

O PROBLEMA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: PROPOSTAS DE REDUÇÃO E REUTILIZAÇÃO EM CANTEIROS DE OBRAS NO MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA – ES¹

Gilson Batista Ramalho Júnior²
Matheus Laurindo de Oliveira Nascimento²
Wanessa Gomes de Jesus²
Waynaarllen Rodrigues Nascimento²
Willian Soares dos Santos²
Vinicius Soares da Costa³

RESUMO

A realização de obras civis tem crescido deliberadamente, ocasionando grande número de resíduos sólidos, acarretando malefícios ambientais e desperdícios econômicos. Atualmente, diversas obras estão acontecendo na cidade de Boa Esperança e, conseqüentemente, é notável a existência de resíduos gerados pelas construções recentes. Esses resíduos são destinados a aterros sanitários, porém, é descartado juntamente com lixos domésticos, o que torna essa prática indevida. Os RCD (Resíduos de Construção e Demolição) que são separados de forma correta são utilizados para preencher buracos das ruas danificadas da própria cidade e para terraplanagem. Os métodos utilizados para a obtenção de informações e realização do artigo foram à revisão bibliográfica e o estudo de caso no município. Conseqüentemente, através de pesquisas na Prefeitura Municipal, esse artigo tem por finalidade verificar o cenário da cidade de Boa Esperança em relação aos seus resíduos sólidos, da mesma maneira que possa ser feita a identificação e a classificação desses resíduos gerados pelas obras da cidade. Ainda assim, mostrar sugestões de reutilização dos resíduos provenientes da construção, pensando em amenizar os impactos ambientais ocorridos na cidade de Boa Esperança e pensando também na economia de materiais nas obras a serem executadas.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos. Reutilização. Construção Civil.

ABSTRACT

The completion of civil works has grown deliberately causing large numbers of solid waste, causing environmental harm and economic waste. Currently, several projects are going on in the town of Good Hope and, consequently, it is remarkable the existence of waste generated by recent construction. This waste is destined for landfills, however, it is disposed of with household waste, which makes this malpractice. The RCD (construction and demolition waste) which are separated properly are used to fill holes in the damaged streets of the city itself and earthmoving. The methods used to obtain information and holding of the article were

¹ Artigo Científico. Trabalho de Conclusão de Curso

² Acadêmicos do 10º Período de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade Capixaba de Nova Venécia, MULTIVIX- Nova Venécia de Nova Venécia.

³ Professor Orientador do Curso de Graduação da Faculdade Capixaba de Nova Venécia, MULTIVIX- Nova Venécia, graduado em Saneamento Ambiental pelo IFES e pós graduado em licenciamento ambiental pela AVM.

the literature review and case study in the city. Consequently, by searching the City Hall, this article aims to verify the setting of the town of Good Hope in relation to their solid waste in the same way that it can be made the identification and classification of waste generated by the works of the city. Still, show suggestions for reuse of waste from the construction, considering mitigate environmental impacts occurred in the town of Good Hope and also thinking about saving materials in the works to be performed.

KEYWORDS: Solid Waste. Reuse. Construction.

1 INTRODUÇÃO

Grande parte dos resíduos gerados atualmente é constituída pelos Resíduos de Construção e Demolição (RCD). A quantidade de resíduos sólidos cresce deliberadamente, já que ocorrem diversas edificações, demolições e reformas. Estes resíduos, segundo Chung e Lo (2007), representam aproximadamente 50% do fluxo de resíduos sólidos gerados pelas cidades dos países desenvolvidos, sendo que muitas vezes este valor pode chegar a mais de 60% do total de resíduos sólidos produzidos.

Durante o período de execução das obras, existem desperdícios de materiais, que são excluídos pelas construtoras, e acabam espalhados por todo o canteiro de obras, atrapalhando o trânsito de trabalhadores e máquinas. Mesmo não podendo generalizar sobre o assunto, já que algumas construtoras já se adequaram ao reaproveitamento de materiais.

As perdas geradas pelo setor da construção civil ocasionam gastos financeiros, pois é sempre necessário aumentar a compra de material para suprir os desperdícios, com isso, a obra finaliza em um valor mais alto que o de início. No entanto, os resíduos da construção civil oferecem uma vantagem em relação aos demais, pois as propriedades do material de origem são conhecidas, possuindo assim um grande potencial para reutilização da matéria-prima. Os resíduos sólidos, segundo Demajorovic (1995), possuem valor econômico agregado, podendo ser reaproveitado.

Com a preocupação do prazo de entregar a obra, os trabalhadores geralmente não dão a importância necessária para o reaproveitamento de algum material, apenas descartando-o no canteiro de obras, sem ao menos separá-los para uma posterior reutilização. Em relação ao reaproveitamento, o autor Demajorovic (1995), afirma que:

[...] em contraposição aos antigos sistemas de tratamento desses resíduos, que tinham como prioridade a disposição destes, os atuais devem ter como prioridade um 'ecological cycle management', o que significa a montagem de um sistema circular, onde a quantidade de resíduos a serem reaproveitados dentro do sistema produtivo seja cada vez maior e a quantidade disposta, menor.

Para evitar perdas ou desperdícios, é coerente que, no decorrer da execução das obras, os trabalhadores reservem os resíduos que não serão mais utilizados na obra para reutilizarem em outras ocasiões, reduzindo gastos futuros.

Quando o material não for reaproveitado nos canteiros de obras, é necessário e correto que seja depositado em um aterro sanitário, podendo passar pelo processo

de reciclagem, posteriormente, e não deixado no meio das ruas municipais, como é comumente visto.

Segundo Ângulo (2005), no Brasil, estima-se um montante de 68,5 milhões de resíduos de construção civil produzidos por ano. São poucos os setores que trabalham com tamanha diversidade de materiais e volume como a construção civil, tornando-se um grande gerador de RCD (Resíduos de Construção e Demolição).

Os resíduos da construção civil oferecem uma vantagem em relação aos demais, pois as propriedades do material de origem são conhecidas, possuindo assim um grande potencial para reutilização da matéria-prima.

Portanto, o objetivo do trabalho é analisar os resíduos gerados pela construção civil; identificar os desperdícios desses resíduos, bem como onde são descartados; e propor soluções de como e onde o município de Boa Esperança pode reutilizar os entulhos gerados nas obras da cidade.

O objetivo desse artigo é identificar o desperdício e local onde descartam os RCD (Resíduos de Construção e Demolição) de Boa Esperança, bem como propor soluções de como e onde o município poderá reutilizar os entulhos gerados nas obras da cidade.

2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

2.1. CONCEITO

Conforme a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no Art.2º para efeito desta resolução é adotado a seguinte definição para resíduos:

[...] são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Portanto, é notório que, como em todas as cidades, Boa Esperança tem vários desses resíduos, mesmo sendo um município pequeno, o que resulta em acúmulo de entulho nas ruas, lotes e aterro.

2.1.1. CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

De acordo com o Art. 3º da Resolução nº 307, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002, os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

III - Classe C - são os resíduos passíveis de reutilização, para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem, tais como os resíduos não friáveis contendo amianto;

IV - 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 resíduos friáveis contendo amianto ou outros produtos nocivos à saúde.

A NBR 10004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos, quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente:

- a) Resíduos classe I – Perigosos
- b) Resíduos classe II – Não perigosos
 - resíduo classe II A – Não inertes
 - resíduo classe II B – Inertes



Foto 1: Tijolos e concreto (Classe A) – Rua Cotaxé.
Fonte: Foto tirada pelo autor em 23 de Agosto de 2015.

2.2 MÉTODO DE PESQUISA

Para a realização do artigo, optou-se por duas estratégias visando cumprir os objetivos definidos da pesquisa, sendo elas a revisão bibliográfica e o estudo de caso. Sendo assim, para a execução da pesquisa, a metodologia constituiu-se das seguintes etapas:

Revisão bibliográfica: pesquisas com os assuntos relacionados à: Desperdício de resíduos sólidos; Canteiros de Obras; Redução de perdas; Reaproveitamento de materiais; Destinação dos resíduos sólidos.

Estudo de caso: Analisar as perdas dos resíduos provenientes das construções no município; Propor soluções de reutilização dos resíduos nas obras locais; Verificar onde os resíduos são depositados.

Para realizar a primeira etapa, a revisão bibliográfica, procurará adquirir conhecimento, consistindo assim num estudo da bibliografia existente sobre o assunto. Com isso, abrangerá pesquisas em livros, dissertações de mestrado, artigos técnicos, teses de doutorado, jornais, revistas, periódicos, legislações e publicações encontradas na internet.

A segunda etapa dará através do estudo de caso, onde serão realizadas visitas em obras do município, com o objetivo analisar o desperdício de resíduos nos canteiros de obras, assim como o reaproveitamento que pode ser feito com os resíduos, e onde os mesmos são descartados.

Realizará também o registro de fotos de algumas dessas áreas, principalmente onde os entulhos estão sendo deixados, para uma posterior análise de proposta das reutilizações de materiais que podem ser feitas nas futuras construções do município, diminuindo a quantidade de entulho descartado, além de contribuir financeiramente no valor final da obra.

2.3 MUNICÍPIO DE BOA ESPERANÇA/ES

Segundo dados do IBGE (2015), a população de Boa Esperança é de 14.199 habitantes, e ocupa uma área de unidade territorial referente a 428.501 km². De acordo com a Prefeitura Municipal de Boa Esperança (2015), a economia da cidade é predominante no cultivo de café, mas também tem grande poder no cultivo e exportação de pimenta-do-reino e mamão.

Apesar de o Brasil estar em uma crise no ramo da construção civil, o município não parou de construir. Só esse ano a cidade iniciou quatro grandes obras, dentre elas a reforma da Praça Municipal; a reforma do Ginásio Municipal; a construção da Feira Municipal; e a obra de infraestrutura do Estádio Municipal.

Com esse montante de obras acontecendo, é inevitável a geração de resíduos da construção, além do acúmulo do mesmo. Porém, a ideia de reutilizar todo esse entulho em obras futuras, diminuirá as perdas, além do gasto.

Segundo o Secretário de Obras do município, os resíduos mais comumente encontrados nas ruas são o concreto e materiais cerâmicos, tendo em vista que o bairro mais afetado é o Centro, principalmente por três das obras municipais em andamento estarem localizadas nele. Os resíduos são coletados diariamente com o auxílio de retroescavadeira e de uma caçamba que comporta até 12 m³ de entulho.



Foto 2: Coleta de resíduos de construção pela Prefeitura de Boa Esperança – Av. Democrata.
Fonte: Foto tirada pelo autor em 03 de Novembro de 2015.

2.4 O DESPERDÍCIO

É notório que toda construção, demolição ou reforma irá gerar resíduos, porém, o problema relacionado a esse assunto é o que se pode fazer com esses entulhos para que não sejam simplesmente desperdiçados. Algumas medidas podem ser tomadas pela Prefeitura para reutilizar esses materiais, transformando um entulho em algo útil para a própria cidade e na construção civil.

Os problemas relacionados com resíduos sólidos surgiram desde que o ser humano abandonou seus hábitos nômades e passou a viver em povoações fixas (LIPPEL, 2003), porém, esse problema se agravou, já que o homem gera muitos resíduos desde as primeiras civilizações e, atualmente, tomou uma proporção maior com o crescimento mundial da população.

A Resolução nº 307, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Além disso, define, classifica, propõe destinação adequada para cada classe e atribui responsabilidades para os geradores dos RCD (Resíduos de Construção e Demolição).

De acordo com Pinto (1997), apesar de esses resíduos serem inertes (rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos) deve-se atentar para o controle de sua geração e posterior disposição, uma vez que seu volume é significativo.

Muitas podem ser as causas do desperdício nas obras de construção civil que vão desde a fase do projeto que pode ser incorreto, fase de instalação do canteiro, fase de planejamento da obra, transporte e armazenamento inadequado de materiais, imperfeições no próprio material de construção, erros de execução por desqualificação da mão de obra, entre outros (ALVES; QUELHAS, 2004).

Conforme as informações coletadas com o secretário de obras da cidade de Boa Esperança- ES, datado de 23 de outubro de 2015, não há informações referentes à quantidade de entulhos gerados pelas execuções de obras realizadas no município, porém, é volumosa a quantidade desses resíduos pela cidade.



Foto 3: Concreto oriundo da obra do Estádio Municipal.
Fonte: Foto tirada pelo autor em 25 de Agosto de 2015.



Foto 4: Descarte irregular de resíduos da construção – Lote vago.
Fonte: Foto tirada pelo autor em 02 de Setembro de 2015.

2.4.1 GERADORES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Durante muitos anos, não houve estimativas dos desperdícios de materiais e da geração de resíduos dos processos construtivos e nem tão pouco, a origem dos problemas. Mas, atualmente, este quadro reverteu-se e as informações obtidas pelas pesquisas exibem os índices de perdas e a geração dos resíduos da construção civil (NETO, 2005).

Qualquer pessoa física ou jurídica, públicas ou privadas, responsáveis por atividades que gerem os RCD (Resíduos de Construção e Demolição) é classificada como geradores de resíduos sólidos e, segundo Mariano (2008), é classificado como:

- Pequenos geradores: geram até 5 m³ de resíduos;
- Grandes geradores: geram mais de 5 m³ de resíduos.

São diversas causas que ocasionam na geração de resíduos, como a falta de cuidado com os materiais, originando perdas que, posteriormente, saem das obras na forma de entulho. Outra causa comumente vista é o erro na estrutura de concreto, ocasionando manutenção para correção da mesma, gerando muitos resíduos.

2.4.2 REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE MATERIAIS

Os desperdícios de materiais são comumente encontrados no decorrer da execução das obras, tais como argamassa, blocos, madeiras, telhas, entre outros, pelo simples fato de não serem manuseados, transportados e armazenados da forma correta.

Atitudes simples ajudam na colaboração da redução dos desperdícios dentro do canteiro de obras, conseqüentemente, a diminuição de resíduos sólidos oriundos da obra, como:

- Zelo na recepção e armazenagem de materiais como tijolos, cerâmica, telhas evitando assim a quebra e o desperdício de materiais;
- Os cimentos devem ser postos em uma superfície para evitar a umidade do solo e protegendo de contaminações;
- A madeira deve estar revestida evitando a danificação e todos os materiais frágeis o correto e transportar em carrinho de mão.

Essas são algumas precauções que contribuem na diminuição dos resíduos sólidos de construção e demolição constituídos pelas obras. Todavia, para a realização da mesma é necessário à ajuda e colaboração de todos os envolvidos na obra, pois assim haverá a redução de perdas dos materiais.

2.5 A DESTINAÇÃO

Atualmente, o aterro sanitário é a solução mais utilizada, devido a sua facilidade de execução diante as outras soluções, apesar de ser mais comumente visto os depósitos clandestinos. A destinação dos resíduos da construção civil também é prevista na resolução e é definida de acordo com esta mesma divisão de classes dos resíduos. Segundo o Art. 10 da Resolução nº307, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os resíduos da construção civil deverão ser destinados das seguintes formas:

I - Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II - Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III - Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV – Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

Cada classe de resíduos provenientes de construções, demolições ou reformas deve ter sua destinação correta, cabendo à Prefeitura Municipal disponibilizar a coleta e o devido local preparado para encaminhar os mesmos.

Desde a publicação da Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente em 2002, o aterro sanitário municipal não pode mais receber resíduos provenientes de edificações. Conforme o parágrafo §1º do Art. 4º dessa resolução, “os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de bota-fora, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei”.

De acordo com Pinto e Gonzáles (2005), a diferença entre bota-fora clandestino e deposição irregular é a seguinte:

Bota-foras clandestinos - é uma área procedente da deposição irregular de resíduos executada, principalmente, por empresas privadas de transporte de RCD, o qual utilizam grandes áreas sem licenças ambientais ou com consentimento tácito, ou explícito, das administrações locais; **Deposição irregular** - é o resultado da disposição de resíduos gerados por pequenas obras e reformas realizadas pela população mais carente, que não dispõem de recursos financeiros para contratar empresas de transporte. Em geral a um maior número deste tipo de área em relação aos bota-foras e são mais próximas dos locais de origem dos resíduos.

Porém, as ilustrações a seguir mostram resíduos de Boa Esperança descartados indevidamente:



Foto 5: Descarte irregular de resíduos da construção – Lote vago.
Fonte: Foto tirada pelo autor em 02 de Setembro de 2015.



Foto 6: Aterro sanitário do município.
Fonte: Foto tirada pelo autor em 03 de Novembro de 2015

2.6 A REUTILIZAÇÃO

As obras acumulam grandes volumes de resíduos sólidos, acarretando perda de material e degradação do meio ambiente. O reaproveitamento dessas materiais no canteiro de obras é uma forma devidamente correta para dar fim aos entulhos. O agregado reciclado pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, substituindo os agregados convencionais como areia e brita (ZORDAN, 2006).

A reutilização dos resíduos provenientes das construções é um método necessário que precisa ser realizado para reduzir o volume de entulhos nas ruas, evitando o desperdício desnecessário dos materiais.

Mais de 75% do total de resíduos poderiam ser reutilizados ou reciclados. Avaliações feitas na Austrália indicam que mais de 40% dos resíduos de construção e demolição são reutilizados ou reciclados e que a maior parte desse volume é composta por entulho de concreto. Na Suécia, por exemplo, cerca de 90% de toda pedra natural, areia e cascalho do setor de construção e engenharia pesada são reutilizados, enquanto do asfalto são 60% e cerca de 80% de madeira são convertidos em energia (LEVY, 1997).

De acordo com o secretário de obras da cidade de Boa esperança- ES, a coleta de entulhos é feita todos os dias, por caçambas e retroescavadeiras, onde os resíduos que não são reutilizados são destinados e despejados no aterro sanitário no qual não há segregação correta, pois são jogados juntamente com lixos domiciliares. A Prefeitura Municipal afirma não possuir verba suficiente para construir um aterro específico para resíduos sólidos da construção civil.

Segundo o Secretário de Obras, as formas de reutilizações para não desperdiçar os resíduos sólidos são no preenchimento de buracos em ruas sem calçamento e na terraplanagem.

É comum encontrar diversas ruas da cidade cheias de buracos, causando vários transtornos para a população. Para tampar esses buracos oriundos, geralmente, de chuvas, é necessário verbas para a compra de agregados. Com a utilização dos entulhos para o preenchimento, evita-se um gasto desnecessário, além de evitar que esses resíduos se acumulem ainda mais.

Também existe grande número de pessoas precisando aterrar seus lotes, no entanto, ao invés de pagarem volumosos caminhões de terra, recorrem à Prefeitura e requisitam terras para a realização da terraplanagem, que são retiradas de outros lotes que tem em excesso. Com isso, como não é feita a segregação dos resíduos, juntamente com a terra, também recolhem resíduos, e usam para aterrar locais que precisam. Conseqüentemente, há a redução de boa parte dos entulhos gerados pelas edificações do município.



Foto 7 : Cerâmica, areia, plástico de argamassa e cimento – Rua Horizonte.
Fonte: Foto tirada pelo autor em 30 de Agosto de 2015.

3 ANÁLISE DE RESULTADOS

3.1 PROPOSTAS DE REUTILIZAÇÃO

Visando reduzir a quantidade de resíduos sólidos encontrados em ruas, lotes e no aterro, expõe-se propostas para a reutilização dos mesmos, após uma devida segregação.

Todos os tipos de resíduos sólidos podem se tornar algo útil, porém, alguns precisam de um tratamento especial, como a madeira, através da reciclagem, mas, pode-se notar que no município de Boa Esperança, os resíduos predominantes são concretos e tijolos, que podem ser reutilizados, sem precisarem passar pelo processo da reciclagem.

Os entulhos como concretos, tijolos quebrados e rebocos podem, facilmente, tomar o lugar de agregados como brita e areia, e ganhar uma utilidade nas edificações da cidade. Com a troca desses materiais pelos agregados feitos de entulho, reduzirá a verba destinada para determinada construção, podendo ser aplicada em outras necessidades.

Obviamente, para realizar algumas das propostas citadas abaixo, será necessário o uso de um maquinário específico para triturar esses resíduos na granulometria adequada para cada agregado. Porém, o município não dispõe desse maquinário, chamado de Britador ou Triturador, pois, segundo o Secretário de Obras, não há verbas para compra de tal, que custa cerca de R\$ 11.999,00, mesmo sendo de extrema importância para redução de gastos futuros.

3.1.1 PAVIMENTAÇÃO

Estão sendo verificadas técnicas de reaproveitamento de materiais, como substituir as camadas de base e sub-base na estrutura de um pavimento, visando minimizar o descarte inadequado de resíduos oriundos de edificações e a produção de mais agregados, que são conseguidos através da exploração de jazidas minerais. A

estrutura de um pavimento tem camadas que absorvem os esforços verticais ocasionados pelo tráfego de veículos, e essas camadas é o subleito, reforço de subleito, sub-base, base e revestimento.

Zordan (2006), explica que as principais vantagens da utilização dos resíduos na pavimentação são:

- A menor utilização de tecnologia e baixo custo operacional;
- A possibilidade de uso de todos minerais constituintes do entulho;
- A economia de energia de britagem do entulho, por manter a granulometria graúda.

A utilização do material nas camadas da pavimentação, segundo Pinto (1999), apresenta ótima capacidade de suporte com uma menor utilização de agregados natural. As especificações de uso e possibilidades desses materiais estão na NBR 15116:2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentos e preparos de concreto sem função estrutural - Requisitos. Recentemente encerrou a obra da pavimentação de Boa Esperança a São Mateus, o método executivo foi o comumente utilizado, o uso de agregados. O gasto dessa obra foi grande, porém, poderia ter sido diminuído com o reaproveitamento dos resíduos como agregado na base e sub-base.

Sabendo que o município de Boa Esperança não utiliza seus entulhos para nada construtivo, apenas descartando-os, vale propor para a prefeitura municipal a construção de uma pista experimental de testes, para a reutilização dos resíduos sólidos da construção em posteriores pavimentações.

Essa pista serve para testar a eficácia e a confiabilidade dos RCD (Resíduos de Construção e Demolição) como agregados em algumas camadas da pavimentação, trazendo diversos benefícios, dentre eles a redução de entulhos em lugares indesejados e redução de gastos com compra de agregados. Esse método está sendo testado e empregado em diversas cidades, e obtendo bons resultados e aprovação.

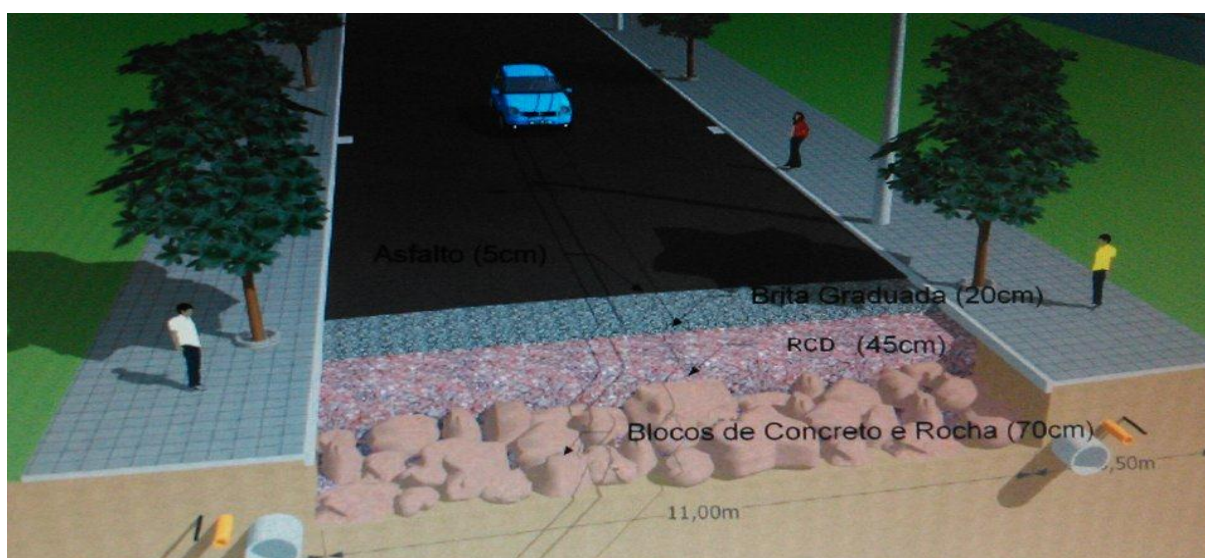


Figura 1: Exemplo de pista experimental de teste.
Fonte: BAGATINI, 2011 – Ilustração cedida pelo Eng. Rafael Dombroski.

3.1.2 AGREGADO PARA CONCRETO

Outra opção viável para o entulho é a utilização dos resíduos como agregado para concreto, substituindo-se os agregados naturais (brita e areia) pelo entulho e a mistura continua a mesma utilizada tradicionalmente, com água e cimento, porém, não é recomendado para concreto estrutural, pois tem baixa resistência à compressão.

O uso do agregado reciclado em concreto não estrutural está normatizado pela ABNT através da norma NBR 15.116:2004. Essa norma possui as seguintes definições:

Concreto de cimento Portland sem função estrutural, com agregado reciclado: Material destinado a usos como enchimento, contrapiso, calçadas, e fabricação de artefatos não estruturais, como blocos de vedação, meio-fio (guias), sarjetas, canaletas, mourões, e placas de muro. Estas utilizações em geral implicam o uso de concretos de classe de resistências C10 e C15 da ANBT NBR8953.

Agregado de resíduo de concreto (ARC): É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo pertencente à Classe A, composto na sua fração graúda, de no mínimo de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme Anexo A e atender aos requisitos de aplicações específicas.

Agregado de resíduo misto (ARM): É o agregado reciclado obtido do beneficiamento de resíduo Classe A, composto na sua fração graúda com menos de 90% em massa de fragmentos à base de cimento Portland e rochas. Sua composição deve ser determinada conforme anexo A e atender aos requisitos das aplicações específicas.

Segundo ZORDAN (2006), as principais vantagens dessa utilização são:

- A utilização dos vários componentes do RCC para a produção do agregado de resíduo misto;
- A economia de energia no processo de moagem do entulho para o uso de concreto não estrutural, o qual requer agregado com granulometria graúda, em relação à sua utilização em argamassas;
- A possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento.

3.1.3 AGREGADO EM ARGAMASSA

A utilização do RCD (Resíduos de Construção e Demolição) como agregado para argamassa possui várias vantagens, dentre elas a redução do consumo de cimento e cal, e aumento da resistência da argamassa, porém, o entulho precisa ser moído na granulometria da areia.

Essa argamassa pode ser utilizada de resíduos dentro do próprio canteiro de obras como argamassas para enchimentos de rasgos na parede; degraus de escadas; remendos e emendas em alvenaria e enchimento de rebocos internos.

3.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Os resíduos oriundos da execução de obras da construção civil estão em grande escala, o que resulta em superlotação de depósitos de lixo, sem contar que o preço

da sua condução não é acessível, pois, para serem depositados nos aterros sanitários, precisam de várias viagens de caminhão. Consequentemente, a falta de gerenciamento da quantidade de resíduos, juntamente com a falta de plano traçado para uma solução da redução dos mesmos, gera a superlotação em aterros, ocasionada pelo acúmulo de entulhos, reduzindo sua vida útil.

É de suma importância ressaltar que a reutilização dos RCD (Resíduos de Construção e Demolição) traz benefícios econômicos, pois a reutilização de entulhos como agregados diminui gastos, pois reduz a aquisição de matéria-prima. A reutilização também gera benefícios ambientais, pois materiais descartados no meio ambiente podem ser reaproveitados para outros fins, retirando-os de lugares indevidos e diminuindo a poluição gerada pelo entulho que, consequentemente, resultaria em enchentes e assoreamento de córregos e rios.

Com a deficiência na gestão desses resíduos, diversos danos são causados à sociedade, inclusive o transtorno no trânsito de pessoas e veículos, além de degradar a paisagem urbana. Segundo Melo (2006), os principais impactos causados pelos RCD (Resíduos de Construção e Demolição) são:

- Assoreamento de rios e córregos;
- Ocupação de vias de logradouros públicos com resíduos;
- Diminuição da vida útil do aterro sanitário;
- Atração de vetores causadores de doenças;
- Comprometimento da saúde pública;
- Degradação da paisagem urbana;
- Obstrução dos canais de drenagem;
- Enchentes;
- Outros.

4 CONCLUSÃO DA ANÁLISE DE RESULTADOS

Conforme o estudo de caso executado no município de Boa Esperança/ES, as obras locais tem gerado uma proporção significativa de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), sendo gerenciados de maneira incorreta pela Prefeitura Municipal. O município ainda carece de pesquisas e tecnologias para o reaproveitamento dos materiais, bem como a aplicação de punições às construtoras responsáveis por deixarem seus entulhos no canteiro ou despacharem de forma indevida.

De acordo com estudos abordados no local, pode-se notar que o município não tem dado a destinação correta para os entulhos, sendo depositados em um aterro sanitário irregular, pois, segundo a Prefeitura, não há verba suficiente para a expansão de um aterro próprio para resíduos de construção. No município, os materiais encontrados com maior frequência são das classes tipo A e B, segundo a resolução do CONAMA 307/2002.

Mesmo com algumas medidas tomadas pela Prefeitura de Boa Esperança para a redução e reutilização dos resíduos com terraplanagem, não está sendo o suficiente, pois a geração desses entulhos é maior que a reutilização deles. Visando oferecer

alternativas de reaproveitamento desses entulhos gerados nas obras municipais, foi proposto, no decorrer do artigo, três opções para reutilização dos resíduos como agregados.

Conclui-se, portanto, que o artigo auxiliará no devido gerenciamento dos resíduos de Boa Esperança, reduzindo custos em obras do próprio município, além de diminuir o montante de entulho no aterro sanitário.

5 REFERÊNCIAS

1. ALVES, Carlos Eduardo Teobaldo; QUELHAS, Osvaldo L. G. **A ecoeficiência e o ecodesign na indústria da construção civil: uma abordagem à prática do desenvolvimento sustentável na gestão de resíduos com uma visão de negócios**. Rio de Janeiro: Associação Educacional Dom Bosco, 2004. 10p. Disponível em: <www.aedb.br/seget/arquivos/artigos04/106_seget%20artigo.doc>. Acesso em: 03 nov. 2015.
2. ÂNGULO, S.C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**. Tese doutorado, 2005, 236p. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18112005-155825/pt-br.php>>. Acesso em: 03 nov. 2015.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10004: Resíduos Sólidos: classificação**. Rio de Janeiro: BNDS, 2004. Disponível em: <<http://www.aslaa.com.br/legislacoes/NBR%20n%2010004-2004.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2015.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15116: agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos**. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://areiaovitoria.com.br/download/NBR%2015116.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2015.
5. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente/Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 17 jul. de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>>. Acesso em: 01 nov. 2015.
6. CHUNG, S.S.; LO, C.W.H. **Evaluating sustainability in waste management the case of construction and demolition, chemical and clinical wastes in Hong Kong Resources**, Conservation and Recycling, v. 37 (2), p. 119-145, 2003.
7. DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de**

Empresas. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a10v35n3>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

8. IBGE. **Instituto brasileiro de geografia e estatística. 2010.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

9. LEVY, S.M. **Reciclagem do entulho de construção civil para utilização como agregado de argamassas e concretos** – São Paulo, 145 p. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1997.

10. LIPPEL, M. **Modelo de gerenciamento de resíduos sólidos de saúde para pequenos geradores - o caso de Blumenau/SC.** 2003. 120 p. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/86500/222452.pdf?sequence=1>>. Acesso em 04 nov.2015.

11. MARIANO, Leila Seleme. **Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: estudo de caso de uma obra com 4.000m².** Curitiba: UFPR, 2008. 114 p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.ppgerha.ufpr.br/publicacoes/dissertacoes/files/147Leila_Seleme_Mariano.pdf>. Acesso em 02 nov 2015.

12. MELO, T. M., **Sistema de gestão sustentável de resíduos de construção e demolição.** In: Seminário de gestão de resíduos sólidos – Goiás, 2006.

13. NETO, J. da C. M. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil.** São Paulo: RiMA, 2005. 162p.

14. PINTO, T. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada para Resíduos Sólidos da Construção Urbana.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Tese (Doutorado), 1999.

15. PINTO, T. P.; GONZÁLES, J. L. R. (Coord.). **Manejo e gestão dos resíduos da construção civil.** Volume 1 – Manual de orientação: como implementar um sistema de manejo e gestão nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005. 194p. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_RCD_Vol1.pdf>. Acesso em 02 nov. 2015

16. PINTO, T. R. **Resultados da gestão Diferenciada Técnica,** v.5, n 31, nov/dez.1997.

17. ZORDAN, S.E. **A utilização do entulho como agregado para o concreto.** Artigo. São Paulo, 2006.