

ÁREA TEMÁTICA: GESTÃO AMBIENTAL

POTENCIAL DE REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS PARA ESPECIFICAÇÃO EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Camilla Furtado de Figueiredo^{1,2} (camillaf.arqt@gmail.com), Alisson Pinheiro da Silva² (alisson.pinheiro.tyto@gmail.com), Clara Patrícia Almeida Campos² (clarapatriciacampos@gmail.com), Fernanda Raniely Araújo Ferreira² (fernandaraniely19@gmail.com), Pedro Jorge Gonçalves Claudino² (pedrojorge.claudino@hotmail.com), Raianne S. Figueiredo Pedrosa Aires² (raiannefpa@gmail.com).

¹ Centro Universitário de João Pessoa - UNIPE

² Faculdade Santa Maria - FSM

RESUMO

A Paraíba possui uma escassez preocupante de informações confiáveis e ferramentas específicas para avaliação dos resíduos provenientes da indústria e, até, dos resíduos provenientes da construção civil. Sendo assim, essa pesquisa tem como objetivo realizar uma análise dos resíduos industriais no estado da Paraíba, através de uma metodologia qualitativa e quantitativa. Como resultados, espera-se aproximar a indústria geradora de resíduos e potenciais receptores na indústria da construção civil. Assim, facilitando o uso dos mesmos para a criação de novos materiais para edificações sustentáveis, promovendo a redução da quantidade de resíduos industriais gerados na Paraíba.

Palavras-chave: Resíduos Industriais; Materiais de Construção; Edificações Sustentáveis.

POTENTIAL REUSE OF MATERIALS FOR SUSTAINABLE BUILDINGS ESPECIFICATIONS

ABSTRACT

The state of Paraíba has worrisome shortage in trustworthy information and specific tools to evaluate the residues generated by factories and even the residues deriving from the construction industry. As a result, this research has as objective to conduct an analysis of the residues coming from the industries in the state of Paraíba, through a qualitative and quantitative approach. As a result, it is expected to bring closer the industries, which generates residues, and potential branches of the construction industry that can receive this kind of material. Therefore, easing the use of these materials to the construction of new material used on sustainable edifications, promoting the reduction on the amount of industrial residues in the state.

Keywords: Industrial Residue; Construction Materials; Sustainable Edifications.

1. INTRODUÇÃO

No estado da Paraíba, há uma escassez preocupante de informações confiáveis e ferramentas específicas para avaliação dos resíduos provenientes da indústria e, até, dos resíduos provenientes da construção civil (IPEA, 2012). Sendo assim, essa pesquisa tem como objetivo desenvolver uma classificação dos resíduos industriais no estado da Paraíba, através de uma metodologia qualitativa e quantitativa. Como resultados, espera-se aproximar a indústria geradora de resíduos e potenciais receptores na indústria da construção civil, assim facilitando o uso dos mesmos para a criação de novos materiais para edificações sustentáveis, promovendo a redução da quantidade de resíduos industriais produzidos no estado em questão.

Segundo Santos *Et al.* (1996), o conceito de perdas na construção civil é, com frequência, associado unicamente aos desperdícios de materiais, no entanto, as perdas devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias à produção da edificação.

Para modificar tal cenário negativo, os arquitetos e designers tem uma grande responsabilidade nesse processo, a partir de iniciativas condizentes ao conceito de construção sustentável, em que prioriza a utilização de medidas durante as fases de projeto, execução, vida útil e demolição ou desmonte de uma edificação, utilizando-se essencialmente da ferramenta de avaliação do ciclo de vida (ACV) para se realizar uma comparação entre os impactos ambientais de materiais compatíveis (BRAGANÇA & MATEUS, 2006).

O objeto de pesquisa justifica-se baseado na escassez de dados e informações em relação aos resíduos que podem ser utilizados como matéria prima de materiais ou produtos sustentáveis, sendo um entrave para a especificação e uso dos mesmos por parte dos arquitetos, engenheiros e designers. Apesar da existência de várias pesquisas que procuram identificar as principais características destes materiais (Carvajal, 2004; Ramalhete, Senos, Aguiar, 2010; Baetens, Jelle, Gustavse, 2010), ainda assim, no Brasil, mais especificamente no estado da Paraíba, existem diversas lacunas referentes à comercialização e caracterização desses elementos. Portanto, considera-se relevante a caracterização dos resíduos da indústria através de uma ponderação comparativa do grau de sustentabilidade do material e a adequação aos materiais de construção, resultando em um banco de dados de resíduos provenientes da indústria paraibana que podem ser reutilizados como matéria prima para novos materiais na construção civil.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

A pesquisa tem como objetivo realizar um levantamento dos resíduos da indústria paraibana, visando viabilizar seu uso em materiais e produtos para a construção civil.

2.2 Objetivos Específicos

- i) Identificar normativas acerca dos resíduos industriais e aprofundar as pesquisas na literatura atual sobre o uso de resíduos na construção civil;
- ii) Listar os principais critérios para a seleção de materiais de construção sustentáveis para uso em edificações, assim como, fazer o levantamento de quais materiais presentes no mercado podem, de fato, ser considerados sustentáveis;
- iii) Analisar o quanto os materiais encontrados se adequam aos requisitos exigidos pelas certificações de construções sustentáveis AQUA, BREEAM e LEED;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Diante das circunstâncias problemáticas em que o setor da construção civil acarreta ao ecossistema, a busca por soluções para construções mais sustentáveis é crescente, onde as edificações vêm sendo idealizadas visando inovação tecnológica e reparação ambiental (CIB, 1999). Como a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) inclui a compilação dos fluxos materiais e energéticos, a partir de avaliações das entradas, saídas e dos impactos de um produto ao longo

do seu ciclo de vida, a partir da escolha de materiais que podem ser rejeitos provenientes dos mais variados tipos de indústrias, que ao serem empregados na construção civil, resulta-se em redução de acúmulo de resíduos e de retirada de matéria-prima do meio ambiente.

No tocante aos Resíduos Sólidos da Industrial – RSI –, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Brasil, 2010a), prevê obrigações para o setor produtivo. Além dos benefícios ambientais, o adequado gerenciamento dos RSI tem um importante viés com a expansão adequada da infraestrutura econômica e social do país. Portanto, pelo aspecto econômico, a Lei nº 12.305/2010 obriga os grandes empreendedores a optarem entre a redução, o reuso e a reciclagem dos resíduos, reconhecendo o seu valor econômico e incentivando a integração das indústrias com as cooperativas de catadores de materiais reciclados (PAIXÃO, 2012).

4.1 Impacto Ambiental e Construção Civil

O século XX registrou a gênese daquele que vem sendo o maior desastre ecológico do planeta, ao acompanharmos os índices de poluição da água, do solo ou do ar e o consumo de recursos naturais, percebe-se a importância de se constituir um equilíbrio entre o avanço tecnológico, o consumismo e o meio ambiente (CASADO, 2009). A indústria da construção civil consome intensamente recursos naturais para a fabricação de materiais e componentes como o aço e o cimento para elementos estruturais, materiais sintéticos para impermeabilizações, e blocos cerâmicos e de concreto para alvenarias, contribuindo em larga escala para a devastação dos recursos não renováveis. (CIB, 1999).

Assim, ao abordar o edifício como produto industrial, incluindo fases de obtenção de matérias primas, fabricação de componentes, construção propriamente dita, descarte final e reutilização ou reciclagem, se faz necessário conceber um ciclo de vida com reaproveitamento pleno dos recursos naturais (LIMA, 2006).

4.3 Construção Sustentável

Construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras (ARAÚJO, 2008).

Sendo assim, Araújo (2008), indica as diretrizes gerais para edificações sustentáveis, que podem ser resumidas em nove passos principais, recomendados por alguns dos principais sistemas de avaliação e certificação de obras no mundo. Os nove passos para a obra sustentável são:

Planejamento Sustentável da obra; aproveitamento passivo dos recursos naturais; eficiência energética; gestão e economia da água; gestão dos resíduos na edificação; qualidade do ar e do ambiente interior; conforto termo acústico; uso racional de materiais; uso de produtos e tecnologias ambientalmente amigáveis.

A escolha dos produtos e materiais para uma obra menos abrasiva deve obedecer a critérios específicos – como origem da matéria-prima, extração, processamento, gastos com energia para transformação, emissão de poluentes, biocompatibilidade, durabilidade, qualidade, entre outros –, que permita classificá-los como sustentáveis e elevar o padrão da obra, bem como melhorar a qualidade de vida de seus usuários/habitantes e do próprio entorno (ARAÚJO, 2008).

4.4 Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

A obtenção de todo produto, independentemente de sua composição, provoca impactos no meio ambiente, seja causado pela sua matéria-prima, seja pelo seu processo produtivo. A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta utilizada para avaliar o desempenho ambiental dos materiais ao longo de toda sua vida útil, incluindo etapas desde as retiradas das matérias-primas da natureza até a disposição final. Para uma edificação, a ACV se concentra nos complexos impactos provocados por sua construção, seu uso e sua posterior degradação. Esse método é importante, pois ajuda a identificar possíveis reduções de custos e impacto ambiental (BRAGANÇA & MATEUS, 2006).

Segundo Edwards (2005), o custo das edificações costuma ser avaliado em função do capital investido inicialmente, desconsiderando os custos ao longo de sua vida útil de cinquenta anos ou mais, assim como custos que incidem sobre outros, como poluição, resíduos e danos ecológicos. Como ferramenta de avaliação, a ACV contribui em três importantes aspectos:

Introduzir o fator tempo na equação, facilitando a rápida compreensão dos impactos ambientais e dos ciclos de reciclagem ao longo da vida útil; permitir analisar os impactos energéticos, ecológicos e ambientais no contexto dos benefícios sociais e econômicos; constituir uma ferramenta holística, atuando como ponte entre o projeto, a fabricação, a construção e a manutenção da edificação.

Desta forma, a ACV pode ser usada na engenharia do processo para reduzir perdas e melhorar a eficiência, onde os dados coletados no inventário podem ser usados como indicadores de desempenho na cadeia do processo. Se os impactos por toneladas do produto aumentar, o processo torna-se menos eficiente, se os impactos são reduzidos, menos materiais ou substâncias são perdidos para o meio ambiente, menos água é usada, menos resíduos são gerados e menos energia é consumida, além de representar vantagens financeiras (LEWIS & DEMMERS, 1996). Dentre os *softwares* para ACV existentes, destacam-se o *SimaPro*®, de origem holandesa, o *Gabi* e o *Umberto*, de origem alemã e o *Athena Ecocalculator*, de origem americana. Esses *softwares* funcionam respeitando as Normas ISO internacionais 14040 e ISO 14044, que estabelecem a metodologia da ACV (ISO 14040, 2006; ISO 14044, 2006).

3.3 Metodologias baseadas em ACV: AQUA, BREEAM e LEED

As diretrizes adotadas pela certificação AQUA se orientam, prioritariamente, segundo 4 indicadores considerados essenciais (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2007): consumo de recursos energéticos (conteúdo energético do edifício); esgotamento de recursos (recursos renováveis ou não); mudança climática (contribuição para o aumento do efeito estufa); resíduos sólidos (gerados para o ambiente ou dele retirados por meio de reutilização ou reciclagem).

Já o LEED adota o método de avaliação baseado em pontos e para obter a certificação é necessário satisfazer um conjunto de critérios de desempenho agrupados em áreas chave, e o peso de cada critério varia de acordo com a tipologia. Para obter a certificação mínima é necessário atingir 40 pontos; a partir de 50 pontos, recebe-se a certificação prata, com 60 pontos, a certificação ouro e acima de 80 pontos, certificação platina (COSTA; MORAES, 2012). Os pré-requisitos para a certificação LEED que se relacionam com os materiais são: materiais recicláveis, materiais regionais, materiais rapidamente renováveis e madeira certificada. Para cada pré-requisito é possível realizar 1 ou 2 pontos, dependendo da dimensão em que se atende o mesmo.

Com relação à metodologia BREEAM (2017), constitui-se de uma tabela de pontuação que permite comparar diferentes estratégias de projeto antes do início de sua construção. Os diferentes fatores adotados, entre outros, são: emissões de CO₂ com medidas de referência quantificadas; características saudáveis da edificação; qualidade do ar e ventilação; minimização da chuva ácida e dos danos à camada de ozônio; reciclagem e reuso dos materiais; ecologia do terreno; conservação da água; ruído; risco de legionelose; materiais perigosos e iluminação.

Em todas as metodologias citadas, o edifício é tratado como um conjunto de sistemas integrados. Assim, para que se possa reduzir seu impacto ambiental, é necessário que, tanto na fase de projeto, quanto em todas as fases do ciclo de vida da edificação propriamente dita, seja considerado o desempenho ambiental de cada componente e material daquele sistema.

Quanto ao desenvolvimento de novos bancos de dados internacionais e a facilitação a aplicação das ferramentas baseadas em ACV, por enquanto e na grande maioria dos casos, o emprego dessas metodologias é dificultada pela necessidade do levantamento de um grande número de dados sobre o produto em questão, principalmente no Brasil, onde nem os próprios fabricantes de materiais e componentes da construção civil dispõem de informações técnicas que possibilitem uma avaliação objetiva de impacto ambiental, e ainda não há nenhuma base de dados brasileira em desenvolvimento (LIMA, 2007).

4. METODOLOGIA

No tocante aos resíduos gerados, as unidades de intervenção consideradas são as indústrias paraibanas. O método de pesquisa adotado é o indutivo, que, conforme Marconi e Lakatos (2010) é um processo mental que parte de dados particulares suficientemente constatados para se inferir uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas. Quanto aos fins, a pesquisa será exploratória e descritiva. Quanto aos meios, será bibliográfica, documental e de campo.

O tratamento dos dados é realizado através de um método misto, ou seja, utilizando-se técnicas quantitativas e qualitativas numa proporção que contribua para obter esclarecimentos consistentes e complementares acerca da problemática que pretende-se investigar. Uma técnica quantitativa utiliza, entre outros aspectos, raciocínio de causa e efeito, mensuração e observação, teste de teorias, instrumentos predeterminados que dão origem a dados estatísticos; uma técnica qualitativa, por sua vez, permite que o pesquisador chegue a determinadas conclusões a partir de variadas experiências individuais, bem como através de abordagens participatórias; uma técnica de método misto se utiliza dos procedimentos metodológicos inerentes às perspectivas quantitativa e qualitativa, no sentido de uma compreensão ampliada do problema de investigação (CRESWELL, 2007).

A caracterização qualitativa dos resíduos se dará pela definição de quais materiais são comumente encontrados nas indústrias e a caracterização dos mesmos mediante critérios estabelecidos através da pesquisa bibliográfica. Já a caracterização quantitativa tem por finalidade estabelecer o volume de resíduo desperdiçado de modo a auxiliar na definição de possíveis direcionamentos. Para isso, o trabalho seguirá as seguintes etapas: revisão na literatura e legislação, construção do instrumento de coleta de dados, localização preliminar dos principais pontos de deposição, coleta, tratamento e aplicação dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na primeira etapa do estudo foi necessário realizar uma pesquisa bibliográfica, incluindo consultas à bibliografia clássica, artigos atuais, pesquisas em sites, livros e revistas, além de coletas de dados normativos, em temas relativos ao impacto ambiental, arquitetura sustentável, resíduos industriais, ACV, entre outros, em que servirão de embasamento teórico para desenvolvimento da pesquisa. A revisão prévia é essencial para o entendimento e definição dos conceitos que darão o suporte teórico, além de auxiliar no preparo do critério de classificação desses resíduos e técnicas de aplicação da ACV. Além disso, essa revisão estará presente em todas as etapas subsequentes, de forma mais específica. Após definidos os conceitos-chaves da pesquisa, será construído um instrumento capaz de coletar os dados de forma sistematizada, a partir do aporte bibliográfico, para a caracterização dos resíduos industriais. Esses critérios pré-estabelecidos visarão classificar os materiais coletados em sustentáveis ou não, e quanto à sua aplicabilidade na construção civil. Alguns desses critérios podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1: Desempenho ambiental dos materiais.

Aumenta	Reduz
Eficiência	Ruído
Segurança	Poluição do ar
Durabilidade	Entulho
Reciclabilidade	Manutenção
Aproveitamento	Resíduos Sólidos
Tecnologias Limpas	Toxicidade
Desempenho	Perdas
Uso de Energias Renováveis	Esgotamento de Recursos
	Consumo da Água
	Poluição da Água
	Gases do Efeito Estufa
	Consumo de Energia

Fonte: Adaptada pela autora de Kwai (2013)

Segundo Lakatos e Marconi (2003, apud LOPEZ, 2016, p. 30), a elaboração dos dados é uma fase intermediária entre a coleta e a análise, e consiste nos seguintes passos: (a) seleção adequada dos dados, em função do paradigma adotado como modelo teórico da pesquisa (a sustentabilidade); (b) codificação, a qual se refere à técnica operacional para categorizar os dados que se inter-relacionam e (c) tabulação, que se refere à disposição dos dados em tabelas ou quadros, que possibilitem maior facilidade na verificação das inter-relações.

Segundo o Relatório de Resíduos Sólidos Industriais (PAIXÃO, 2012), em 2002, a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema), pelo convenio com o Ministério do Meio Ambiente/Fundo Nacional do Meio Ambiente e o estado da Paraíba iniciaram um inventário em 490 empresas, representando mais de 10% do setor industrial. A partir da relação das tipologias industriais estabelecidas no Artigo 4º da Resolução Conama nº 313/2002 foram selecionadas as indústrias que serviriam de base para o inventário por meio do fornecimento da quantidade de resíduos sólidos gerados em doze meses de operação. Além destas tipologias foram incluídos os setores industriais de celulose, minerais não metálicos, têxtil, indústria madeireira, assim como as atividades de microporte da indústria calçadista, entre outras.

Entre as principais atividades industriais desenvolvidas na Paraíba e representadas no inventário estão às indústrias sucroalcooleira, de cerâmica, têxteis, bebidas, alimentícia, de extrativismo mineral, de confecções, couros, calçadista, de papel e celulose, metalúrgica, de beneficiamento de minérios. Ainda segundo o inventário, em 2002, a maioria das indústrias da Paraíba não possuía planos de gerenciamento de resíduos e dispunham seus resíduos sólidos sem nenhum controle ambiental, tendo como destino final, os lixões, os corpos d'água e os terrenos baldios das cidades. Além disso, eram responsáveis pela geração de 6.129.406,69 toneladas de resíduos industriais por ano (Tabela 2).

Tabela 2 RSI inventariados - Paraíba

Estado	Perigoso		Não perigoso		Total
	Quantidade (t)	%	Quantidade (t)	%	
Paraíba	657,12	0,01	6.128.749,57	99,99	6.129.406,69

Fonte: Estado da Paraíba (2002).

Entre as indústrias de transformação inventariadas estavam:

Fabricação de produtos alimentícios e bebidas: 19%; fabricação de produtos minerais não metálicos: 17%; preparação de couro e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados; fabricação de artigos de borracha e plástico: 11%; fabricação de produtos têxteis: 8%; confecção de artigos do vestuário e acessórios: 6%; fabricação de produtos de metal, de móveis e instrumentos diversos: 5%; edição e impressão de outros produtos gráficos: 3%; fabricação de produtos de madeira; de celulose, papel e produtos de papel; de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produtos do álcool; produtos químicos, metalurgia básica: 2%; fabricação de máquinas e equipamentos: 1% e fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos, equipamentos de instrumentação médico-hospitalar, cronômetros, relógios etc., reciclagem: 0,4%.

Indústrias de grande porte dos ramos cimenteiro, sucroalcooleiro, calçadista, de bebidas, extração de minérios, beneficiamento de minérios e têxtil, que exportavam o seu produto, estimuladas pela pressão do mercado internacional, adotaram uma gestão mais adequada dos resíduos. Quanto ao armazenamento interno e externo de resíduos sólidos, os estabelecimentos industriais não o possuíam, exceto em algumas indústrias de grande porte (PAIXÃO, 2012). Portanto, entende-se a necessidade da revisão dos dados através de uma amostra maior, a fim de atualizá-los a respeito do quantitativo de resíduo gerado, tipos de resíduos e seus possíveis destinos, de forma sistematizada e fidedigna.

Portanto, espera-se contribuir para uma nova ferramenta que se utilize da ACV para avaliação do desempenho ambiental de resíduos industriais, que se integrem no cotidiano do desenvolvimento de componentes e sistemas construtivos, como um primeiro passo na formação de um banco de dados aberto.

6. CONCLUSÃO

Diante das informações apresentadas e analisadas, constata-se que a realização de práticas sustentáveis aplicadas na construção civil vem ocasionando mudanças no cenário de gerenciamento de seus resíduos, exercendo assim, maior responsabilidade ambiental, apoiando-

se na ideia de que muitas empresas já estão focadas em gerenciar os resíduos nos canteiros de obras, incentivando a reciclagem. Ainda assim, é possível agregar insumos provenientes de outros setores da indústria, até então negligenciados.

O estudo certifica ainda mais a convicção de que o equilíbrio ambiental só será possível mediante a aplicação de práticas sustentáveis no cotidiano, certamente, à medida em que o setor da construção civil, o qual mais se consome matéria-prima, optar por desenvolver-se mais sustentavelmente em todos os seus processos. Portanto, através dessa pesquisa, pretende-se desenvolver uma métrica de avaliação que aprecie qualitativamente e quantitativamente, o grau de sustentabilidade através de características pré-estabelecidas e a adequação aos materiais de construção. Dessa forma, aspectos relativos ao impacto ambiental, econômico e social dos materiais analisados esperam ser identificados a fim de contribuir para reverter o cenário negativo da construção civil.

Como principais contribuições dessa pesquisa, destacam-se o incentivo por conhecimento necessário por parte das empresas estudadas, acerca dos impactos provocados pelo desempenho de suas atividades e sua contribuição em busca por meios sustentáveis do setor industrial instalado no estado, como também direcionar o uso desses resíduos para possíveis usuários, e abrir caminho para outros possíveis trabalhos sobre a tema em questão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2007. Disponível em: <<http://www.abrel-pe.org.br>>. Acesso em: 29 de Março de 2018.

_____. _____. Resolução no 313, de 29 de outubro de 2002. Diário Oficial da União, Brasília, 2002.

_____. **Política nacional de resíduos sólidos**. Lei no 12.305/2010. Brasília, 2010a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/>. Acesso em: 5 de Março de 2018.

_____. Decreto no 7.404 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305 de 2 de agosto de 2010, que institui a **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 23 dez. 2010b. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm>. Acesso em: 5 de Março de 2018.

ACV BRASIL. **Versões e Funcionalidades do SimaPro®**. Disponível em: <http://acvbrasil.com.br/software/simapro?gclid=CjwKEAjwoLfhBRD_jLW93remyAQSJABlygGpxB6ftEK-Ng7OiCJey6f-bLcS12RYCrh-UsmBnsgc4BoCqmbw_wcB>. Acesso em: 8 de Março de 2018.

AFNOR, Associação Francesa de Normalização. **Analyse du cycle de vie**. Définition, déontologie et méthodologie. AFNOR 1994. 19 p.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Blucher, 2011.

ARAÚJO, Márcio Augusto. **A moderna construção sustentável**. IDHEA-Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, 2008.

BAETENS, Ruben; JELLE, Bjørn Petter; GUSTAVSEN, Arild. Properties, requirements and possibilities of smart windows for dynamic daylight and solar energy control in buildings: A state-of-the-art review. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 94, n. 2, p. 87-105, 2010.

BRAGANÇA, Luís; MATEUS, Ricardo. Sustentabilidade de soluções construtivas. In: **2º Congresso sobre Construções Sustentáveis**. 2006.

BREEAM. 2017. Disponível em: < <http://www.breeam.com/>>. Acesso em: 2 de Abril de 2018.

CARVAJAL, Adrián Ruiz. **Methodological approach for the assessment of technology from a sustainability perspective**. 2004. Tese de Doutorado. M. Sc. thesis at the Technical University of Freiberg, Germany in cooperation with the Wuppertal Institute.

CASADO, Marcos. Greenbuilding, antes tarde do que nunca. **Revista Itambé–Sustentabilidade–Construção Sustentável–Responsabilidade Social e Ambiental**, 2009.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDUSTRIAIS. **Meio ambiente**: gerenciamento de resíduos. 2011. Disponível em: <<http://www.cni.org.br>>. Acesso em: 29 de Março de 2018.

Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). **Resolução no 006**, de 15 de junho de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, 16 nov. 1988.

COSTA, E. D.; DE MORAES, C. S. B.. Construção Civil e a Certificação Ambiental: Análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental). **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 10, n. 3, 2013.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

ESTADO DA PARAÍBA. Superintendência de Administração do Meio Ambiente (Sudema). **Inventário de resíduos sólidos industriais do Estado da Paraíba**. João Pessoa, 2004. 92 p.

FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2010. **Certificação AQUA chega aos edifícios e conjuntos habitacionais no Brasil**. São Paulo, 2010. Fundação Vazolini. Boletim 2010 – Ambiental Company (Gestão em Meio Ambiente).

FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA. Disponível em: < <http://www.wwf.org.br/>>. Acesso em: 19 de Fevereiro de 2018.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento**. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 2012.

ISO. International Organization for Standardization. ISO 14040. Environmental Management – Life Cycle Assessment – **Principles and Framework**. Geneva: ISO, 2014a. 20p.

_____. ISO 14044. Environmental Management – Life Cycle Assessment – **Requirements and Guidelines**. Geneva: ISO, 2014b. 46p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Disponível em: < <http://www.ipea.gov.br/portal/>>. Acesso em: 19 de Fevereiro de 2018.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentals of Integrated Design for Sustainable Building**. Canada: John Wiley & Sons, Inc.: 2009.

LEWIS, H.; DEMMERS, M. **Life Cycle Assessment**. Australian Journal of Environmental Management - Vol. 3 Number 2 - June 1996. p. 110-123.

LOPEZ, R. E. **Escolhas sustentáveis em sistemas de vedação: Construção de uma métrica de avaliação relativa**. Dissertação de mestrado. UFPB, 2016.

KWAI, Luana Ly. **Tecnologias, conceitos e propostas de materiais de construção sustentável do Centro de Vivências da UNESP**, Rio Claro/SP. 2013.

LJUNGBERG, Lennart Y. Materials selection and design for development of sustainable products. **Materials & Design**, v. 28, n. 2, p. 466-479, 2007.

LIMA, A. M. F. **Avaliação do ciclo de vida no Brasil – Inserção e perspectivas**. 2007, 116 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo), Curso de Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2007.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 12 de Março de 2018.

PAIXAO, J. F. **Relatório Dos Resíduos Sólidos Industriais – RRSI**. IPEA, Brasília, 2012.

RAMALHETE, P. S.; SENOS, A. M. R.; AGUIAR, C. Digital tools for material selection in product design. **Materials & Design (1980-2015)**, v. 31, n. 5, p. 2275-2287, 2010.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. 2001. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 196 p.

SANTOS, Aguinaldo et al. **Método de intervenção para redução de perdas na construção civil: manual de utilização**. Porto Alegre, 1996.