

## Resíduos Sólidos da Construção Civil: Impactos Ambientais e Utilização na Pavimentação

*Solid Waste of Civil Construction: Environmental Impacts and Use in Paving*

LEON SHAMIR RIBEIRO ISRAEL  
EDSON ANDRADE FERREIRA

### Resumo

*Em virtude do grande crescimento populacional, resultando no aumento da demanda por produtos e serviços dos mais diversos setores tem levado a sociedade a se preocupar, cada vez mais, com os recursos naturais que são consumidos e com os resíduos gerados ao longo de toda a cadeia produtiva. Atualmente, as questões ambientais vêm se tornando uma grande preocupação para a sociedade, com isso, vem tomando cada vez mais espaço nas legislações de diversos países. Essa preocupação mundial é em virtude da geração descontrolada dos resíduos, e da forma incorreta de descarte, principalmente os oriundos da indústria da construção civil, que lidera o ranking de maior causadora de impactos ambientais. Diante disso, cada vez mais se está buscando alternativas para utilização desses resíduos gerados, uma das formas de aproveitamento do RCD é a substituição, em pavimentação de vias urbanas, com isso, diminuindo os danos ambientais.*

**Palavra chaves:** resíduos sólidos, pavimentação, RCD, resíduos da construção e demolição

### Abstract

*Due to the large population growth, resulting in an increase in the demand for products and services from the most diverse sectors, has caused society to increasingly worry about the natural resources that are consumed and the waste generated along the entire chain productive. Nowadays, environmental issues have become a major*

*concern for society, with which, it has been taking more and more space in the legislations of several countries. This worldwide concern is due to the uncontrolled generation of waste and the incorrect disposal, mainly from the construction industry, which leads the ranking of the biggest cause of environmental impacts. In view of this, more and more alternatives are being sought for the use of these generated wastes, one of the ways to take advantage of the RCD is the replacement, in paving of urban roads, thereby reducing environmental damage.*

**Key words:** solid waste, paving, RCD, construction waste and demolition

## **INTRODUÇÃO**

No decorrer da história, as atividades vêm transformando as paisagens naturais com o intuito de produzir materiais necessários para sua sobrevivência, e, ocasionalmente, trás junto com essa transformação a geração de resíduos (SANTOS, Eder 2007).

Dentre as industriais que mais degradam o meio ambiente, seja ele urbano ou natural, a indústria da construção civil destaca-se por ser responsável por números entre 20 a 50% dos recursos naturais totais consumidos pela sociedade. Porém, não é só como consumidora de recursos naturais que a indústria da construção civil causa impacto ao meio ambiente, ela também é considerada a principal geradora de resíduos da economia (BRASILEIRO, 2015).

De acordo com Schneider (2003), é estimado que só no município de São Paulo são geradas diariamente aproximadamente 16.000 de resíduos oriundos da construção e demolição (RCD). Mas o que é ainda mais grave, é a forma irregular que é empregado esses resíduos, poluindo rios, vias, córregos, terrenos baldios e áreas de mananciais.

No Brasil, os resíduos da construção e demolição representam a maior parte dos resíduos sólidos gerados no mundo. Estima-se que só na União Européia, por ano são

gerados cerca de 180 milhões de toneladas, nos Estados Unidos 136 milhões e no Brasil 68,5 milhões, gerando uma grande preocupação mundial (BRASILEIRO, 2015).

Com o intenso crescimento populacional, o desenvolvimento econômico, a má distribuição dos recursos naturais e a falta de consciência da sociedade, os resíduos foram tornando-se cada vez mais um sério problema mundial, em virtude de seu mau gerenciamento. Esses problemas se definiram pela insuficiência de áreas de distribuição, adensamento do perímetro urbano e problemas de saneamento público (SANTOS, Eder 2007).

Com o passar dos anos, dados estatísticos demonstraram que houve um crescente aumento dos resíduos sólidos da construção e demolição (RCD), que mesmo com diversos estudos que demonstram uma ampla aplicação, observa-se uma restrição em sua utilização, sendo na maior parte dos casos seu destino final, os aterros sanitários municipais, ocupando grandes áreas para degradação. Comparado com alguns países em desenvolvimento, o Brasil, apresenta índices altos de geração de RCD e baixíssimos índices de reciclagem ou reutilização (BRASILEIRO, Luzana 2013).

Diante disso, a partir do relatório de Bruntland, ocorrido na década de 80, onde se abrangeu pela primeira vez temas como construção civil e sustentabilidade. As relações entre desenvolvimento sustentável e construção civil começaram a aperfeiçoar-se através das convenções internacionais e princípios básicos (CORREA, Lasaro 2016).

Dentre as diversas possibilidades de uso dos agregados reciclados de RCD, encontra-se a pavimentação como sendo uma opção. O pavimento é uma estrutura de múltiplas camadas e espessuras finitas, construída sobre a superfície fina de terraplanagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, tradicionalmente existem dois tipos: rígidos e flexíveis (RUTZEN, 2015).

Diante disso, este trabalho tem por objetivo mostrar umas das formas corretas da aplicação dos resíduos da construção, que é a pavimentação. E as vantagens que pode trazer para a sociedade.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

Segundo a resolução da Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, se define como resíduos da construção civil:



“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, calica ou metralha.”

**Figura 1 – Resíduos de construção e demolição / Fonte: Google fotos, 2019.**

### **2.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS**

Os resíduos possuem diversas classificações, sua identificação dependerá de sua origem, componentes e características. Neste trabalho serão apresentadas as definições de acordo com a resolução da Conama nº307 e NBR 10004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS).

#### **2.2.1 Classificação da Conama Nº 307**

Conforme a definição da Conama, os resíduos podem ser classificados da seguinte forma:

Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados;

- I. de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- II. de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos,

telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

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

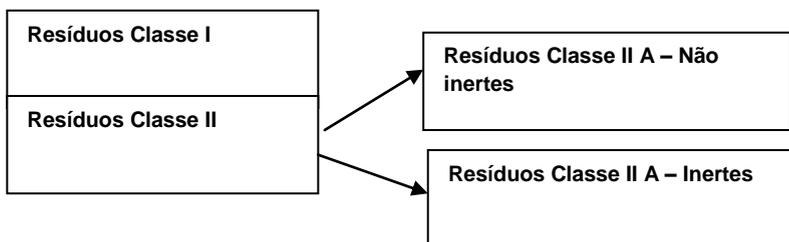
Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;

Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;

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. (nova redação dada pela Resolução nº 348/04).

### **2.2.2 Classificação da NBR 10004 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS).**

De acordo com a NBR é realizado um comparativo na composição dos resíduos, analisando os tipos de resíduos e substância presentes, visando detectar os que podem causar impactos na saúde e no meio ambiente. Dessa forma, a NBR classifica os resíduos da seguinte forma:



## 2.3 IMPACTO AMBIENTAL

Segundo a Resolução nº 001 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), é definido como impacto ambiental:

*“Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais. (CONAMA, 1986)”.*

A indústria da Construção Civil tem grande representatividade no desenvolvimento econômico e social, porém, na contramão da sustentabilidade, é uma das maiores grandes causadoras de impactos ambientais, por consumir recursos naturais não renováveis e por produzir grande volume de resíduos, que na maior parte dos casos não recebem o tratamento adequado para descarte (Karpinsk, 2009).

Existem diversas áreas que ao entrar em contato com os resíduos, sofrem diversos danos ambientais e sanitários, tornando essas áreas limitadas para uso. Em virtude da falta de conscientização ambiental, são criados diversos aterros clandestinos, onde os resíduos são utilizados de forma inadequada, podendo contaminar os lençóis d’água, inutilizando as fontes de abastecimentos (BAGATINI, Filipe 2011).



**Figura 2 – Descarte incorreto de RCD / Fonte: Google fotos, 2019.**

Além de poluir, o descarte inadequado dos resíduos provoca assoreamento de rios e córregos, e o entupimento de galerias e bueiros, colaborando para as enchentes. A deterioração das

áreas urbanas é um fato lastimável, que influi diretamente na saúde e qualidade de vida da população (TRICHÊS E KRICRIJ, 1999; PINTO, 1999; SCHNEIDER, 2003).

## **2.4 UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS EM PAVIMENTAÇÃO**

Atualmente, existe uma preocupação mundial quando se trata do uso dos resíduos. Isso ocorre em consequência da forma imprudente e descontrolada que esses resíduos estão sendo aplicados e/ou utilizados. Por isso, no decorrer do tempo políticas ambientais vêm sendo debatidas, com o intuito de quantificar e destinar adequadamente esses resíduos (BAGATINI, Filipe 2011).

Em virtude do crescimento e aumento das demandas de infraestrutura, são abordados de forma extensiva sobre a aplicação de materiais opcionais, como por exemplo, a utilização dos agregados, já que na maior parte dos casos, o uso e o descarte desses materiais são feitos de forma incorreta (BALBO, 2007, p. 204 -205).

De acordo BAGATINI (2011) como alternativa, esses materiais podem ser incorporados aos agregados empregados como camadas de base e sub-base na pavimentação de estradas, passando antecipadamente por um procedimento de seleção, afim de, evitar materiais de qualidade inferior, comprometendo a qualidade e vida útil desse asfalto. Pois os agregados devem possuir propriedades que suportem a pressão impostas na superfície do pavimento. Mota (2005) ressalta que o maior atrativo para o emprego desses materiais no pavimento, é a economia. Uma vez que os materiais têm o preço mais acessível, em comparação aos utilizados convencionalmente.

Segundo (BERNUCCI et al., 2008) os agregados utilizados em pavimentação podem ser classificados segundo sua (a) natureza, (b) tamanho e (c) distribuição dos grãos:

**A)** Quanto à natureza, os agregados são classificados em: natural, artificial e reciclado.

Natural – Inclui todas as fontes de ocorrência natural e são obtidos por processos convencionais de desmonte, escavação e dragagem em depósitos continentais, marinhos, estuários e rios. São exemplos os pedregulhos, as britas, os seixos, as areias etc.

Artificial que são resíduos de processos industriais, tais como a escória de alto-forno e de aciaria, ou fabricados especificamente com o objetivo de alto desempenho, como a argila calcinada e a argila expandida. O tipo de agregado artificial atualmente mais utilizado em pavimentação são os vários tipos de escórias, subprodutos da indústria do aço.

E os reciclados, que são os provenientes de reuso de materiais diversos. A reciclagem de revestimentos asfálticos existentes vem crescendo significativamente em importância e em alguns países já é a fonte principal de agregados.

**B)** Os agregados são classificados quanto ao tamanho, para uso em misturas asfálticas, em graúdo, miúdo e material de enchimento ou fíler.

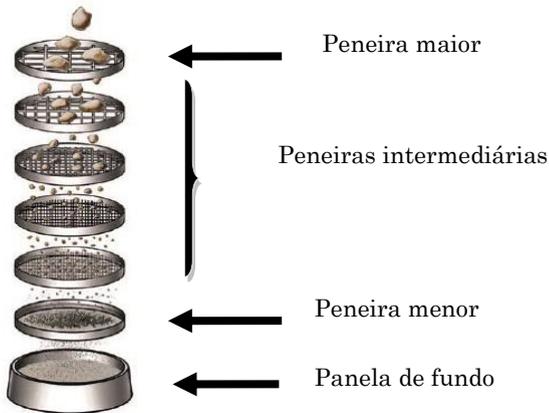
graúdo – é o material com dimensões maiores do que 2,0mm, ou seja, retido na peneira no 10. São as britas, cascalhos, seixos etc.;

miúdo – é o material com dimensões maiores que 0,075mm e menores que 2,0mm. É o material que é retido na peneira de no 200, mas que passa na de abertura no 10. São as areias, o pó de pedra etc.;

material de enchimento (fíler) – é o material onde pelo menos 65% das partículas é menor que 0,075mm, correspondente à peneira de no 200, e.g., cal hidratada, cimento Portland etc.

**C)** A distribuição granulométrica dos agregados é uma de suas principais características e efetivamente influi no comportamento dos revestimentos asfálticos. A distribuição granulométrica dos agregados é determinada usualmente por meio de uma análise por peneiramento, o agregado é fracionado

através de uma série de peneiras com aberturas de malha progressivamente menores, conforme ilustrado na Figura 3.



**Figura 3 – Peneiramento / Fonte: Google fotos, 2019**

### **3 RESULTADO E DISCURSÕES**

De acordo com (FILIPE, Bagatini 2011) a reciclagem dos resíduos da indústria da construção civil vem sendo cada vez mais importante para o desenvolvimento sustentável do setor, tanto no âmbito ambiental, quanto econômico. O seu reaproveitamento estar diretamente relacionado com a redução dos impactos ambientais ocasionado pelo descarte inadequado.

(SANTOS, Eder 2007) enfatiza que o descarte de forma inadequada é um dos grandes problemas, poluindo solo, deteriorando paisagens urbanas, comprometendo o tráfego de pedestres e veículos, danificando a drenagem urbana e constituindo ameaça a saúde pública. Os RCD representam, em média, 50% da massa dos resíduos sólidos urbanos. Disposições irregulares e os aterros clandestinos, ocasionados pela falta de gerenciamento, tornaram-se uma realidade no território nacional.

Segundo Pinto (2005) a construção civil é uma das mais significativas atividades para o desenvolvimento econômico e social, porém, é a que mais causa impacto ao meio ambiente,

quanto na geração de resíduos. Tendo em vista esse grande problema, torna-se um desafio para essa indústria desenvolver estratégias que diminuam esses danos causados.

Santos (2007) enfatiza a grande necessidade de políticas públicas, para controlar os resíduos e avaliar os impactos ambientais gerados por ele. Além do desenvolvimento de auxílio para as indústrias, visando um melhor controle e gerenciamento dos resíduos.

Pinto (2001) ressalta que dentre os métodos possíveis a serem aplicados no controle do descarte inadequado dos RCD, a gestão corretiva é um método pouco eficiente, caracterizado por possuir ações não-preventivas, repetitivas e custosas, que conseqüentemente gera resultados insatisfatórios. Já Schneider (2003) destaca que mesmo não apresentando tanta eficácia, a gestão corretiva ainda é considerada a principal estratégia para solucionar problemas gerados pelo acúmulo de RCD.

Segundo (ÂNGULO et al., 2001) no Brasil, a legislação sobre RCD ainda é pouco relevante se comparada a outros países. Porém, a resolução 307 da Conama, de 05 de julho de 2002, trouxe uma maior representação, regulamentando e vislumbrando as definições que compete aos RCD, impondo responsabilidades aos geradores, transportadores e gestores públicos, determinando parâmetros e procedimentos para gestão de resíduos da construção civil, assim como ações para reduzir os impactos ambientais.

Ângulo et al., (2001) enfatiza que o uso de RCD é definido por ser uma alternativa tecnologicamente consolidada. No entanto, pesquisas nacionais realizadas mostram que o setor de pavimentação sozinho seria incapaz de utilizar integralmente o RCD produzido.

Conforme (ÂNGULO, 2000), no Brasil os primeiros estudos realizados sobre a aplicação dos resíduos da construção civil, assim como a sua reciclagem, devem-se a (CINCOTO, 1983) e (PINTO, 1986). Quando comparado com os demais

países do mundo, a reciclagem de RCD é pouco consolidada, com exceção da indústria de cimento e aço.

Estudos realizados por Costa (2003) dos 64 municípios brasileiros com mais de 300 mil habitantes, apenas 12 possuem central de reciclagem para RCD, representando um número bem inferior aos Estados Unidos por exemplo.

Albuquerque (2012) demonstra que a quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil em 2011 totalizou 61,9 milhões de toneladas, tendo um crescimento de 1,8% a mais do que no ano anterior, segundo dados do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2011, pela Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe), durante a 11ª Conferência de Produção Mais Limpa e Mudanças Climáticas da Cidade de São Paulo. Da totalidade coletado, 42% do lixo são descartados em locais inadequados.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2013, 11ª edição do relatório anual da ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, lançado em 04 de agosto de 2014, o Brasil é apontado por possuir lixões em todos os Estados e cerca de 60% dos municípios brasileiros ainda encaminham seus resíduos para locais inadequados.

De acordo com a nova edição do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, onde foram pesquisados 404 municípios, representando mais de 45% da população brasileira, foram geradas mais de 76 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no ano de 2013, representando um aumento de 4,1% em relação a 2012, índice bastante elevado comparados há anos anteriores (ABRELPE, 2014).

#### **4 CONCLUSÃO**

Mesmo possuindo divergentes dados em relação ao percentual de reaproveitamento do RCD nos diversos países do mundo, toda a sociedade está voltada em buscar de soluções para a

redução da geração e reaproveitamento dos RCD, utilizando como base a legislações e finalidades, principalmente no campo da construção civil, em forma de agregados reciclados, com o intuito de promover um retorno à cadeia de construção.

Os resultados obtidos através dos estudos realizados apontam que, a substituição dos materiais convencionais por agregados é uma ótima alternativa principalmente no emprego em camadas de base e sub-bases em pavimentos.

Conclui-se então, que as utilizações dos agregados diminuem os danos ambientais, pois reduz a extração de materiais naturais. Com isso, diminuindo os danos ambientais causados pelo mesmo.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 1 - ÂNGULO, S.C. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. São Paulo, 2000. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- 2 - ABRELPE, 2011, PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Acesso em 21/03/2019.
- 3 - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS. ABNT NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro – RJ, 2004.
- 4 - BERNUCCI, Liedi Légi Bariani; MOTTA, Laura Maria Goretti da; CERATTI, Jorge Augusto Pereira; SOARES, Jorge Barbosa. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. [S.l: s.n.], 2008.
- 5 - Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA N° 307, de 05/07/2002. Dispõe sobre gestão de resíduos e produtos perigosos.

6 - BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil (Literature review: reuse of construction and demolition waste in the construction industry). *Cerâmica*, v. 61, p. 178-189, 2015.

7 - BRASILEIRO, Luzana Leite. Utilização de Agregados Reciclados Provenientes de RCD em Substituição ao Agregado Natural no Concreto Asfáltico. Diss. Mestrado, Universidade Federal do Piauí, PI, 2013.

8 - Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução CONAMA Nº 01, de 08/03/1990. Dispõe sobre níveis excessivos de ruído incluídos os sujeitos ao controle da poluição de meio ambiente.

9 - BAGATINI, F. Resíduos de construção civil: Aproveitamento como base e sub-base na pavimentação de vias urbanas. 2011.

10 - CORREA, Lasaro, Roberto. Sustentabilidade na construção civil. Monografia (Curso RUTZEN, Douglas. Agregados reciclados para uso em pavimentação: efeitos da adição de cal em resíduo de construção e demolição. 2015.

11 - KARPINSK, Luisete Andreis. Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental. Edipucrs, 2009.

12 - OLIVEIRA, João Carlos de. Indicadores de potencialidades e desempenho de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil em pavimentos flexíveis. 2007.167 f. Tese (Doutorado em Geotecnia)-Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

13 - PINTO, T. P. Metodologia para a gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. Tese de doutorado em engenharia. Escola Politécnica da USP. Área de concentração: Engenharia de Construção Civil e Urbana. 1999.

14 - PINTO, T. P. P. Utilização de Resíduos de Construção: estudo do uso em argamassas. São Paulo, 1986. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de

Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1986.

15 - ROCHA, Eider Gomes de Azevedo. Os resíduos sólidos de construção e demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização: um estudo de caso no Distrito Federal. 2006. 174 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, 2006.

16 - RUTZEN, Douglas. Agregados reciclados para uso em pavimentação: efeitos da adição de cal em resíduo de construção e demolição. 2015.

17 - SCHNEIDER, Dan Moche. Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo. São Paulo, v. 131, 2003.

18 - SANTOS, Eder Carlos Guedes dos. Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado. 2007. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

19 - Trichês, G.; Kryckyj, P.R. Aproveitamento de entulho da construção civil na pavimentação urbana. Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental, 4, São José do Campos, 1999. Anais.