

RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Luis Henrique BERGONZINI¹; Pedro Ignácio Lima Gadelha JARDIM²; Flávio FAGUNDES³; Fabiano Medeiros da COSTA⁴

1. Fundação Universidade Federal de Rondônia – luishenriqueb.souza@gmail.com 2. Fundação Universidade Federal de Rondônia – pedro.jardim01@gmail.com 3. Fundação Universidade Federal de Rondônia – engenheira.flaviofagundes@gmail.com 4. Fundação Universidade Federal de Rondônia – fabiano.costa@unir.br

Recebido em: 10 dez. 2018 - **Aceito em:** 28 fev. 2019

RESUMO: A indústria da construção civil é grande geradora de resíduos sólidos, os materiais resultantes dos processos construtivos são destinados a aterros sanitários ou descartados sem qualquer preparação, o descarte inadequado destes materiais pode contaminar o solo e a água trazendo diversos prejuízos para a população e ao meio ambiente, o presente trabalho trata da reciclagem como um destino viável para o grande volume de diversos materiais descartados nestes processos, de maneira mais específica considerou-se o uso dos rejeitos como componentes para execução de obras pavimentação. Os dados para a elaboração do trabalho foram obtidos em artigos, monografias e outros materiais relacionados, o tema foi escolhido devido a sua relevância técnica e ecológica. Aliando tecnologia e responsabilidade ambiental os materiais da categoria “A” (Podem ser reciclados como agregados), são qualificados para serem transformados em componentes agregados para a execução de substratos e bases para pavimentos, os resíduos devem passar por uma triagem criteriosa que é essencial para a qualidade do agregado resultante. Além de contribuir para a diminuição dos impactos ambientais a reciclagem reduz os custos de produção na indústria de pavimentação tornando o mercado mais competitivo, o que pode tornar a destinação inadequada cada vez menos atrativas, como também gerar um novo mercado de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem. Resíduos da construção. Agregados. Pavimentação.

INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos advindos da indústria da construção civil através de realização de obras, reformas e demolições tem gerado inúmeros problemas ao meio urbano, principalmente a problemas relacionados ao saneamento. Devido a isso o custo relacionado a gerenciamento desses resíduos passa a ser elevado, pois muitas vezes não há locais corretos para a deposição dos materiais sendo direcionados para descargas clandestinas ao longo das margens de vias públicas, córregos, aterros sanitários, entre outros locais.

O método adotado para a utilização destes resíduos é a reciclagem, o que torna essa tecnologia um reaproveitamento de maior interesse social, ambiental e público. O presente trabalho almeja seguir essa solução levando como objetivos descrever a aplicação desse material durante a produção do agregado de pavimentação e proporcionar o maior aproveitamento possível destes materiais produzindo um agregado que promova uma pavimentação de qualidade e consequentemente mais ecológica.

O desenvolvimento sustentável consiste em um processo que visa uma maneira de se realizar mudanças na direção de investimentos, na orientação do desenvolvimento tecnológico, nas mudanças institucionais e principalmente na exploração de recursos. Além

disso, busca também manter uma harmonia e um entrelaçamento nas aspirações e necessidades humanas presentes e futuras (ÂNGULO, 2001).

Junto a isso, a preocupação com a produção de impactos ambientais advindos de diversos fatores tem sido crescente, aspirando a implantação métodos mais sustentáveis e viáveis para realização dessas atividades. “Aprimorar a sustentabilidade dos processos, em todos os setores produtivos, é uma estratégia vital para assegurar os recursos do planeta para o futuro, baseado na utilização de energias renováveis, tecnologias limpas e na proteção do meio ambiente” (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013, p. 28).

A reciclagem é uma técnica a qual visa reaproveitar os resíduos ou materiais que foram beneficiados como matéria-prima para a produção de um novo produto. Segundo Oliveira (2003) a reciclagem dos resíduos de construção na forma de agregados torna-se uma importante alternativa para a redução do impacto ambiental e para sua preservação, ou seja, essa técnica oferece um grande número de vantagens como a minimização da utilização de fontes naturais das matérias-primas entre outras.

Segundo Evangelista, (2010, p. 23) “a indústria da construção civil apresenta-se como um dos segmentos industriais mais críticos no que se refere aos impactos ambientais, sendo o principal gerador de resíduos sólidos da sociedade”. Estes impactos são causados não apenas pela remoção de áreas de vegetação para realização de uma obra, mas também, pelos resíduos liberados durante todo o processo. Os resíduos relacionam-se a diversos produtos, geralmente separado em grupos sendo Materiais Orgânicos, Materiais Cerâmicos, Solos e Materiais Metálicos alguns exemplos desses grupos.

Figura 1 - Rejeitos de construção (materiais cerâmicos e cimentícios).



Fonte: Pensamento Verde.

Consequentemente, via-se a necessidade de ações que diminuíssem o número de resíduos liberados na obra. Na construção civil é estimado o uso de 20 a 50% do total de

recursos naturais consumidos pela sociedade. Em relação à madeira, cerca de 50% da quantidade extraída no mundo é consumida como material de construção. (JOHN, 2000)

Desse modo, o processo de reaproveitamento desses materiais, que muitas vezes não há locais para serem depositados, iniciou-se com a utilização da técnica de reciclagem, sendo aplicada diretamente nesses resíduos com o objetivo de aproveitar esse material e transformá-lo novamente em algo de valor para o mercado e evitar que se tornem apenas entulhos.

A reciclagem de resíduos pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor ou reduzindo os custos. O processo de P&D de novos materiais reciclados precisa ser feito de forma cautelosa e criteriosa para garantir o sucesso destes produtos no mercado. (ÂNGULO, 2001, p.1)

Durante a fase de construção a geração de resíduo “é decorrência das perdas dos processos construtivos. Parte das perdas do processo permanece incorporada nas construções, na forma componentes cujas dimensões finais são superiores àquelas projetadas. ” (JHON; AGOPYAN, 2000, p.6). Já na fase de reformas associa-se a diversos fatores como: as demolições parciais, que está ligada à modernização ou reformas em partes do edifício; os descartes de materiais que ultrapassaram sua vida útil e tem por necessidade serem substituídos; e correção de defeitos (JHON; AGOPYAN, 2000). Enquanto isso, na demolição, todo o material torna-se resíduo.

De acordo com DA SILVA (2012) o os resíduos da construção civil ou Resíduos da Construção e Demolição (RCD), devem ser tratados com um alto nível de conhecimento técnico. Isso deve-se ao fato de que esses materiais são muitas vezes úteis como matéria-prima para agregados de ótima qualidade, gerando a possibilidade de serem utilizados em outras etapas do processo construtivo.

A disposição incontrolada e sem critérios técnicos de RCD gera impactos ambientais significativos, principalmente na formação de áreas irregulares de descarte em locais de preservação ambiental, afetando o equilíbrio ecológico, a drenagem superficial, com obstrução de córregos, erosão de solos etc. Nas cidades, a disposição em vias públicas e terrenos baldios interfere nas condições de tráfego de pedestres e veículos, ao mesmo tempo em que incentiva a descarte de outros materiais de origem industrial e doméstica, nem sempre inertes, com a consequente degradação de espaços urbanos. (BAPTISTA JUNIOR; ROMANEL, 2013, p.30)

A reciclagem dos RCDs possibilitou a produção de novos tipos de materiais, além de, aperfeiçoamento de alguns materiais os quais geralmente delimitam-se à produção de blocos de concreto, contra pisos, camadas drenantes, entre outros concretos de menor resistência. Atado a isso, destaca-se que a reciclagem desses resíduos é tradicionalmente mais

aplicada como agregados na produção de argamassas em canteiros com equipamento específico.

A coleta do RCD é um negócio estabelecido, com um grande número de empresas privadas, trabalhando tanto para as prefeituras quanto para a iniciativa privada. É possível apontar um dispêndio médio de R\$10/hab.ano com o transporte e deposição destes resíduos. Parcela significativa deste valor onera os cofres municipais. A redução da geração deste resíduo é complexa, e somente pode ser atingida no médio ou longo prazo. (JHON, 2000, p. 12)

Por outro lado, sabe-se que a reciclagem também é uma atividade como qualquer outra e necessita não só de energia para gerar um produto, mas também a utilização de outras matérias-primas. Além disso há a inclusão de fatores como custo, os resíduos gerados, o tipo de reciclagem, a viabilidade, entre outros.

Deve-se levar em consideração que durante o processo de reciclagem surgirá novos resíduos e “esses novos resíduos, nem sempre são tão ou mais simples que aqueles que foram reciclados. É possível que eles se tornem ainda mais agressivos ao homem e ao meio ambiente do que o resíduo que está sendo reciclado” (ÂNGULO; ZORDAN; JHON, 2001, p. 3), ou seja, há a possibilidade de que o processo de reciclagem possa gerar resíduos piores do que os que foram usados para a realização do processo.

Dependendo de sua periculosidade e complexidade, estes rejeitos podem causar novos problemas, como a impossibilidade de serem reciclados, a falta de tecnologia para o seu tratamento, a falta de locais para dispô-lo e todo o custo que isto ocasionaria. É preciso também considerar os resíduos gerados pelos materiais reciclados no final de sua vida útil e na possibilidade de serem novamente reciclados - fechando assim o ciclo. (ÂNGULO; ZORDAN; JHON, 2001, p. 3)

Observa-se que todo esse processo de reciclagem deve criar um ciclo para que funcione corretamente. Para isso, Baptista Junior e Romanel (2013) afirma que é necessário contemplar a segregação na origem, ou seja, aprimorar questões como facilidade no transporte, oferta de armazenamento seletivo, manutenção e implantação de centro de tratamento de resíduos da construção civil, escoamento de produtos reciclados e incentivos à sua utilização pelo mercado.

O processo de reciclagem do RCD tem início com a catação, em que os materiais indesejáveis, ou seja, de classificação “B”, “C” ou “D”, são removidos manualmente em geral. Também são instalados sistemas de separação magnética para remoção de outros materiais. Assim, obtém-se o agregado reciclado, que é constituído, fundamentalmente por concreto, argamassa, britas, cerâmicos, telhas cerâmicas, entre outros materiais cerâmicos e cimentícios. (ABDOU, 2007, p. 3)

A Resolução Conama no. 307, de 5 de julho de 2002 (BRASIL, 2002), classifica os resíduos de construção e demolição (RCDs), de acordo com as possibilidades de reciclagem,

em quatro classes: A - materiais reutilizáveis ou recicláveis como agregados; B - recicláveis para outros usos; C – materiais sem tecnologia de reciclagem economicamente viável; D - materiais com periculosidade. Segundo esta resolução, os resíduos de gesso, classificados como classe C, não podem ser misturados com outros materiais provenientes da construção civil, pois, devido à sua composição química, podem acarretar diversos tipos de problemas. (SANTOS, 2014)

Uma alternativa para se fazer o uso desses materiais advindos da reciclagem de RCDs é a utilização em pavimentações. No momento vê-se que é o modo mais viável de consumir os grandes volumes de resíduos gerados, pois exige menor utilização de tecnologia, favorecendo um menor custo do processo e permitindo a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles (SILVA, 2007)

MATERIAL E MÉTODO

Para desenvolvimento da pesquisa foram analisados documentos que constituem resultados de pesquisas, artigos e demais instrumentos técnicos pertinentes no âmbito geral da construção civil pertinentes ao tema em estudo.

Com base no parágrafo anterior, esta pesquisa é considerada como uma pesquisa descritiva, baseado em revisão bibliográfica envolvendo publicações periódicas e livros de referências. O tema foi escolhido dentre outros pela grande relevância técnica e ecológica, e por ter sido alvo de um grande volume de estudos e publicações.

Os documentos que fundamentaram o presente projeto foram obtidos, em sua maioria, por meio de pesquisa ao Google Acadêmico¹ onde foram buscados artigos, monografias e demais documentos científicos baseados no objeto alvo desta pesquisa. Sites oficiais de órgãos regulamentadores do Governo também foram acessados para obtenção de dados necessários para fundamentar a pesquisa.

A coleta de dados, feita conforme exposto no item anterior, foi realizada no período que variou de agosto/2016 até setembro/2016. Os documentos foram analisados e separados por finalidade de estudo sobre o tema abordado, sendo destacados os métodos adotados e resultados alcançados.

¹ <https://scholar.google.com.br/>

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme as pesquisas realizadas, o processo inicial referente à reciclagem dos resíduos é o processo de britagem, este processo pode também ser realizado na própria obra não sendo necessário a utilização de equipamentos mais sofisticados. Assim, baseando na coleta feita, demonstra uma vantagem financeira, pois desse modo a construtora não precisaria se desfazer de um produto pelo qual já houve investimento.

Figura 2 - Classificação dos resíduos quanto a sua classe.



Fonte: Escola de Engenharia.

Uma etapa crucial em relação ao controle de qualidade do material é o processo de separação. Neste, deve-se evitar a presença de materiais como argila, silte, areia, madeiras, vidros, plásticos, gessos, forros, tubulações, fiações elétricas e papéis ou quaisquer materiais orgânicos ou não inertes e quaisquer demais que seja de origem estranha ao RCC trabalhado. Para contribuir com esta etapa, são realizados procedimentos como a seleção de materiais, que tem por objetivo remover os materiais indesejáveis ou contaminantes e são em “B”, “C” ou “D”. Também é comum encontrar na literatura a referência de utilização de imãs para a remoção de outros materiais através da separação magnética.

Figura 3 - Resíduos de classe A.



Fonte: Escola de Engenharia.

Devido essa separação, normalmente, ainda ser feita de forma manual no Brasil, ainda é possível encontrar pequenas frações dos materiais anteriormente descritos presentes no agregado reciclado. Desse modo, é de extrema importância para a evolução dos estudos e aplicabilidade dessa tecnologia que se realize pesquisas a fim de implantar métodos de separação que se apresentem mais eficazes e que confirmem maior confiabilidade quanto a qualidade do material já separado, proporcionando assim, uma maior viabilidade técnica e também ambiental para a tecnologia, uma vez que a própria separação também influencia na correta destinação e futuro tratamento dos demais resíduos que não são aproveitados nesse processo.

Foi possível observar também que o para a realização do processo de com o objetivo de produzir agregado para a pavimentação, é necessário o uso de uma grande parte dos materiais comumente utilizados na indústria da construção civil. Entretanto, é necessário destacar a extrema importância de realizar-se um levantamento quantitativo dos materiais aproveitados dos centros urbanos ao destinar para a pavimentação e qual também analisar o possível impacto causado por um uso mais constante oriundo desse aproveitamento.

Além disso, sabe-se também que além do agregado atender a qualidade mínima necessária prevista para conformidade, principalmente quando comparado aos materiais convencionais, observa-se como característica adicional um preço com maior atratividade quando se é comparado esta referida metodologias com as demais metodologias tradicionais difundidas no mercado da construção civil. Assim, além de dar uma destinação adequada para o grande volume de resíduos de construção e demolição, contribuindo assim para redução de poluentes e melhoria na qualidade da cidade, é possível também prover uma pavimentação com melhor custo-benefício e mais viável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante todo o processo de desenvolvimento desta pesquisa o objetivo principal foi destacar e demonstrar um pavimento oriundo de um processo com maior responsabilidade ambiental e ainda respeitar os controles tecnológicos de qualidade que pressupõe essa destinação. Logo, os resultados obtidos e relacionados no item anterior foram considerados satisfatórios, atendendo os objetivos específicos traçados e consequentemente o principal.

Pode-se então identificar também que a utilização do método de reciclagem atualmente difundido não é considerada de alto valor, sendo possível estimar que este seja o método economicamente mais viável para a reutilização desses resíduos advindos da construção civil, pois, permite tanto diminuir o acúmulo desses resíduos, diminuindo assim,

os problemas causados pelo mesmo, como também proporcionar um novo tipo de pavimento, ou seja, mais uma opção viável para ser aproveitada pelo mercado. Além disso, ao se utilizar cada vez mais esse método, ou melhor, ao receber cada vez mais investimentos para o uso desse tipo de pavimento, proporcionará também um impacto social, gerando empregos e proporcionando uma conscientização do conceito de reciclar.

Através disso, conclui-se que levando em consideração os resultados obtidos durante a pesquisa realizada, o índice de aproveitamento desses materiais pode ser considerado como alto, logo, estudos mais aprofundados com levantamento de dados em relação à quantidade de resíduos os quais serão reduzidos nos centros urbanos são extremamente necessários para evolução dessa tecnologia, pois além dar uma ênfase maior na questão de promover um desenvolvimento sustentável, será também um complemento essencial para esta pesquisa.

RECYCLING OF WASTE FROM CIVIL CONSTRUCTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT: The construction industry is a major generator of solid waste, the materials resulting from the construction processes are destined to landfills or discarded without any preparation, the inadequate disposal of these materials can contaminate the soil and water causing several damages to the population and the environment, the present work deals with recycling as a viable destination for the large volume of diverse materials discarded in these processes, in a more specific way was considered the use of tailings as components for the execution of paving works. The data for the elaboration of the work were obtained in articles, monographs and other related materials, the theme was chosen due to its technical and ecological relevance. Combining technology and environmental responsibility, materials of category "A" (Can be recycled as aggregates), are qualified to be transformed into aggregate components for the execution of substrates and bases for pavements, the residues must undergo a careful screening that is essential for the quality of the resulting aggregate. In addition to contributing to the reduction of environmental impacts, recycling reduces production costs in the paving industry by making the market more competitive, which may make the inadequate destination less attractive, as well as generate a new job market.

KEYWORDS: Recycling. Waste. Aggregates. Paving.

REFERÊNCIAS

ABDOU, M. R.; BERNUCCI, L. L. B. **Pavimento ecológico: Uma opção para a pavimentação de vias das grandes cidades.** São Paulo. 2007.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil.** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001

BAPTISTA JUNIOR, J. V.; ROMANEL, C. **Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. urbe.** Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), v. 5, n. 2, p. 27-37, jul./dez. 2013 [bilidade/construcao-civil-meio-ambiente-entulho-afeta-sustentabilidade/](#). Acesso em 28 fev. 2019.

CARNEIRO, A. P.; BURGOS, P. C.; ALBERTE, E. P. V. **Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção–Projeto Entulho Bom, AP Carneiro, IAS Brum e JC CASSA (orgs.), Editora da Universidade Federal da Bahia–EDUFBA, Salvador, Bahia, p. 188-227, 2001**

DA SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. T. **Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção e demolição (RCD) em Uberaba-MG.** Soc. & Nat., Uberlândia, ano 24 n. 2, 333-344, mai/ago. 2012

ENVAGELISTA, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras.** Ambiente Construído. Porto Alegre. 2010

ESCOLA DE ENGENHARIA. Disponível em. <https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-residuos/>. Acesso em 28 fev. 2019.

JHON, V. N.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000

MÁLIA, M.; DE BRITO, J.; BRAVO, M. **Indicadores de resíduos de construção e demolição para construções residenciais novas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 117-130, jul./set. 2011.

MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para a aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego.** 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005

NBR 15115: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, P. C. A. **Contribuição ao Estudo da Técnica de Reciclagem Profunda na Recuperação de Pavimentos Flexíveis.** Diss. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Campinas/SP, 2003.

PENSAMENTO VERDE. Disponível em <https://www.pensamentoverde.com.br/sustenta>
PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, 1999.

SANTOS, C. A. F.; NASCIMENTO, L. F. M.; NEUTZLING, D. M. **A Gestão dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) e as Consequências para a Sustentabilidade: As Práticas de Descarte dos Usuários Organizacionais.** Revista Capital Científico – Eletrônica (RCCe) – ISSN 2177-4153 – Vol. 12 n.1 – Janeiro/Março 2014

SILVA, A. F. F. **Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA nº. 307/02: estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte.** Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais. 2007

TRICHES, G.; KRYCKYJ, P. R. **Aproveitamento de entulho da construção civil na pavimentação urbana.** Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. 1999