

# RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL: GERAÇÃO, GESTÃO E USO PARA FINS DE PAVIMENTAÇÃO

*Juliana Maria de Souza<sup>1</sup>, Juliana Azoia Lukiantchuki<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana - PEU, Universidade Estadual de Maringá - UEM. Bolsista da CAPES. E-mail: jumaria.souza13@gmail.com

<sup>2</sup>Orientadora, PhD, Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Maringá - UEM. E-mail: jalukiantchuki@uem.br

## RESUMO

A expansão dos centros urbanos vem ocasionando um aumento nas quantidades de estruturas e infraestruturas urbanas. Juntamente ao crescimento da quantidade de construções, ocorre um aumento do volume de resíduos sólidos urbanos, principalmente os referentes à construção civil (RCC). Assim sendo, surge a necessidade de novas técnicas de tratamentos desses materiais descartados, a fim de minimizar seu impacto ambiental negativo. Partindo deste posicionamento, diferentes pesquisas em todo o mundo vêm buscando alternativas para uma melhor gestão de RCC. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a geração de RCC no Brasil e outros países e como a gestão desses resíduos pode ser regulamentada através de legislações. Propõe-se também a realização de um levantamento bibliográfico a fim de exemplificar onde o conhecimento adquirido resultou em casos de aplicações práticas do RCC para fins de pavimentação. Concluiu-se que a redução dos impactos gerados pelo RCC com o desenvolvimento de novos produtos comerciais se mostrou viável, como por exemplo, estradas executadas com essa matéria-prima.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agregados reciclados; Sustentabilidade; Gerenciamento de resíduos; RCC.

## 1 INTRODUÇÃO

O século XX foi caracterizado por uma grande expansão demográfica das cidades e pelo desenvolvimento das técnicas e crescimento da área de construção civil. A expansão do ambiente urbano é uma consequência direta do desenvolvimento tecnológico, da industrialização e do crescimento populacional. Desta forma, a construção civil e as obras de infraestruturas apresentam um importante papel na manutenção da qualidade de vida. Porém, como consequência, há a geração de resíduos, que geram impacto negativo ao meio ambiente (MARICATO, 2000).

De fato, a consciência sobre o impacto negativo destas obras não é recente e inicia-se a partir do término da Segunda Guerra Mundial quando da reconstrução das cidades (AMADEI et al, 2011). Atualmente, tal preocupação ganhou maior consistência com o pensamento de um desenvolvimento sustentável e aumento da importância da preservação dos recursos naturais. Partindo dessa visão, difunde-se a busca pela redução de resíduos de construção civil (RCC) e a possibilidade de reutilização deste material, como por exemplo, em estradas.

A inserção do entulho como agregado em pavimentos é uma prática amplamente estudada e implantada em várias regiões. Há reportados vários resultados positivos a este respeito, como a estrada de Sanhuan, na China (LI et al., 2017). No Egito, Arisha et al. (2018) observaram que matrizes compostas por RCC podem substituir de forma eficiente os agregados naturais usados nas camadas de base e sub-base do pavimento. O resíduo de construção e demolição foi aplicado na sub-base de uma rodovia e seu desempenho avaliado por Herrador et al. (2012) sob condições de tráfego reais. Os resultados indicaram que a performance do RCC é melhor que a do agregado natural.

Portanto, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão sobre a geração dos resíduos de construção no Brasil e no mundo, e como a inclusão desse entulho nas camadas estruturais de pavimentos é uma alternativa viável de gestão do RCC. São apresentadas as soluções adotadas por alguns países para gerir esse resíduo e os

exemplos de implementações que são descritos corroboram sobre a viabilidade do uso do RCC como matéria-prima na estrutura de pavimentos.

## 2 METODOLOGIA

Nessa pesquisa foi adotado o processo de revisão sistemática sobre a produção e gestão de RCC no Brasil e no mundo. Os dados apresentados são provenientes de bases de dados (SciELO e Web of Science), eventos especializados na área de pavimentação e sustentabilidade, bancos de dissertações e teses e relatórios sobre pavimentos e sustentabilidade. Para o desenvolvimento da pesquisa, pesquisou-se sobre geração de resíduos de construção civil no Brasil e no mundo. A partir disso, procurou-se documentos que descrevessem como era feita a gestão do RCC nos países descritos e que exemplificassem sua aplicação em pavimentos.

Inicialmente foi realizada uma análise da geração de RCC e seu reaproveitamento em diversos países, a fim de quantificar a produção desse resíduo no Brasil e no mundo. Em seguida, buscou-se saber como eram desenvolvidos os estudos para destinação alternativa dos resíduos e a existência de legislações que direcionavam seu uso. Por fim, foram reportados casos de aplicações práticas do RCC especialmente em obras de pavimentação.

## 3 GERAÇÃO E GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

De acordo com John (2001), a geração de resíduos antecede o início de qualquer obra ou serviço, pois pode-se observar que a produção de insumos para a construção civil além de consumir recursos naturais, também participa da geração de resíduos.

Deve-se esclarecer que o volume de RCC gerado difere durante a vida útil de uma edificação. Na fase de construção, tem-se principalmente as perdas devido ao processo construtivo. Já na fase de manutenção e reformas, os resíduos são derivados da modernização ou correção de defeitos e patologias. Por último, a fase de demolição comporta os fragmentos restantes da antiga construção (JOHN et al, 2000).

Os estudos de Lima (2012) identificaram que dentro do percentual total de RCC gerado, a fase de reformas é a maior produtora. Algumas alternativas podem vir a reduzir tais quantidades, como: melhoria da qualidade da construção (e conseqüente diminuição de patologias e necessidades de reformas posteriores); criação de projetos flexíveis, que permitam modificações através de desmontagem e reutilização dos recursos empregados, e; aumento da vida útil física dos edifícios e suas estruturas (JOHN, 2000).

A produção de grandes volumes de materiais de construção e as atividades de canteiro de obras de construção, manutenção e demolição são responsáveis por cerca de 20 a 30% dos resíduos gerados pelos países. Em particular, nas médias e grandes cidades brasileiras, a taxa de variação de volumes gerados de resíduos é de 400 a 700 kg/hab.ano, dependendo de aspectos tais como tamanho, desenvolvimento econômico e do momento econômico (ReCESA, 2008).

Segundo a síntese realizada por Brasileiro e Matos (2015), que avalia a geração de RCC em diversos países, na Malásia os resíduos de construção juntamente com os industriais correspondem a aproximadamente 28% do total de resíduos sólidos urbanos (RSU). Na Austrália e Hong Kong a cifra atinge quase 40% do RSU. Já no Reino Unido e Kwait, esse mesmo tipo de resíduo chega a valores de 60% e 58%, respectivamente. Estima-se que nos Estados Unidos a quantidade de RCC corresponda de 10% a 30% do resíduo sólido urbano.

Para se entender a grandeza representativa desses valores, o Reino Unido produz aproximadamente 109 milhões de toneladas anuais, enquanto na China a produção de resíduos de concreto chega a 200 milhões de toneladas. Em Taiwan e Hong Kong a

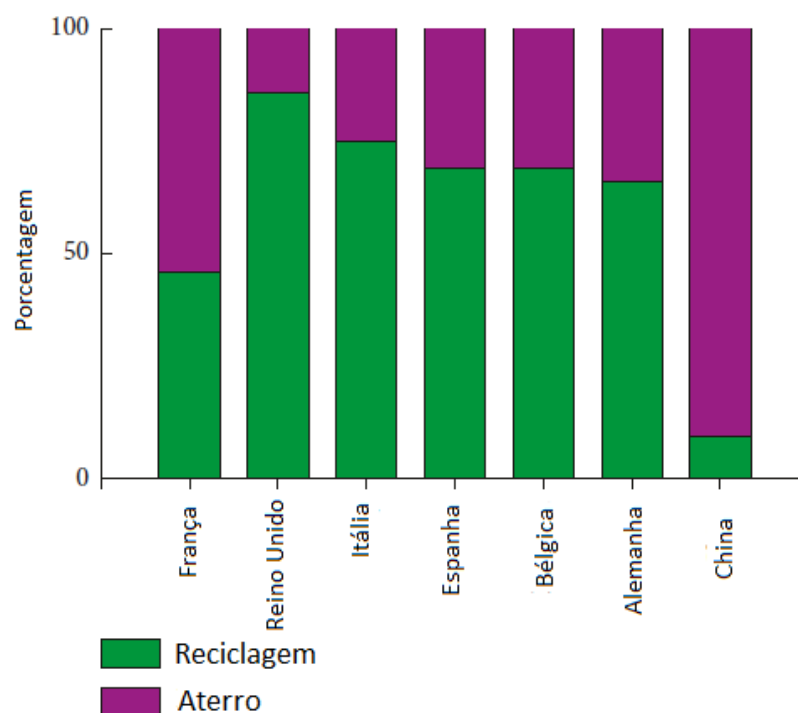
produção de RCC fica em torno de 14 e 15 milhões de toneladas, respectivamente (BRASILEIRO, MATOS, 2015).

O descarte de todo esse resíduo deve ser feito em aterros próprios para esses materiais. Entretanto, é muito comum que se encontre o RCC descartado de maneira irregular em terrenos vazios, ou até mesmo que seja colocado em aterros sanitários junto com outros resíduos sólidos. Com o objetivo de evitar o descarte clandestino dos resíduos de construção e demolição e para prolongar a vida útil dos aterros sanitários, em algumas regiões o RCC é encaminhado para usinas de reciclagem. Nesses locais o resíduo é separado e aqueles que têm potencial para uso como agregado reciclado (restos de concreto, argamassas, cerâmicas e rochas) passam por processo de britagem.



**Figura 1:** Britador de RCC em usina de reciclagem de Arapongas - PR  
**Fonte:** autora (2018)

Na Figura 2, de Li et al. (2017), é mostrada a taxa de reciclagem do RCC de alguns países da Europa em comparação à China. Nota-se que a diferença é significativa, mesmo em relação à França, que é o país com menor taxa de reciclagem.



**Figura 2:** Tratamento do RCC na China e países da Europa  
**Fonte:** Adaptado de Lin et al. (2017)

Em seus estudos, Leite (2007) verifica que o RCC é um material vantajoso para a engenharia, pois apresenta boa resistência e baixa expansão. Tais características apontam seu alto potencial para reemprego, em especial em obras de pavimentação. Portanto, a aplicação do uso de resíduo reciclado em camadas de pavimentos é uma alternativa a ser pesquisada, que se demonstra viável e sustentável para a colaboração na gestão do RCC.

Torna-se evidente, ao analisar a grande quantidade gerada de RCC, a necessidade do estabelecimento de diretrizes para a gestão desses resíduos. De acordo com as prioridades de cada região ou país, como aproveitamento de território ou contenção da poluição, são desenvolvidos diferentes métodos e tecnologias para uma destinação mais adequada de tais resíduos.

No âmbito de gestão dos resíduos de construção e demolição são adotadas diferentes alternativas. Cada país segue, de acordo com seus regimentos, maneiras diferentes de administrar a disposição ou reutilização desses restos, por meio de legislações, leis, diretivas, planos, entre outros.

O Japão adotou em 2002 uma importante política que regulamenta os RCC que não recorre à taxa de aterros. As empresas de demolição são obrigadas a separar as diferentes composições dos resíduos e a entregar esses materiais nas unidades de reciclagem (MURAKAMI et al., 2002).

Na Europa a base da gestão de resíduos foi estabelecida a partir de diversas diretivas, que ao longo dos anos foram sendo revisadas. A Diretiva nº 2008/18/CE é a que rege atualmente a gestão do RCC, que apresenta objetivos claros quanto à reutilização e reciclagem e estabelece princípios para o tratamento de resíduos. Aliados à essa diretiva estão o Catálogo Europeu de Resíduos (CER) e a Lista de Resíduos Perigosos (PEREIRA, VIEIRA, 2013).

No Brasil, entrou em vigor em 5 de julho de 2002, a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Esse documento estabelece as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Tal documento foi alterado pelas Resoluções nº 348/04, 431/11, 448/12 e 469/15, que incluíram amianto na classe de resíduos perigosos e classificaram o gesso como resíduo de Classe B. Aliado à Resolução nº 307/02 do CONAMA, foi aprovada em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) por meio da Lei nº 12.305, que define a forma de disposição dos resíduos sólidos, incentivando a reciclagem e a sustentabilidade.

Como método alternativo de gestão desses resíduos de construção e demolição, existem as pesquisas que avaliam seu potencial como matéria-prima sustentável. O RCC reinserido na cadeia produtiva diminui o consumo e exploração de materiais naturais, colabora com a retirada do entulho do meio ambiente, além de incentivar o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias com foco sustentável.

#### **4 PAVIMENTAÇÃO COMO USO ALTERNATIVO DO RCC**

O resíduo de construção civil apresenta diversos potenciais de uso na construção. Gómez (2016) lista algumas de suas possíveis aplicações: agregados de concreto de baixa resistência; material para drenos ou estruturas de contenção; pavimentação de rodovias; fabricação de blocos pré-moldados para pavimentação; fabricação de blocos de cimento e; execução de calçadas

Quando usado em pavimentação, diversas variáveis internas e externas influenciam no processo produtivo. A composição do RCC, a intensidade das cargas mecânicas impostas pelo tráfego rodoviário, a temperatura do ambiente, a umidade e a capacidade de reação a certos reagentes são alguns parâmetros que condicionam a aplicação do material. Entretanto, tem-se na abundância e no baixo custo do transporte desse material os pontos que viabilizam seu uso para esse fim (GÓMEZ, 2016).

De acordo com Petkovic (2004), todas as estruturas que compõem uma obra rodoviária são passíveis de serem construídas com materiais recicláveis. Dentre estes, incluem-se a construção das camadas de reforço de subleito, sub-base, base e revestimento; a construção de infraestruturas de drenagens sub superficiais para controle de nível freático e; construção de barreiras antirruídos.

O uso do RCC como material na construção colabora na promoção da diminuição do volume de resíduo descartado. Sua reciclagem, além de colaborar com a atenuação do impacto negativo ao ambiente, possui certas vantagens como insumo em pavimento. Pode-se citar como alguns de seus benefícios (GÓMEZ, 2011; CARNEIRO et al, 2001; ÂNGULO et al, 2002 apud AMADEI 2011):

- Diminuição dos custos de pavimentação, visto que os materiais reciclados têm um custo menor que os convencionais, principalmente no quesito transporte;
- Expansão pequena ou nula, sendo que a entrada de água não altera o volume nas camadas compactadas;
- Ganho de resistência devido à autocimentação, em função da presença de atividade pozolânica;
- Melhora o saneamento dos municípios e gera economia na limpeza urbana;
- Menor uso de recursos minerais naturais, diminuindo, portanto, a exploração das jazidas;
- Diminuição de custos de operação dos aterros;
- Prolongamento da vida útil dos aterros existentes, diminuindo as áreas de manutenção desses locais;
- Redução do consumo de energia e geração de CO<sub>2</sub> na produção e transporte dos materiais;
- Menor utilização de tecnologias com a reciclagem do RCC, reduzindo, desta forma, os custos do processo;
- Utilização de todos os componentes minerais do entulho;
- Economia de energia no processo de moagem do entulho;
- Possibilidade de utilização de uma maior parcela do resíduo gerado.

Visto as vantagens de seu emprego, deve-se esclarecer que antes de suas aplicações em processos construtivos, há a necessidade de se avaliar as propriedades do material escolhido. Segundo Gómez (2016), alguns dos principais parâmetros que merecem caracterização são: distribuição granulométrica, composição, rigidez, resistência ao cisalhamento, deformação permanente e triaxial dinâmico.

O cisalhamento direto foi desenvolvido com o objetivo de determinar a resistência ao corte de um corpo de prova. Este corpo de prova deve apresentar forma prismática e seção quadrada, sendo o resultado da retirada de uma amostra indeformada de um corpo de prova cilíndrico compactado na umidade ótima. Com os dados obtidos, determinamos a envoltória de ruptura do material.

O ensaio triaxial dinâmico avalia nas misturas as solicitações que representam as deformações permanentes, ou seja, a compressão e o cisalhamento. A versão dinâmica deste tipo de experimento se assemelha muito aos resultados dos simuladores de tráfego, por isso representa melhor o que realmente acontece em campo. O processo consiste na aplicação de pulsos de carga a uma determinada frequência, com um tempo de aplicação definido. O objetivo deste ensaio é reproduzir em laboratório o que acontece na estrutura do pavimento quando este é submetido às cargas do tráfego. O ensaio de carga repetida consiste na aplicação da força no mesmo sentido de compressão, de maneira cíclica, indo de zero a um valor máximo, descarregando depois até sua anulação para posteriormente realizar novamente a aplicação da carga. O tempo de pulso e a frequência de carga aplicada são simuladores da velocidade e fluxo de tráfego, respectivamente.

Partindo desses estudos e das vantagens em utilizar matrizes compostas por entulho na estrutura do pavimento, existem casos de aplicações práticas desse método. Em uma estrutura real o RCC foi tanto inserido de forma definitiva quanto para estudos aprofundados do seu comportamento. Essa alternativa se mostra viável em várias regiões do planeta, visto que o sistema viário demonstra grande aceitabilidade na inserção de resíduos em suas matrizes estruturais.

## 5 CASOS PRÁTICOS DE UTILIZAÇÃO DO RCC

Não só o Brasil, mas ao redor do mundo todo, o RCC é um problema que precisa ser resolvido. A pavimentação tem se mostrado uma alternativa altamente viável na inserção desse resíduo e retirada do mesmo do ambiente.

Como forma de ampliação dos parâmetros de estudos ou até mesmo como estruturas definitivas, o RCC já foi utilizado como agregado miúdo ou graúdo na construção de vias. É mais usado como insumo em bases e sub-bases de pavimentos asfálticos, porém já foi confirmada sua viabilidade no uso de todas as estruturas de um pavimento.

Na cidade de Xi'an, na China, depois de elaborado o projeto da rodovia de Sanhuan, foi realizado um estudo para a implantação do resíduo de demolição. Os resultados mostraram que o RCC analisado possuía alta resistência e estabilidade adequada. A solução encontrada foi adotada na execução da via pois satisfazia os pré-requisitos de projeto (LI et al., 2017).

O agregado reciclado foi empregado na execução de pavimento rígido como base e sub-base em Nova Jersey nos Estados Unidos. Nessa implantação, as amostras de agregados reciclados de concreto e as misturas de agregados reciclados de concreto com brita graduada simples (BGS) apresentaram módulo de resiliência superior ao da BGS (SILVA et al., 2015).

Na *University of Central Florida* foi executada uma pista de testes contendo nove seções-tipo utilizando agregado reciclado de concreto. A Pista Circular de testes acelerados foi construída em 2000, sendo quatro seções de pavimento flexível e cinco de pavimento rígido (LEITE, 2007).

De acordo com o acervo de Silva et al (2015), na Espanha o agregado graúdo foi substituído pelo agregado reciclado de RCC na construção de pavimentos flexíveis no concreto asfáltico. Os resultados observados nessa obra foram principais no âmbito da economia apresentada e na redução dos impactos socioambientais causados pelos resíduos.

No Reino Unido, a pavimentação composta de agregados reciclados se iniciou na década de 1990, por meio de pesquisas que visavam verificar a viabilidade de utilização dos resíduos para fins de pavimentação. A maior utilização é da brita calcária beneficiada, principalmente empregada em camadas de sub-base (LEITE, 2007).

Em 1984, na cidade de São Paulo foi pavimentada a primeira via do Estado tendo em sua composição agregados reciclados de resíduos de construção. A Prefeitura em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), projetou a rua Gervásio da Costa, no oeste da cidade, para atender a um volume baixo de tráfego (MOTTA, 2005).

Santos (2007) ainda afirma que desde 2005, na cidade de São Carlos, no Estado de São Paulo, funciona uma usina de triagem e reciclagem de RCC, cujo objetivo é acabar com os depósitos irregulares em córregos e áreas verdes, fornecendo os agregados reciclados que são utilizados na sub-base e pisos intertravados em obras de pavimentação. Com essa opção disponível na região, algumas ruas do Bairro Santa Angelina utilizaram RCC como agregado para a sub-base de pavimentos intertravados.

Ainda segundo Motta (2005), a capital de Minas Gerais, Belo Horizonte, utiliza os agregados reciclados como reforço de subleito, subleito, sub-base e base de pavimentos desde 1996, podendo ser citadas as avenidas Raja Gabaglia e Mário Werneck.

Em Manaus, foi feita a substituição do seixo rolado, que é usado como agregado graúdo, pelo agregado reciclado. Foram feitas três misturas, uma com seixo e duas com RCC na proporção de 50% e 60%, incluindo areia e cimento Portland em todos os conjuntos. Concluiu-se que as misturas com agregados reciclados dependem de uma porção maior de ligante asfáltico, entretanto sua utilização se apresenta viável (FROTA, MENTA, NUNES, 2003).

## 6 CONCLUSÕES

A partir do que foi exposto no presente trabalho é possível entender a necessidade que se apresentou a diversos países de conter os impactos ambientais causados por resíduos da construção civil, representando parcela significativa dos resíduos sólidos urbanos. A área reduzida de alguns países, como o Japão, os obriga a encontrar maneiras de diminuir seus aterros, aumentando a área aproveitável. Logo, materiais como resíduos de construção civil, que podem ser reinseridos na cadeia produtiva como matéria-prima, são reciclados.

A estrutura dos pavimentos, de diferentes regiões do planeta, se mostra uma alternativa muito receptiva à absorção do RCC excessivo que atua como agente poluidor. Pesquisas mostraram o potencial de aproveitamento do entulho em obras de pavimentação como agregado reciclado, apresentando resistência satisfatória para esse fim e trazendo benefícios não apenas ambientais, como econômicos.

Com base nessa iniciativa, o Brasil e diversos países executaram vias utilizando o RCC como agregado reciclado, algumas delas como objetos de pesquisas. Conclui-se que a viabilidade do uso de resíduos como agregados de camadas do pavimento se mostra satisfatória, e o interesse se mostra ao redor do globo, tendo em vista todos os benefícios que essa técnica traz para o gerenciamento de resíduos das regiões.

Por fim, essa receptividade do sistema viário em absorver resíduos pode ser uma alternativa para o estudo da inserção de outros materiais descartados.

## REFERÊNCIAS

AMADEI, D.I.B. PEREIRA, J.A. SOUZA, R.A. MENEGUETTI, K.S. **A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte**. Revista NUPEM. Volume 3, número 5. Campo Mourão, 2011.

ÂNGULO, S. JOHN, V. KAHN, H. **Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de RCD**. Em: Seminário desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil, 5., 2002, São Paulo. Anais. São Paulo: Ibracon, 2002 apud AMADEI, D.I.B. PEREIRA, J.A. SOUZA, R.A. MENEGUETTI, K.S. A questão dos resíduos de construção civil: um breve estado da arte. Revista NUPEM. Volume 3, número 5. Campo Mourão, 2011.

ARISHA, A. M. GABR, A. R. EL-BADAWY, S. M. SHWALLY, S. A. **Performance evaluation of construction and demolition waste materials for pavement construction in Egypt**. *Journal of Materials in Civil Engineering*. 2018. 30(2): 04017270.

BRASILEIRO, L. L. MATOS, J. M. E. **Revisão Bibliográfica: Reutilização de Resíduos da Construção e Demolição na Indústria da Construção Civil**. *Cerâmica* 61. 2015. P. 178-189.

CARNEIRO, A.P. QUADROS, B.E.C. OLIVEIRA, A.M.V. SCHADACH DE BRUM, I.A. SAMPAIO, T.S. ALBERTE, E.P.V. COSTA, D.B. **Características do entulho e do agregado reciclado**. Em: Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção. Projeto Entulho Bom. 2001.

FROTA, C. A. MENTA, C. O. NUNES, R. F. G. (2003). **Utilização de entulho reciclado em misturas asfálticas para a região de Manaus – AM**. In: Reunião de Pavimentação Urbana, 12, Aracaju. Anais: CD-ROM.

GÓMEZ, A.M. J. **Comportamento Mecânico de um Agregado Reciclado a Partir de Resíduos de Construção e Demolição Submetido a Carregamentos Cíclicos**. Tese de Doutorado, Publicação GTD-117/16, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 185 p. 2016.

GÓMEZ, A.M. J. **Estudo experimental de um resíduo de construção e demolição (RCD) para utilização em pavimentação**. Dissertação de mestrado. Publicação G.DM - 196/11. Departamento de Engenharia Civil. Universidade de Brasília. 123 p. Brasília, DF, 2011.

HERRADOR, R. PÉREZ, P. GARACH, L. ORDÓÑEZ, J. **Use of recycled construction and demolition waste aggregate for road course surfacing**. Journal of Transportation Engineering ASCE 138(2): 182–190. 2012.

JOHN, V. AGOPYAN, V. **Reciclagem de Resíduos da Construção**. In: Seminário de Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares. Anais. São Paulo: USP, 2000.

JOHN, V. M. **Aproveitamento de Resíduos Sólidos como Materiais de Construção**. In: Reciclagem de Entulho para Produção de Materiais de Construção: Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA (Editora da Universidade Federal da Bahia), 2001. p. 26-45.

LEITE, F. C. **Comportamento mecânico de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. SP, 2007.

LI, Y. ZHOU, H. SU, L. HOU, H. DANG, L. **Investigation into the application of construction and demolition waste in urban roads**. Advances in Materials Design and Engineering. Volume 2017.

LIMA, R.S. LIMA, R.R.R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Série de publicações temáticas do CREA - PR. Paraná, 2012.

MARICATO, E. (2000). **Urbanismo na periferia do mundo globalizado: metrópoles brasileiras**. São Paulo em Perspectiva, 14(4), 21-33.

MOTTA, R. S. **Estudo Laboratorial de Agregado Reciclado de Resíduo Sólido da Construção Civil para Aplicação em Pavimento de Baixo Volume de Tráfego**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Departamento de Engenharia de Transportes, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.



MURAKAMI, S., IZUMI, H., YASHIRO, T., SHOICHI, A., HASEAGAWA, T. **Sustainable Building and Policy Design**. Institute of International Harmonization for Building and Housing. Tokyo. 2002.

PEREIRA, P. M. VIEIRA, C. S. **Resíduos de construção e demolição. Um estado da arte visando a sua valorização em trabalhos geotécnicos**. Relatório de Investigação no âmbito do projeto “Aplicação sustentável de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) em estruturas reforçadas com geossintéticos – RCD-VALOR” (PTDC/ECM-GEO/0622/2012). FEUP. 2013.

ReCESA. **Resíduos Sólidos: Gerenciamento e Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição RCD; guia do profissional em treinamento; níveis 1 e 2** / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org). - Salvador: ReCESA; 2008.76P.

SANTOS, A. N. **Diagnóstico da Situação dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Petrolina (PE)**. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica de Pernambuco. Recife, 2008.

SILVA, W. MELO, E. S. J. COELHO, G. T. F. PEREIRA, D. R. **Utilização do Agregado do Resíduo da Construção e Demolição (RCD) em Pavimentação**. CONTECC 2015. Fortaleza, Ceará. 2015.

PETKOVIC, G. ENGELSEN, J.C. HAOYA, A.O. BREEDVELD, G. **Environmental impact from the use of recycled materials in road construction: method for decision-making in Norway**. Resources. Conservation and Recycling, 42: pp 249-264. 2004.