



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL

FARLEY ALBERTO MÁZALA

RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

UBÁ/MG

2016

FARLEY ALBERTO MÁZALA

RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Dr. Erika Maria Carvalho Silva Gravina.

UBÁ/MG

2016

Resumo

O Brasil e o mundo acompanharam nas últimas décadas um forte crescimento da construção civil. Este crescimento ocasionou um aumento na quantidade de resíduos sólidos, gerando assim uma preocupação da população e das autoridades em relação ao meio ambiente e à qualidade de vida. O trabalho tem como objetivo mostrar o problema da geração de resíduos da construção e analisar o seu desperdício, formas de reciclagem, como e onde pode ser reaproveitado, além de mostrar formas de se trabalhar com o material obtido. A grande causa deste mal é a falta de planejamento do ser humano, que não pratica o reaproveitamento de materiais para o bem do planeta. Desta forma, a deposição irregular desses resíduos atrapalha a vida das pessoas e custa dinheiro aos cofres públicos. Cabe aos profissionais da engenharia, como responsáveis técnicos no segmento, aplicar no mercado materiais como o concreto reciclado, o bloco de concreto reciclado, o tijolo reciclado, entre outras propostas positivas para o meio ambiente, seguindo as normas ambientais e fazendo a sustentabilidade caminhar junto com o desenvolvimento.

Palavras-chave: Reciclagem. Resíduos Sólidos. Sustentabilidade.

Abstract

Brazil and the world are seeing a strong growth in civil construction in the last decades. This growth caused an increase in the amount of solid waste, making people and the authorities concern about the environment and the quality of life. The casework aims to show the reason of the problem created by the construction waste, analyze the cause of waste, ways of recycling, how and where it can be reused, and demonstrate ways of working with it. The bigger cause of this problem is the lack of planning of the human being, who does not practice the reutilization of materials for the sake of the planet. In this way, the irregular deposition of this waste disrupts people lives and costs money to the public coffers. It is up to the engineering professionals, as technical leaders in the segment, use in the industry materials such as recycled concrete, recycled concrete block, recycled brick, and others positive options for the environment, following as environmental standards and making sustainability walk along with development.

Keywords: Recycling. Solid Waste. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

Um tema muito discutido atualmente é sustentabilidade. Em todos os setores, seja na economia, educação ou administração pública, cita-se o termo sustentabilidade. Na prática, a sustentabilidade está definida como a capacidade que o indivíduo ou um grupo de pessoas tem em se manterem dentro de um ambiente sem causar impactos ao mesmo. Mundialmente a palavra sustentabilidade começou a ser propagada a partir da realização da conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente Humano – *United Nations Conference on the Human Environment* (UNCHE), em junho de 1972, em Estocolmo, na Suécia¹.

No Brasil, a expressão “sustentabilidade”, ganhou dimensões maiores após a realização da conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO), em 1992, no Rio de Janeiro².

Uma vez constatada a necessidade de aderir a estas ideias, a engenharia civil, coloca em evidência formas de poluir menos o meio ambiente. De forma reconhecida, o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável. O Conselho Internacional da Construção (CIC) aponta a indústria da construção como o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais, como agregados para concreto, principalmente, e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos. Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), estima-se que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção³.

Desta maneira, a quantidade de entulhos gerados por demolições principalmente, é visto como um grande vilão pelos ambientalistas e especialistas no assunto. Quando se compara a questão de porcentagem de resíduos reciclados com os números absolutos de toneladas que são desperdiçadas, calcula-se a quantidade de dinheiro que está sendo jogado fora, o grande impacto ambiental que pode ser evitado e como isso afeta nossa sociedade de uma forma geral. Falando especificamente do Brasil, segundo a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), que é o órgão responsável por fiscalizar e normatizar o segmento no país, segundo dados de 2012, 8 bilhões

¹ Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

² Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

³ Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/>>. Acesso em 30 ago.2016.

de reais poderiam ser economizados, pois são recolhidos 33 milhões de toneladas de entulho por ano, oriundo da construção. Deste montante, 70% poderiam ser reaproveitados, o que seria suficiente para construir 500 mil casas populares de 50 metros quadrados cada. Estes são números do desperdício que atinge de forma direta a população⁴.

Buscando usar o bom senso e achar de certa forma um meio termo, o reaproveitamento de resíduos da construção civil surge como uma grande ideia. Basicamente, ele é adquirido por meio dos resíduos de construção e demolição (RCD), tais como fragmentos de concretos, argamassas, cerâmicas, tijolos, blocos e outros, obtidos por meio da britagem, operações de separação ou beneficiamento, dando origem aos chamados agregados reciclados. Esta ideia se originou através da necessidade de solucionar os problemas descritos acima e de reaproveitar os inúmeros materiais que são descartados diariamente pela indústria da construção civil. A busca por alternativas ecologicamente corretas e economicamente mais viáveis para o uso dos materiais que são descartados, segue a mesma vertente de benefício. No contexto da indústria relacionada às obras, a quantidade de resíduos produzidos e despejados na natureza, está chegando cada vez mais a valores preocupantes, principalmente quando é atribuído segundo Mariuza Rodrigues o índice de desperdício histórico de 8%, sendo que grande parte deste material é encontrado em canteiro de obras de todo país. Nestes resíduos há uma variedade enorme de materiais, o que em muitos momentos limita sua reutilização⁵.

Este estudo tem como objetivo descrever através de revisão bibliográfica, os resíduos sólidos de Classe A gerados pela construção civil, analisar o desperdício, formas de reciclagem, como e onde pode ser reaproveitado, além de mostrar as formas de se trabalhar com o mesmo.

Este trabalho se justifica por ser a reciclagem uma solução que reduz a taxa de desperdício de materiais, diminuindo a utilização de recursos naturais que estão cada vez mais escassos e dando destino adequado aos resíduos gerados nas obras, que causam problemas para os órgãos públicos e para a população.

Desta forma, a iniciativa se mostra uma boa alternativa do ponto de vista econômico e sustentável, atendendo de forma satisfatória ao mercado que se propõe.

⁴ Disponível em: < <http://g1.globo.com/jornal-da-globo/noticia/2012/10/empresas-publicas-e-privadas-faturam-com-reciclagem-de-entulho.html> >. Acesso em: 30 ago. 2016.

⁵ Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/53/artigo285202-1.aspx> >. Acesso em: 30 ago. 2016.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Sustentabilidade e a construção civil

Segundo Teodomiro Diniz Camargos, em pesquisa feita no ano de 2014 pelo Sindicato da Indústria de Construção de Minas Gerais (Sinduscon-MG), revela que o crescimento do setor na última década foi de 52,10%, o que representa um crescimento médio anual de 4,28%. Considerando os últimos 20 anos, o avanço médio anual foi de 2,82%. Entre 1994 e 2013, a construção civil brasileira cresceu 74,25%, sendo que o auge do desenvolvimento neste período foi registrado no ano de 2010, quando o PIB brasileiro da construção civil teve alta de 11,6%. Para reforçar que o crescimento da construção foi maior na última década, a pesquisa ainda apresenta dados relativos ao financiamento de imóveis com recursos da caderneta de poupança: de 1994 a 2013 foram financiadas 3.318 milhões de unidades, sendo que 2.924 milhões foram financiadas só na última década, o que corresponde a 88,13% do total⁶.

O Brasil não começou a construir sem motivos e não foi só um motivo que fez com que as obras crescessem, e apesar de o mercado ser influenciado por vários fatores, a significativa valorização da moeda com uma economia forte e estável, estimularam o governo com credibilidade facilitar as condições de pagamento e financiamento.

Ainda de acordo com o SindusCon-MG, os principais fatores são: aumento do emprego formal, o crescimento da renda familiar, maior concorrência entre instituições financeiras, maior oferta de crédito imobiliário, redução nas taxas de juros e os programas de incentivo como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e o Minha Casa, Minha Vida⁷.

Desta forma, a quantidade de entulhos depositados em locais inadequados aumentou, desperdiçando material que poderia ser usado como matéria-prima e descartando de forma irresponsável e clandestina, resíduos sólidos da construção civil⁸.

As consequências atingem a sociedade como um todo, financeiramente falando, reciclar esse material é 40% mais barato do que descartá-lo. Na maioria das vezes, o entulho é

⁶ Disponível em: < <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-323993-1.aspx> >. Acesso em: 30 set. 2016.

⁷ Disponível em: < <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-323993-1.aspx> >. Acesso em: 30 set. 2016.

⁸ Disponível em: < http://revistapensar.com.br/engenharia/pasta_upload/artigos/a140.pdf >. Acesso em: 30 set. 2016.

retirado da obra e disposto de forma errada em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas das periferias. Os órgãos públicos, como a prefeitura, por exemplo, muitas vezes tomam atitudes inadequadas por falta de planejamento⁹.

O custo social total é praticamente impossível de ser determinado, pois suas consequências geram a degradação da qualidade de vida urbana em aspectos como transportes, enchentes, poluição visual, proliferação de vetores de doenças, entre outros. De um jeito ou de outro, toda a sociedade sofre com a deposição irregular de entulho (FIG 1).

Falando do aspecto ambiental o prejuízo também é incalculável. Recursos naturais ficam cada vez mais escassos o que num futuro não muito distante, pode trazer consequências muito negativas para o meio. Por isso é importantíssimo cuidar da natureza e do meio ambiente em geral, vislumbrando uma melhor qualidade de vida. As empresas ligadas ao ramo da construção nas duas últimas décadas usaram de forma completamente desenfreada e irresponsável os recursos que servem de matéria-prima para obras em geral¹⁰.

FIGURA 1 - Resíduos sólidos da construção civil depositados de forma irregular em rodovias



Fonte: PORTALRESIDUOSSOLIDOS.COM¹¹

⁹ Disponível em: < <http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/construcao-civil-meio-ambiente-entulho-afeta-sustentabilidade/> >. Acesso em: 30 set. 2016.

¹⁰ Disponível em: < <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/53/artigo285202-1.aspx> >. Acesso em: 30 set. 2016.

¹¹ Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/classificacao-dos-residuos-da-construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 30 set. 2016.

2.2 Início da reciclagem de resíduos sólidos

A construção é uma das atividades mais antigas de que se tem conhecimento e desde os primeiros passos da civilização, quando tudo era feito de forma bem rústica, os entulhos e resíduos gerados já causavam problemas.

Tal fato despertou a atenção dos construtores já na época da edificação das cidades do Império Romano e deste período da história se tem os primeiros vestígios da reutilização dos materiais em novas obras e construções (FIG 2)¹².

Entretanto, o ano de 1928 foi um marco, pois o concreto começou a ser analisado de forma diferente e sistemática. A quantidade que se gastava de cimento, a quantidade de água e a granulometria dos agregados reciclados obtidos pela britagem passaram a ser considerados relevantes na produção de concreto reciclado¹³.

Porém, somente após o fim da segunda guerra mundial, onde a Europa principalmente, se encontrava completamente destruída é que se pode ver o reuso de resíduos de demolição, onde toneladas de entulhos foram recicladas para reerguer o continente, (FIG 3)¹⁴.

As grandes potências europeias juntamente com Japão e Estados Unidos, principalmente, que são países desenvolvidos, tiveram forte expansão no mercado de reciclagem de entulhos nas décadas de 1970 e 1980, esses países já perceberam a necessidade de reciclar as sobras da construção civil e tem pesquisado o assunto intensamente visando atingir um grau de padronização dos procedimentos adotados para a obtenção dos agregados, atendendo desta forma aos limites que permitem atingir um nível mínimo de qualidade¹⁵.

No Brasil, somente a partir da década de 1990, impulsionado pelo poder público é que se iniciou a utilização da tecnologia de reciclagem de resíduos sólidos, onde as prefeituras são as maiores responsáveis por fazer com que esse mercado cresça no país. Este tema não é muito valorizado pelos setores econômicos e por isso a população não conhece a política de reciclagem de materiais¹⁶.

¹² Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/historia-do-entulho/>> Acesso em: 02 out. 2016.

¹³ Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/historia-do-entulho/>> Acesso em: 02 out. 2016.

¹⁴ Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/historia-do-entulho/>> Acesso em: 02 out. 2016.

¹⁵ Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/historia-do-entulho/>> Acesso em: 02 out. 2016.

¹⁶ Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/historia-do-entulho/>> Acesso em: 02 out. 2016.

FIGURA 2 - O Coliseu – Modelo de obra construída durante o Império Romano que é o período de que se datam os primeiros vestígios de reciclagem de resíduos sólidos da construção



Fonte: CLICKECOLAR.COM.BR¹⁷

FIGURA 3 - Entulhos gerados pela destruição de construções após a 2ª Guerra Mundial



Fonte: BBC.COM¹⁸

¹⁷ Disponível em: <<http://www.clickescolar.com.br/o-coliseu.htm>>. Acesso em 02 out. 2016.

¹⁸ Disponível em: <<http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/05/150508estuproberlimsegundaguerrafn>>. Acesso em: 02 out. 2016.

2.3 Importância da reciclagem de resíduos da construção civil

Segundo a ABRECON, a reciclagem de resíduos sólidos no país ainda é incipiente, ainda mais quando comparado a alguns países europeus, que possuem esse mercado bem desenvolvido. Em partes pela cultura de uma sociedade sustentável que é mais difundida nesses países e em partes pelo fato da escassez de matéria - prima. A comparação da quantidade total gerada em 2015 com o total de resíduos sólidos urbanos (RSU) coletados mostrou que 6,7 milhões de toneladas de RSU deixaram de ser coletados e por consequência, tiveram destino impróprio. O panorama ainda assinala que, em termos percentuais, houve uma discreta evolução na destinação final adequada de RSU em 2015, em comparação ao ano de 2014 (56,8% em 2014 contra 57,6% em 2015)¹⁹.

Seguindo tendência já revelada em anos anteriores, o estudo mostrou que houve um aumento de 7,7% na quantidade de RSU coletados em 2015, conforme demonstrado pela comparação com o total coletado em 2014 (em 2014 de 50.258.208 t/ano e em 2015 de 54.157.896 t/ano). Na comparação entre o índice de crescimento da geração de RSU com o índice de crescimento da coleta, percebe-se que este último foi ligeiramente maior do que o primeiro, o que demonstra um discreto aumento na cobertura dos serviços de coleta de RSU no país²⁰.

Estes dados coletados no site da ABRECON mostram claramente como a economia brasileira pode alavancar suas atividades. A construção civil e a sustentabilidade recebem atenção do governo. O segmento da construção, que mesmo nos últimos anos não tendo um bom desempenho, ainda impulsiona o mercado e dá esperanças de melhora, com a preservação ambiental, que é um ponto onde os governos do mundo inteiro têm voltado atenção.

A ABRECON acredita que a reciclagem e a preservação têm de andar juntas para que no longo prazo os resultados sejam notórios. O país aos poucos vai se adaptando e mostrando que está se preparando para ficar pronto para o tema. Pois ser sustentável é também ter lucro financeiro, pois além de economizar com a realização do projeto em si, a comunicação com órgãos ambientais e os próprios órgãos públicos é facilitada.

¹⁹ Disponível em: < http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf >. Acesso em: 03 out. 2016.

²⁰ Disponível em: <http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177__xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855_.pdf>. Acesso em: 03 out. 2016.

No aspecto ambiental, não se pode esquecer que essa atividade constitui uma forte ação para garantia da sustentabilidade na cadeia produtiva da construção civil, apresentando diversos benefícios:

- Diminuição de demanda e retirada da matéria-prima da natureza;
- Disposição adequada de resíduos sólidos;
- Redução de despesas públicas com resíduos sólidos;
- Redução do desperdício de material nobre, reutilizável;
- Redução do envio de resíduos da construção civil para aterros, aumentando sua vida útil;
- Criação de produtos alternativos de menor custo;
- Minimização de riscos e danos ambientais.

A reciclagem deste tipo de resíduos apresenta vantagens econômicas, sociais e ambientais, como: economia para as prefeituras em decorrência da diminuição do volume de resíduos a ser coletado e depositado em locais adequados; para o construtor, que pode executar obras a menores custos utilizando materiais reciclados; minimização de áreas para aterro sanitário; redução dos custos dos materiais de construção oriundos da reciclagem e preservação do meio ambiente natural (FREITAS, 2009).

Ainda é importante salientar que, nesse tipo de atividade, como afirma a ABRECON, ser sustentável significa pensar em preservar o meio ambiente desde o início, reduzindo a utilização de recursos que podem se esgotar se essa prática não diminuir.

As autoridades passaram a enxergar a situação após anos de exploração e mau uso da natureza. A sociedade brasileira, mesmo com um olhar desconfiado para as questões sustentáveis e o viés de reciclagem, hoje conta com grandes grupos de ambientalistas. Estes grupos agora amparados pela lei buscam que tudo seja menos prejudicial à população e ao meio ambiente, e há alguns anos, uma onda de protestos serviu para mostrar aos órgãos responsáveis, que algo devia ser feito, e a reciclagem de entulho segue essa vertente que tem tudo para crescer cada vez mais. A população mesmo não tendo conhecimento técnico sobre o assunto, cada vez mais consegue sentir diretamente os impactos pela falta de informação.

2.4 Classificação dos agregados reciclados

Existem dois grandes órgãos que normatizam e fiscalizam a atividade de reciclagem de resíduos sólidos gerados pela construção civil, que são:

Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON);

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

O conjunto de leis e diretrizes que estabelecem os resíduos sólidos da construção civil foi criada em 05 de julho de 2002 através da resolução 307 do CONAMA, sendo o Art 3º que classifica esses resíduos quanto à sua origem (QUADRO 1).

QUADRO 1 –Classificação dos resíduos sólidos gerados pela construção civil

CLASSES	ORIGEM
CLASSE Aa	De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
CLASSE Ab	De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento), argamassa e concreto;
CLASSE Ac	De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios) produzidas nos canteiros de obras;
CLASSE B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso;
CLASSE C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;
CLASSE D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Esta classificação mostra a definição de cada classe, exemplos de materiais que representam cada uma delas e a origem desse material.

Este trabalho realizado por metodologia de pesquisa foca na reciclagem de resíduos classe A, por isso serão explicitados somente os pontos referentes a este grupo. Quanto à

definição dos resíduos de Classe A, são aqueles que podem ser reutilizados ou reciclados na própria obra como agregados, devido ao fato de não sofrerem modificações que afetem suas propriedades mecânicas. Os materiais que se enquadram neste grupo são: Materiais cerâmicos, tijolos, azulejos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto. Com a britagem destes materiais obtêm-se agregados que podem ser transformados em concreto ecológico, blocos de concreto ecológico, tijolos maciços ecológicos, entre outros. Em relação ao destino final destes resíduos, no caso de não poderem ser reaproveitados na obra devem ser encaminhados às usinas de reciclagem ou aterros de resíduos da construção civil para que sejam armazenados de forma a permitir sua reutilização ou reciclagem futura²¹.

Uma modificação importante foi realizada na resolução 307 do CONAMA, em maio de 2011, onde o gesso que antes era considerado material classe C, ou seja, material que não poderia ser reutilizado ou reciclado, passou a ser um material classe B, podendo sim ser reciclado ou reaproveitado. A Associação Brasileira de fabricantes de chapas em *Drywall* conseguiu provar através de estudos que o gesso poderia sim ser reaproveitado e ainda propuseram as aplicações para o gesso reciclado. A associação propôs, inicialmente, três aplicações, sendo a principal delas utilizar este gesso como retardador de pega na produção de cimentos. O gesso não deve se misturar a outros resíduos, pois o contato não previsto com outros materiais pode prejudicar as propriedades mecânicas do mesmo.

2.5 Coleta e triagem do material

Locais destinados a receber fazer a triagem e processar os resíduos de construção podem trazer diversos benefícios à sociedade, podendo muitas vezes fazer com que visualmente as grandes cidades deixem de parecer lixões a céu aberto, com entulho para todo lado. Com menos resíduo espalhado, mais qualidade de vida pra todos os habitantes. Mesmo assim, o Brasil só conseguiu aprovar a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) após duas décadas de discussões. A Lei nº 12.305/10 foi aprovada em 02 de agosto de 2010, e o que regulamenta a PNRS é um avanço para o país, principalmente, para evitar problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos.

Uma política que vem sendo difundida atualmente é a de empresas fornecedoras de materiais de construção se responsabilizarem por recolher as embalagens que seriam jogadas fora de maneira errada, para dar a elas um destino adequado. Esta política é conhecida como

²¹ Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html> >. Acesso em: 02 out. 2016.

política da logística reversa. Ela foca principalmente em resíduos de Classe D, que são materiais com certo grau de periculosidade e suas embalagens muitas vezes são descartadas de maneira a causar impactos ambientais. Por isso campanhas para movimentar o mercado para que os fornecedores se conscientizem estão sendo feitas. A população também deve fazer sua parte. Pois tudo que ganha o apelo da sociedade tem mais chance de ser implementado e progredido.

Hoje, no país existem aproximadamente 310 usinas de reciclagem, de acordo com dados de setembro de 2015²². Essas usinas podem ser fixas ou móveis, terceirizada ou da própria empresa. Os materiais que são reciclados nessas usinas para serem reutilizados em obras, são materiais Classe A, e que muitas vezes poluíam aterros sanitários de forma clandestina e diminuíam muito sua vida útil. Com esta situação a usina se torna uma medida sustentável, podendo fazer com que esses materiais que antes eram problemas de saúde pública, voltem ao mercado para diversas aplicações dependendo de sua composição.

2.5.1 Usinas de reciclagem

Usinas de reciclagem são construídas em um terreno grande e com espaço útil, para que a área seja capaz de suportar a sua capacidade de processamento (FIG 4). Quanto maior a capacidade, maior precisa ser a usina. Por isso, muitas vezes, os aterros sanitários servem como base para essas usinas. Basicamente elas contam com tubos cilíndricos para separação de materiais e disposição final e também com britadeiras e rolos para triturar os resíduos. De sua instalação até o momento de uso levam, aproximadamente trinta dias, sendo essas as versões economicamente mais acessíveis apesar de se limitar quando compete no mercado. O processo começa quando todo o entulho é despejado e espalhado pelo pátio da usina. Em seguida é realizada a coleta das impurezas com a ajuda de jatos d'água que fazem baixar a poeira. O que não pode ser reciclado é impureza e é enviado a um aterro, e finalmente separam-se os resíduos Classe A. Esse material depois é enviado por uma pá-carregadeira até os britadores, que com a vibração que gera, acaba triturando o entulho em grãos de cinco tamanhos diferentes²³.

²² Disponível em: <<http://www.brasilelengharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/14151-brasil-recicla-cerca-de-20-dos-residuos-de-construcao>>. Acesso em: 04 out. 2016.

²³ Disponível em: <<http://www.ambientelegal.com.br/entulho-reciclado-oportunidade-inexplorada/>>. Acesso em: 11 out. 2016.

As usinas móveis geralmente são utilizadas para reciclar resíduos no próprio canteiro de obras, pelo fato de sua capacidade ser reduzida em relação á uma usina fixa, e sua principal vantagem é que não tem a necessidade de se transportar o material até determinado local, pois podem ser montadas na própria obra, (FIG 5)²⁴.

FIGURA 4 - Usina fixa de reciclagem de resíduos da construção civil



Fonte: PORTALRESIDUOSSOLIDOS.COM.BR²⁵

FIGURA 5 - Usina móvel de reciclagem de resíduos da construção civil



Fonte: PORTALRESIDUOSSOLIDOS.COM.BR²⁶

²⁴ Disponível em: < <http://www.ambientelegal.com.br/entulho-reciclado-oportunidade-inexplorada/> >. Acesso em: 11 out. 2016.

²⁵ Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 04 out. 2016.

2.6 Aplicações de agregados reciclados segundo a norma

Segundo a Abrecon, os agregados reciclados não têm função estrutural, porém, eles têm uma série de aplicações que precisam ser controladas e normatizadas para que estudos possam ser feitos e em um futuro próximo, para que estes agregados possam ser utilizados de outras formas (QUADRO 2)²⁷.

As normas da ABNT que citam as características dos agregados e as condições de uso são a NBR 15. 155 (2004) e a NBR 15. 116 (2004).

QUADRO 2 - Aplicações para os agregados reciclados

AREIA	Produção de argamassa de assentamentos, blocos e tijolos de vedação.
PEDRISCO	Fabricação de artefatos de concreto, como mesas e bancos de praça, pisos intertravados, manilhas de esgoto.
BRITA	Obras de drenagem e produção de concretos não-estruturais.
BICA CORRIDA	Base e sub-base de pavimentação, reforço e subleito de pavimentos e regularização de vias não-pavimentadas.
RACHÃO	Obras de pavimentação, drenagem e terraplanagem.

Fonte: PRÓPRIO AUTOR

Os materiais citados são resíduos de classe A que são responsáveis por 50% de todo resíduo sólido gerado pela construção civil e estas normas passaram a ter validade após a resolução 307 do CONAMA, que visava tratar das toneladas de entulhos que se espalhavam pelas cidades, mas não tinha uma separação para que fosse cada agregado após a reciclagem, destinado para uma obra ou uma função específica.

Desta forma, essas resoluções são importantes para que empresas que queiram se juntar aos órgãos ambientalistas para se tornarem mais sustentáveis, estejam amparados pela

²⁶Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 04 out. 2016.

²⁷ Disponível em: <<http://www.abrecon.org.br/mercado/>> Acesso em: 12 out. 2016.

lei e também encontrem suporte para realizar as ações dentro da legalidade, sem cometer crimes ambientais ou falha por falta de conhecimento.

2.7 Reciclagem do concreto

Os agregados provenientes de concretos estruturais, estatisticamente, são os que apresentam melhor qualidade para reaproveitamento para serem utilizados em novos concretos. Os dados e estudos relacionados ao tema, ainda é escasso, e o uso de agregados reciclados como agregados para concretos de estrutura ainda não têm o apoio de responsáveis técnicos. Diversas faculdades e universidades e diversos estudantes, realizaram estudos e testes em concretos com agregados reciclados, usando diferentes porcentagens na composição total de agregados, com o intuito de se verificar a resistência a compressão deste novo concreto.

O maior empecilho no uso destes concretos em estrutura é a falta de dados ao longo dos anos, onde engenheiros especializados consideram que testes aleatórios podem apresentar resultados discrepantes e que não é seguro o seu uso sem uma base de dados consistente. O que se espera é que daqui a alguns anos seja viável esta situação, pois após vinte anos de estudos e testes, determinado material apresenta uma característica mais regular com poucas alterações em seu comportamento²⁸.

Uma adição de até 25% de agregado reciclado no agregado normal não influencia a qualidade do produto. Existem dois tipos de concreto que podem ser reciclados: resíduos de concreto das centrais dosadoras e, mais comum na reciclagem, resíduos de concreto provenientes de RCD (Resíduos de Construção e Demolição). Equipamentos diferentes reciclam o concreto fresco e o endurecido. Para o concreto fresco são usados lavadores que separam agregados graúdos dos miúdos. Para o endurecido, britadores de mandíbula ou de impacto, com produtividade e partículas resultantes diferenciadas (partículas cúbicas e lineares) fazem o trabalho, com uma grande capacidade de decompor. Deve-se atentar para não deixar gesso, madeira, metal, cimento e amianto no entulho. O cuidado é uma forma de preservar a qualidade do material reciclado (TARCÍSIO, 2011).²⁹.

Na Europa, encontra-se maquinário mais avançado, onde se tem aparelhagem secundária, como se fosse utilizado para uma pré-reciclagem, obtendo-se resultados consistentes numa melhor qualidade de agregados.

²⁸ Disponível em: <<http://www.deviant.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-reciclado/>> Acesso em: 06 out. 2016.

²⁹ Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/77/artigo286246-1.aspx>>. Acesso em: 06 out. 2016.

Citados por Salomon (2011), como modelos de tecnologias de reciclagem, os britadores de mandíbula, britadores de impacto, britadores giratórios e britadores cônicos são os mais importantes. Os Britadores de Mandíbulas são utilizados principalmente em britagens primárias e secundárias, possibilitando a fragmentação de material de grandes dimensões reduzindo-os para os processos seguintes. O Britador de Impacto é a máquina recomendada para alta redução de material e melhoria em sua forma, dando um formato cúbico ao produto final. Seu processo interno de britagem é formado por um rotor central que lança as partículas de material contra sua câmara de britagem. As partículas lançadas em sua câmara de britagem tendem a chocar entre si, gerando um material mais uniforme, tanto em faixa granulométrica, como em formato. O britador giratório é o equipamento de britagem primária, utilizado quando existe uma grande quantidade de material a ser fragmentado, sendo mais operacional do que o britador de mandíbula, pois pode ser alimentado por um dos lados, além de permitir uma pequena armazenagem no seu topo. O britador cônico possui o mesmo princípio de operação do britador giratório, porém é um britador de britagem secundária ou terciária.

O resultado dos cônicos e giratórios, como secundários, mostrou um agregado mais limpo, de qualidade superior. Após a britagem, é possível empregar equipamentos de beneficiamento mineral para fazer a separação, baseados na densidade das partículas. A forma dos grãos é importante, pois exerce influência no volume total de pasta e na plasticidade especificada do concreto. As partículas dos agregados reciclados são mais angulares que as dos agregados naturais. Os agregados miúdos reciclados no processo de britagem apresentam formas maiores e mais angulosas do que seria desejável para a produção de boas misturas. No caso de agregados graúdos, o britador de mandíbula produzirá agregados reciclados com distribuição granulométrica ideal para a produção de concretos estruturais. Os britadores de impacto são mais indicados para obtenção de agregados com granulometria maior, utilizados em obras rodoviárias (SALOMON, 2011)³⁰.

Atualmente, no Brasil, a aplicação mais comum do concreto reciclado ocorre em obras de pavimentação com concreto ou asfalto. Existem situações pontuais de uso do concreto reciclado, como por exemplo, o concreto demolido dos antigos estádios que foram reformados para copa do mundo, foi utilizado na construção das rampas de acesso a cada uma das 12 arenas, reaproveitados em meios-fios e também no acabamento de marquises. Na Europa alguns países se encontram um passo à frente, onde algumas empresas fabricantes de concreto, já estão apostando no concreto reciclado. O foco destas empresas é trabalhar somente com o “novo concreto”, e passarão a lucrar mais, já que a extração de jazidas e pedreiras na Europa é um investimento muito alto, pois se encontra muito menos reserva natural que o Brasil, por exemplo.

³⁰ Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABbs8AE/britadores-moinhos?part=2>>. Acesso em: 06 out. 2016.

O material gerado não é um material virgem e por isso não se pode tratá-lo e analisá-lo da mesma forma, pois o agregado reciclado por já ter sido usado e já ter sido exposto a situações de desgaste é mais frágil que um agregado virgem, tendo até mesmo coloração diferente, (FIG 6).

Apesar de as situações serem favoráveis em grande parte das pesquisas, não foi encontrado nenhum caso de obras em que o concreto fosse utilizado em sua função estrutural, nem no Brasil e nem no exterior. O mercado caminha para isto, a necessidade faz com estes testes sejam cada vez mais realizados, mas como a engenharia sabe de sua responsabilidade social, a cautela e a calma são imprescindíveis para que a espera possa trazer frutos grandiosos, no futuro, para o planeta como um todo.

Portanto, tomados os devidos cuidados e respeitado os limites técnicos, a reciclagem de concreto mostra-se cada vez mais como uma iniciativa consciente, que alia material de boa qualidade com diminuição dos desperdícios nos canteiros de obra e depósitos de entulho, preservando as reservas naturais em escassez, gerando qualidade de vida para a sociedade.

FIGURA 6 - Agregados naturais à esquerda e agregados reciclados à direita



Fonte: DEVIANTE.COM.BR³¹

³¹ Disponível em: <<http://www.deviantec.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-reciclado/>>. Acesso em: 06 out. 2016

2.7.1 Viabilidade econômica do concreto reciclado

Sabe-se que se torna viável economicamente, pois como se reciclam agregados miúdos e graúdos, diminuem-se os gastos com a exploração de recursos naturais e na compra de agregados diretamente das casas de materiais de construção³².

Foram feitos estudos por diversas universidades e faculdades, para se avaliar a viabilidade técnica e econômica e em todos os estudos analisados observou-se uma redução no preço. Baseando-se em médias de preço verifica-se uma baixa no preço entre 20 e 30% deste concreto constituído por agregados reciclados³³.

2.8 Bloco de concreto reciclado

Os materiais são selecionados e armazenados de acordo com a necessidade.

No processo de britagem esses materiais são depositados dentro de um britador de mandíbula para que seja triturado, no caso ele vem com um sistema de peneiramento onde separa agregado miúdo do agregado graúdo. O processo de moagem se faz necessário somente para reaproveitar mais ainda os materiais, pois devido ao traço escolhido algumas granulometrias do agregado graúdo não são utilizadas então o aproveitamos a partir da sua moagem para se transformar em agregado miúdo. Após trituração e moagem, os agregados reciclados são separados por peneiramento e classificados de acordo com a granulometria obtida. A seguir frações devidamente classificadas e identificadas são armazenadas em tambores. Pesa-se o cimento e o RCD, que no traço substitui a areia e/ou a brita de acordo com a classificação granulométrica obtida. Após a pesagem faz-se a mistura manualmente com auxílio de pá e enxada. A mistura em betoneira é inviável devido ao “espeloteamento” do material. Todos os materiais são depositados no chão e misturam-se primeiro os materiais secos, por último a água, que é adicionado aos poucos. A quantidade de água é determinada por meio de teste tátil-visual que indica a coesão necessária para a moldagem dos blocos. O resultado é um concreto de consistência seca.

A mistura de concreto produzida é depositada na prensa hidráulica e são aplicadas duas prensagens consecutivas por bloco. Em seguida o bloco é retirado com cuidado devido ao bloco estar muito fragilizado podendo quebrar ou rachar facilmente, colocado em um

³² Disponível em: < <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009433.pdf> >. Acesso em: 15 out. 2016.

³³ Disponível em: <<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/123/artigo299541-1.aspx>>. Acesso em: 12 out. 2016.

azulejo e transportado para a área de cura. Após a moldagem os blocos são levados para uma área reservada do IFMT. Durante um período de 24 horas são mantidos cobertos com lona para preservar a umidade. A cura tem-se início no segundo dia, ela é feita pelo processo de molhagem até o sétimo dia. Encerrada a cura são retirados seis corpos de prova por lote, capeados e rompidos aos sete dias para análise de resistência a compressão, (FIG 7).

FIGURA 7 – Blocos construídos com agregados reciclados



Fonte: ECOACTIVATE.COM³⁴

2.9 Tijolo reciclado

Entre os produtos que podem ser fabricados com agregados reciclados, o tijolo reciclado é uma das boas ideias deste segmento, (FIG 8). Este material ainda não foi utilizado em nenhum tipo de obra pública ou privada, mas um protótipo foi construído em Sapucaia do Sul, região metropolitana de Porto Alegre.

O projeto consiste na execução de uma moradia de 52 m², com dois dormitórios, cozinha, sala e banheiro. A casa custa cerca de 45 mil reais. Para se realizar este tipo de habitações de baixa renda, seriam necessárias 32,8 toneladas de RCD, onde podem ser obtidos aproximadamente 8.640 blocos. Este tijolo mostrou resultados muito satisfatórios em testes de

³⁴ Disponível em: < <http://ecoactivate.co/materiales-de-construccion-ecologicos/>> Acesso em: 20 out. 2016.

resistência, apresentando 7,5 Mpa, três vezes superior à resistência de um tijolo convencional. Na questão ambiental, foram evitados que 3.996 kg de CO₂ fossem despejados na atmosfera, além de 21 árvores que deixaram de ser cortadas. Esses tijolos têm uma vantagem em relação ao concreto e o bloco, pois não se tem pretensão futura de utilizá-lo estruturalmente.

Esses tijolos são fabricados a partir da reciclagem de materiais cerâmicos como telhas e tijolos, com uma aditivo da areia, onde é feita a separação nas usinas para que cada material tenha destinação adequada.

A empresa Baram, responsável pelo projeto agora quer integrar este plano de moradia ao programa “Minha Casa, Minha Vida”³⁵.

FIGURA 8 – Modelo de casa construída com tijolo reciclado



Fonte: CIMENTOITAMBE.COM.BR³⁶

³⁵ Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/casa-a-partir-de-entulhos-de-obras-ganha-prototipo-nors/>> Acesso em: 20 out. 2016.

³⁶ Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/casa-a-partir-de-entulhos-de-obras-ganha-prototipo-nors/>> Acesso em: 20 out. 2016.

2.10 Copa do Mundo e sustentabilidade

Em 2014, foi realizada a 20ª edição da copa do mundo de futebol masculino. O evento aconteceu no Brasil, entre os meses de junho e julho. A questão de programação, organização, planejamento e realização do torneio ficam a cargo do país sede.

A FIFA que é a entidade máxima do futebol no planeta é a responsável por fiscalizar e normatizar o que o país sede está fazendo e se tudo está sendo feito da maneira correta.

Há dois anos, o assunto sustentabilidade era muito debatido nas reuniões das nações unidas e a pressão fez com a FIFA cobrasse do Brasil medidas que seriam menos impactantes para o meio ambiente. Diante destes acontecimentos o Brasil encarou o desafio de realizar a Copa mais sustentável de todas, onde o reaproveitamento dos materiais sólidos gerados pela reforma que alguns estádios sofreram fosse um ponto importantíssimo.

A Copa teve como palco 12 arenas, algumas novas e outras construções já existentes que foram reformadas. Em todas essas arenas foram tomadas medidas sustentáveis, recebendo o apelido carinhoso de “arenas verdes”, seguindo as exigências da FIFA e do Governo Federal.

Seis estádios da Copa do Mundo receberam a *certificação Leadership in Energy & Environmental Design (Leed)*, o selo de maior reconhecimento internacional sobre práticas de construção ambientalmente responsáveis. A reforma do Mineirão, em Belo Horizonte, conquistou a mais alta categoria de certificação, a certificação Platinum, (FIG 9). Quatro arenas receberam certificação de nível dois, o *Leed Silver* (Maracanã, Fonte Nova, Arena Amazônia e Arena Pernambuco), enquanto o estádio de Fortaleza recebeu a certificação simples. Concedida pelo *Green Building Council Institute (GBCI)*, a certificação Leed busca otimizar o uso dos recursos naturais e promover estratégias de regeneração e restauração, minimizando as consequências ambientais e para saúde humana da indústria de construção.

O estádio do Mineirão especificamente promoveu um excelente trabalho na reciclagem de resíduos sólidos gerados pelo antigo estádio, onde os entulhos foram levados para usina de reciclagem da prefeitura de Belo Horizonte, para serem triturados e seus agregados usados da melhor forma possível. No Mineirão, por exemplo, os resíduos gerados pela obra, 90% puderam ser reaproveitados. O concreto demolido foi transformado em brita e utilizado na pavimentação de ruas de municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte e nas rampas de acesso da nova arena. A terra foi utilizada para fazer o aterro do Boulevard Arrudas, no centro da capital mineira.

As olimpíadas seguiram o mesmo pensamento verde da copa do mundo, onde todas arenas, tanto as que foram iniciadas do zero, como as que foram apenas reformadas, usaram os resíduos gerados para as novas construções e as novas reformas. Os governos Municipal e Estadual introduziram sistemas integrados de gestão de lixo sólido para garantir a reciclagem máxima e lançaram uma nova perspectiva para a reutilização de materiais em todas as fases do evento. Através da instalação de bombas de metano nos lixões para produção de energia e produção de crédito carbono, o uso de usinas de construção e de demolição, a destruição de todos os lixões ilegais na cidade até e a melhoria do Movimento Nacional de Cooperativas de Reciclagem.

É evidente que o planejamento não é garantia de sucesso. Entretanto, já é um grande salto de grandes eventos como esses. Cabe aos representantes de empresas, governo e sociedade, reivindicar que essa lógica esteja inserida em cada empreendimento público ou privado sempre, quer os holofotes do mundo estejam sobre o tema como durante os jogos ou não.

FIGURA 9 – Estádio do Mineirão após a reforma



Fonte: RIO2016.COM.BR³⁷

³⁷ Disponível em: <<https://www.rio2016.com/locais-de-competicao/mineirao>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte dos resíduos gerados em obras podem ser aproveitados e para que sejam reutilizados da melhor maneira possível, existem normas e diretrizes as quais devem ser seguidas. Elas informam a forma de recolher esses materiais, como deve ser feito o transporte, onde e como podem ser estocados e demais fatores até o uso final. Todas essas etapas da reciclagem e do reaproveitamento são de responsabilidade de engenheiros, empreiteiros, construtores e demais envolvidos na utilização desses materiais em construções.

Para que esses materiais sejam de qualidade é importantíssimo que sejam aplicados da maneira correta. Além das leis a serem seguidas existe, também, o uso específico de cada agregado obtido através da reciclagem. Os materiais reciclados possuem características únicas e estas características devem ser respeitadas.

A demanda do mercado de reciclagem de resíduos sólidos está em crescimento e um problema enfrentado, principalmente, pelas grandes cidades é onde depositar esses entulhos sem causar transtorno à população. Muitas vezes outros problemas enfrentados por prefeituras, como o trânsito caótico, a falta de espaço, casas construídas em áreas de risco entre tantos outros problemas econômicos e sociais, tornam-se empecilhos para que este material tenha uma destinação final adequada e seja feita a reciclagem da maneira correta.

Para fazer com que essa ideia ganhe cada vez mais força no país, os profissionais apostam nas usinas e utilizam o espaço de aterros sanitários para isso. Não é uma solução para o crescimento desenfreado das cidades e da população, mas como início de projeto segue como uma boa ideia, salientando também que as pessoas têm de se conscientizar da importância do tema. Os profissionais têm que agir com responsabilidade, fazendo estudos e testes, para que o meio ambiente não seja afetado, sem esquecer o fator de desenvolvimento econômico, obtendo produtos de qualidade, para serem comercializados, mostrando resultados, para mudar a cabeça do ser humano que não tem a cultura de reaproveitar. O concreto, o bloco de concreto e o tijolo são os materiais mais abordados para se promover a cultura da reciclagem.

Sendo assim, o entulho que sempre foi um problema para todos, surge como uma solução inovadora, proporcionando produto de qualidade, preços mais acessíveis aos consumidores e menor impacto ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2011. 144 p.

BATISTUTE, Jossan; SPAGOLLA, V. S. M. **Legislação e direito ambiental**. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2009. 176 p.

BRASIL. **ABNT NBR 15.115** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, 1ª Ed. Em 30 de junho de 2004 e válida a partir de 30 de julho de 2004.

BRASIL. **ABNT NBR 15.116** Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, 1ª Ed. Em 30 de agosto de 2004 e válida a partir de 30 de setembro de 2004.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA** nº 307, de 5 de julho de 2002 Publicada no DOU nº 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95-96.

CAVALCANTI, José Eduardo. **Brasil recicla cerca de 20% de resíduos da construção**, 2015. Disponível em:<<http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/14151-brasil-recicla-cerca-de-20-dos-residuos-de-construcao>>. Acesso em: 04 out. 2016.

CORSINI, Rodnei. **Agregados reciclados**, 2011. Disponível em:<<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/123/artigo299541-1.aspx>>. Acesso em: 12 out. 2016.

CORTÉS, Luísa. **Reciclagem de concreto**, 2003. Disponível em:<<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/77/artigo286246-1.aspx>>. Acesso em: 06 out.2016.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Ed. Dig. São Paulo: Saraiva, 2010.

KFURI, Joana. **Materiais e soluções**, Revista Digital AECweb, 2016. Disponível em:<http://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/os-verdadeiros-impactos-da-construcao-civil_2256_10_0>. Acesso em: 30 set. 2016.

LUIZ, Leliana Aparecida Casagrande. **Educação ambiental e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2009. 175 p.

MACHADO, Gleysson B. **Portal resíduos sólidos**, 2016. Disponível em:<<http://www.portalresiduossolidos.com/>>. Acesso em: 30 set. 2016.

MANCILHA, Marco. **História do entulho**, 2016. Disponível em:<<http://www.abrecon.org.br/historia-do-entulho/>>. Acesso em: 12 out. 2016.

PIRES, Ewerton de Oliveira; TOZATO, Heloísa de Camargo. **Avaliação do impacto ambiental e licenciamento**. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2010. 183 p.

SILVA, Fábio Melle da. **Novo desafio para a sustentabilidade**, 2016. Disponível em:<
[http://www.deviante.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-
reciclado/](http://www.deviante.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-reciclado/)>. 06 out. 2016