

ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA PAVIMENTAÇÃO ATRAVÉS DA REUTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Christian Rafael Ziegler¹
Paulo Roberto Barreto Torres²
Alexandre de Souza Júnior³
Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça⁴

RESUMO

A resolução 307 do CONAMA e a política nacional de resíduos sólidos (PNRS) trouxeram um enorme avanço na gestão ambiental do Brasil. Porém ainda existem muitas barreiras que devem ser quebradas para a implementação e fiscalização ideais destas leis. Como alternativa para integrar a gestão dos resíduos sólidos com a construção civil, surgiu a ideia da reciclagem e reutilização dos resíduos de construção e demolição na construção civil para a pavimentação de estradas de rodagem. Esta reutilização ocorre utilizando o material reciclado como camadas de base, sub-base e subleito ou até mesmo como substituição de agregados minerais da mistura asfáltica. Diversas experiências no Brasil e no mundo têm verificado e confirmado a qualidade do resíduo da construção civil para a pavimentação, demonstrando este segmento como um ótimo descarte.

Palavras-chave: Gestão de Resíduos Sólidos, Resíduos de Construção e Demolição, Reciclagem, Reuso.

INTRODUÇÃO

A necessidade de um tratamento e despejo adequado dos resíduos sólidos urbanos não é nenhuma novidade no cotidiano do Brasil e no mundo. Nos últimos anos notou-se que houve uma diminuição do seu descarte inapropriado, porém os indicadores de emissão poluidora ainda estão longe de valores aceitáveis (Barros et. al, 2017).

No âmbito do tema, evidencia-se os resíduos de construção e demolição (RCD), que se tratam de uma enorme parcela dos rejeitos urbanos. De acordo com Kist et. al, (2017), o RCD é caracterizado por entulhos de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, que são considerados

¹ Mestrando do Curso de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, crziegler1@hotmail.com;

² Mestrando do Curso de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, paulobarretot@gmail.com;

³ Mestrando do Curso de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, alexandrejr5@gmail.com;

⁴ Professora orientadora: Doutora, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, ana.duartemendonca@gmail.com.

inertes e pertencentes à classe de resíduos sólidos urbanos. Após um grande crescimento econômico na década passada, principalmente na indústria da construção civil, surgiu a necessidade da criação de leis e resoluções para mitigar os efeitos negativos de seus despejos inadequados.

Portanto, podem-se destacar a resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente que define responsabilidades e deveres ao gerador, transportador e município, e a Lei N°12.305, de 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) que dispõe sobre os seus princípios, objetivos e instrumentos (Pereira et. al, 2017).

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar os aspectos ambientais relacionados ao descarte inadequado dos RCD e busca relacionar a sua reutilização na pavimentação. Além de também identificar a importância da implantação de sistemas de gestão dos resíduos sólidos no meio urbano.

METODOLOGIA

A presente pesquisa será conduzida através de um minucioso levantamento bibliográfica de vários artigos, resoluções e leis acerca da temática da reutilização de resíduos da construção e demolição na pavimentação para assim conscientizar, desenvolver e posteriormente implementar um sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos de acordo com a política nacional de resíduos sólidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Instrumentos da gestão ambiental:

A partir da criação da resolução do CONAMA (2002) os geradores de resíduos passaram a ser responsáveis pela seus próprios resíduos gerados. Esta resolução foi alterada diversas vezes com o objetivo de estabelecer melhores diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos gerados pela construção civil com o objetivo de diminuir os impactos ambientais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) define que estão sujeitos a elaboração de um plano de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) aqueles que geram resíduos domiciliares, de limpeza urbana, resíduos industriais, também resíduos de mineração,

construção civil e responsáveis por atividades agrossilvopastoris. Além também dos geradores de serviços de saúde e de geradores de resíduos dos serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais.

Sistemas de classificação dos resíduos urbanos:

De acordo com a resolução do CONAMA (2002) os resíduos urbanos podem ser classificados de acordo com as suas características físicas, composição química e quanto a sua origem, como pode ser visto a seguir:

Quanto às características físicas:

Seco: Papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e toalhas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças.

Molhado: Restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, etc.

Quanto à composição química:

Orgânico: É composto por pó de café e chá, cabelos, restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos, aparas e podas de jardim.

Inorgânico: composto por produtos manufaturados como plásticos, vidros, borrachas, tecidos, metais, isopor, lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças, etc.

Quanto à origem:

Domiciliar: originado da vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (tais como cascas de frutas, verduras, etc), produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens.

Comercial: originado dos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes, etc.

Serviços públicos: originados dos serviços de limpeza urbana, incluindo todos os serviços de varrição das vias públicas, limpeza de praias, galerias, córregos, restos de podas de plantas, limpeza de feiras livres, embalagens, etc.

Hospitalar: descartados por hospitais, farmácias e clínicas veterinárias. Em função de suas características, merece especial em seu acondicionamento, manipulação e disposição final. Deve ser incinerado e os seus resíduos levados para aterro sanitário.

Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: resíduos sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. Basicamente originam-se de material de higiene pessoal e de restos de alimentos, que podem hospedar doenças provenientes de outras cidades, estados e países.

Industrial: originado nas atividades dos diversos ramos da indústria, tais como: o metalúrgico, o químico, o petroquímico, o de papelaria, o da indústria alimentícia, etc. O lixo industrial pode ser bastante variado, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas. Nesta categoria, inclui-se grande quantidade de lixo tóxico. Este tipo de lixo necessita de tratamento especial pelo seu potencial de envenenamento.

Radioativo: resíduos provenientes da atividade nuclear (resíduos de atividades com urânio, céσιο, tório, radônio, cobalto), que devem ser manuseados apenas com equipamentos e técnicas adequadas.

Agrícola: resíduos sólidos das atividades agrícolas e pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheitas, etc. O lixo proveniente de pesticidas é considerado tóxico e necessita de tratamento especial.

Entulho e resíduos da construção civil: demolições e restos de obras, solos de escavações. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento.

No âmbito da construção civil, como falado anteriormente, destaca-se a classificação em classes dos resíduos da construção gerados, que deverão ter tratamentos diferenciados durante a sua gestão. As classes são:

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;

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.

Resíduos da construção e demolição:

Beja (2014) afirma que a quantidade de resíduos produzidos pela construção civil é de cerca de 68,5 toneladas por ano. O que gera uma maior preocupação devido aos custos e impactos da deposição destes resíduos. Portanto notou-se uma necessidade cada vez maior do reuso para um maior equilíbrio econômico e sustentável.

Segundo Paschoalin Filho (2012), os principais impactos ambientais gerados pelos RCDs, ocorrem pela sua deposição irregular, comprometendo a qualidade do ambiente urbano, da paisagem, do tráfego de pedestres e veículos e da drenagem pluvial. Portanto a sua reciclagem e reutilização são de suma importância para a mitigação da poluição.

Segundo o Conama (2002), RCDs são os provenientes de construções, reformas, reparo de 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 entulho de obras, caliça ou metralha.

Motta et. al, (2004) afirma que após passar por um processo de reciclagem, o RCD pode ter várias aplicações, tais como na confecção de elementos pré-moldados, como também na execução de camadas na pavimentação. Segundo Grubba (2009), o reuso através da reciclagem dos resíduos de construção e demolição, além de amenizar os impactos ambientais pela sua deposição inadequada, permite a reutilização de materiais de forma racional, utilizando um produto que antes era considerado como descartável, em uma matéria prima de qualidade.

Além disso, à de se considerar também o fato de o RCD ser um material muito mais barato do que os agregados virgens. O que agrega um maior valor a sua reutilização. Na mesma linha de pensamento, existe a problemática de que regiões distantes nem sempre possuem fontes do material desejado ou os materiais existentes são de baixa qualidade. O que torna a reutilização de outros materiais imprescindível.

Pavimentação com agregado reciclado:

A mais de 40 anos, vias são pavimentadas com a utilização de agregados reciclados em todo o mundo. A primeira experiência de pavimentação com agregados reciclados no Brasil, ocorreu em 1984 em São Paulo, em uma rua na zona oeste com um baixo volume de tráfego (Leite, 1999).

Baseado nisso, Hortegal et. al, (2009) realizou ensaios com misturas solo-RCD para utilizar as mesmas como camadas de reforço de sub-leito, sub-base e até como base. Para tanto, o autor encontrou a densidade úmida máxima das misturas e realizou ensaios de compactação através do índice de Suporte Califórnia. Os resultados encontrados demonstraram que a mistura solo-RCD pode ser utilizada nos três tipos de camadas, viabilizando este descarte adequado do resíduo de acordo com a resolução do CONAMA (2003).

Outros autores como Simas et. al, (2014) demonstraram também através de resultados promissores, a possibilidade de reuso do RCD como substituinte de agregados miúdos, tais como a areia ou o pó de pedra. Nesta pesquisa foram ensaiados corpos de prova onde se substituiu a areia pelo RCD reciclado e foram realizados ensaios de resistência a tração diametral e ensaios do módulo de resiliência. Onde foram apresentadas inclusive melhoras em certos aspectos mecânicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando-se em consideração a importância da implementação de planos de gestão dos resíduos sólidos urbanos, percebe-se que a reutilização do RCD é uma ótima solução para a diminuição da poluição na construção civil. Percebe-se também que apesar de existirem leis e resoluções bem estabelecidas acerca do tema, as mesmas não são bem

implementadas, principalmente devido à falta de fiscalização e desacato quanto à importância da gestão ambiental.

Portanto é necessário que se crie uma maior conscientização tanto pela população como também das autoridades quanto aos impactos negativos que a disposição irregular de resíduos sólidos e principalmente do RCD propiciam.

Além disso, a utilização de agregados reciclados na pavimentação, tanto nas camadas de suporte como também no próprio pavimento demonstram-se amplamente viáveis e devem ser incentivados devido ao preço inferior em relação a materiais convencionais como também pelo fator ambiental.

REFERÊNCIAS

BARROS, M. V.; SOUZA, J. V. (2017) Plano de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil: um panorama de análise a partir da resolução 307 do CONAMA. *Revista Gestão Industrial* Vol 13, n. 1, pp. 139-153.

BEJA, I, A.; *Agregado reciclado de construção e demolição com adição de aglomerantes hidráulicos como sub-base de pavimentos*. Dissertação de mestrado. Escola politécnica da Universidade de São Paulo. São Carlos, SP, 2014.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305. Diário da República, 1ª série - nº 116 Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei nº 12.305, n. Pdr 2020, p. 3901–3902, 2010.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº. 307, de 05 de julho de 2002. Brasília. Diário Oficial da União, de 30 de Agosto de 2002, seção I, pp. 17.241.

GRUBBA, D. C. R. P.; (2009) *Estudo do comportamento mecânico de um agregado reciclado de concreto para utilização na construção rodoviária*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.

HORTEGAL, M. V.; FERREIRA, T. C.; SANT'ANA, W. C. Utilização de agregados residuais sólidos da construção civil para pavimentação em São Luis – MA. *Pesquisa em Foco* Vol. 17, n. 2, pp. 60-74, 2009.

KIST, K. J.; BARTH, A. A.; LIMANA, L.; REICHERT, L. S. (2017) O uso de resíduos de construção e demolição (RCD) como substituição da matéria prima natural em base, sub-base e subleito de pavimentações. *XXVIII Congresso regional de iniciação científica e tecnológica em engenharia*.

LEITE, L. F. M. *Estudos de preparo e caracterização de asfaltos modificados por polímeros*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

MOTTA, R. DOS S.; BERNUCCI, L. L. B.; MOURA, E. DE. Aplicação De Agregado Reciclado De Resíduo Sólido Da Construção Civil Em Camadas De Pavimentos. **Xvii Anpet**, p. 259–269, 2004.

PASCHOALIN FILHO, J. A.; GRAUDENZ, G. S. Destinação Irregular de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e seus Impactos na Saúde Coletiva. *Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 6, n. 1, 2012.

PEREIRA, J. T.; CASTILHOS, A. B.; OLIVEIRA, S. M. L. Resíduos urbanos domiciliares: um paradoxo da sociedade moderna. Anais. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 17. ABES, 2017. p. 311-19.

DE SIMAS, L. P. et al. Uso de passivos ambientais para a pavimentação de vias urbanas em manaus, am. **Ciencia y Engenharia/ Science and Engineering Journal**, v. 22, n. 1, p. 13–20, 2013.