distância total percorrida estão mostrados na tabela 1. A tabela evidencia que a quantidade total de carga transportada foi de 83.983,5Kg de material utilizado, na fase de alvenaria, da construção do edifício percorrendo uma distância total de 2.820Km e uma distância média de 302,8Km.

Além disso, como o transporte foi feito exclusivamente pelo modal rodoviário utilizando combustível fóssil, pode-se concluir que a predominância deste transporte eleva muito a emissão de dióxido de carbono no setor da construção civil.

Deste modo, selecionar fornecedores próximos do local de uso pode reduzir a emissão de CO₂ ao minimizar as distâncias percorridas durante o transporte desses materiais.

A Tabela 3 apresenta os fatores de emissão do combustível óleo diesel comercial (Diesel puro adicionado com biocombustível de acordo com a especificação da Petrobrás) e as emissões totais de dióxido de carbono equivalente.

Tabela 1: Descrição dos tipos e quantidade de materiais transportados, modelo de caminhão empregado, número de viagens e distância total percorrida.

Material	Quantidade (kg)	Modelo do caminhão	Nº de viagens	Distância total (Km)
Cimento	4.744,6	Caminhões semileves (PBT > 3,5 t < 6 t)	1	450
Areia	19.102,7	Caminhões médios (PBT ≥ 10 t < 15 t)	2	300
Cal	473,2	Caminhões semileves (PBT > 3,5 t < 6 t)	1	450
loco cerâmico 9x19x19	7.485	Caminhões médios (PBT ≥ 10 t < 15 t)	1	110
Bloco cerâmico 10x15x20	25.446	Caminhões semipesados (PBT ≥ 15 t; PBTC < 40 t)	1	110
Bloco de concreto	26.732	Caminhões semipesados (PBT ≥ 15 t; PBTC < 40 t)	1	700
Total	83.983,5	-	7	2.820



As Tabelas 4 e 5 apresentam a síntese das emissões totais considerando os materiais utilizados na fase de alvenaria e o escopo 1 da ferramenta do Programa Brasileiro *GHG Protocol*, que é a ferramenta mais utilizada no mundo por empresas e governos para relatar, avaliar e gerenciar suas emissões.

Tabela 2. Descrição do modelo de caminhão, distância total percorrida, consumo médio e total e tipo de combustível empregado no transporte dos materiais avaliados.

Modelo do caminhão	Distância total (km)	Consumo médio (Km/L)	Consumo total (L)	Tipo de combustível	
				Fóssil	Biocombustível
Semileves a diesel (PBT > 3,5 t < 6 t)	450	9,1	49,45	46,65	2,80
Médios a diesel (PBT ≥ 10 t < 15 t)	300	5,6	53,57	50,54	3,04
Semileves a diesel (PBT > 3,5 t < 6 t)	450	9,1	49,45	46,65	2,80
Médios a diesel (PBT ≥ 10 t < 15 t)	110	5,6	19,64	18,53	1,11
Semipesados a diesel (PBT ≥ 15 t; PBTC < 40 t)	110	3,4	32,35	30,52	1,83
Semipesados a diesel (PBT ≥ 15 t; PBTC < 40 t)	700	3,4	205,88	194,22	11,67

Tabela 3. Cálculo da emissão de gás carbônico (CO₂), de acordo com a distância percorrida

Fator de emissão do combustível fóssil kgCO ₂ /Litro	Fator de emissão do biocombustível kgCO ₂ /Litro	Emissões de CO ₂ (t)	Emissões totais (tCO _{2e})	Emissões de biomassa (tCO ₂)
2,6	2,43	0,12	0,13	0,01
2,6	2,43	0,13	0,13	0,01
2,6	2,43	0,12	0,13	0,01
2,6	2,43	0,05	0,05	0,00
2,6	2,43	0,08	0,08	0,00
2,6	2,43	0,51	0,51	0,03

Tabela 4. Emissões totais de Gases de Efeito Estufa (GEE's) pelo transporte de materiais utilizados na fase de alvenaria, baseado no Escopo 1.

GEE's	Emissões em toneladas métricas – Escopo 1	Emissões em toneladas métricas de CO _{2e} (tCO _{2e}) – Escopo 1
CO ₂	1,007615	1,007615
CH ₄	0,000127	0,003175
N ₂ O	0,000064	0,019072
Total		1,029862

Tabela 5. Emissões de CO₂ por consumo de biomassa

	Escopo 1	Total de emissões de biomassa
CO ₂ (t)	0,057	0,057
CO _{2e} (t)	0,056529	0,056529

As emissões de dióxido de carbono geradas pelo transporte de materiais na obra, sem considerar um fator de desperdício, são de 1.029, 86 kg CO_{2e} sendo equivalente correspondendo a uma emissão de 1,41 kg CO_{2e}/ m² construído e 3,40 kgCO_{2e}/km percorrido.

4 CONCLUSÃO

A partir deste estudo pode-se concluir que as emissões de CO₂ gerados pelo transporte dos materiais foram de 3,40 KgCO₂/Km percorrido e 1,41KgCO_{2e}/m² construído.



Pelo fato da matriz de transporte do Brasil ser, basicamente, rodoviária, este fato aumenta a emissão de CO₂ dos materiais utilizados na construção civil. Portanto, sugere-se melhorias e racionalização nos sistemas de transporte e a utilização de materiais produzidos próximos aos locais de uso, minimizando as distâncias percorridas no transporte desses materiais e assim, reduzindo a emissão de CO₂.

REFERÊNCIAS

- ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland, 2012. A versatilidade do cimento brasileiro. Disponível em www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/tipos/a-versatilidade-do-cimento-brasileiro>. Acessado em 05/07/2015.
- ABRAMAT, 2014. Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção. Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos. Disponível em < www.abramat.org.br/site/liata.php?secao=9 >. Acessado em 05/07/2015.
- APA, 2014. Associação das Indústrias Extrativas de Areia do Noroeste do Paraná . Disponível em < www.apaterminaldeareia.com.br/posts/texto/associacao >. Acessado em 05/07/2015.
- BESSA, V.M.T. **Contribuição da metodologia de avaliação das emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida das fachadas de edifícios e escritórios**. 286f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- GVces, 2014. Comparação dos valores do potencial de aquecimento global dos gases de efeito estufa entre o 2º Relatório do IPCC e o 4º Relatório do IPCC. Ciclo 2014 – Protocolo Brasileiro GHG Protocol. GVces, 2014. Disponível em <www.fgv.br/ces>. Acessado em 14/12/2014.
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – Centro de Estudos em Sustentabilidade. **Especificações de Verificação do Programa Brasileiro GHG Protocol**. Agosto, 2011, São Paulo. Disponível em <www.ghgprotocolbrasil.com.br/cms/arquivos/especificacoes-ghg2011.pdf>. Acessado em 30/05/2014.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – COORDENAÇÃO GERAL DE MUDANÇAS GLOBAIS DE CLIMA – CGMC. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil – 2ª edição**. p 164. Brasília, 2014.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Plano Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC**. Brasília, 2008. Disponível em < www.mma.gov.br/estruturas/smcq-climaticas/arquivos/plano_nacional_mudanca_clima.pdf> Acessado em 30/05/2014.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 1º Inventário Nacional de Emissões Atmosférica por veículo Automotores Rodoviários. Brasília, 2011. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf>. Acessado em 05/07/2015.
- Moura, M de, Motta, A. L. T. O fator energia na construção civil. IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2013. Disponível em < www.excelenciaemgestao.org/portals/2/documents/cneg9/anais/T13_0602_3788.pdf >. Acessado em 05/07/2015.
- PROGRAMA BRASILEIRO GHG PROTOCOL. **Especificação de verificação do programa brasileiro GHG Protocol, edição 2011**. Disponível em < www.ghgprotocolbrasil.com.br>. Acessado em 30/05/2014.
- SINDUSCON-SP Sindicato da Construção, COMASP – Comitê do Meio Ambiente. **Guia Metodológico para Inventários de Emissões de Gases de Efeito Estufa na Construção civil Setor: Edificações, 2013**. Disponível em <www.sindusconsp.com.br/downloads/prodserv/publicacoes/guia_gee_i_pad_eweb.pdf>. Acessado em 30/05/2014.
- TEIXEIRA, M. A., Bizzo, W. A. Análise de ciclo de vida no transporte do carvão vegetal e mineral para redução em alto forno. Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades. Anais. João Monlevade, 2000. P. 69 -77
- TCPO – Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. São Paulo: ed. Pini, 2015. 512 p.



UNEP – SBCI (United Nations Environmental Programme – Sustainable Buildings and Climate Initiative). **Common Carbon Metric for Measuring Energy Use and Reporting Greenhouse Gas Emission from Building Operations**.2012. Disponível em <<http://www.unep.org/sbci/pdfs/unepsbcicarbonmetric.pdf>>. Acessado em 28/11/2014.