

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade em Diferentes Setores

**BUSCA DA SUSTENTABILIDADE ATRAVÉS DO USO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CIMENTO
PORTLAND**

**SEARCHING FOR SUSTAINABILITY THROUGH OF THE USING OF CIVIL
CONSTRUCTION RESIDUE ON CONCRETE SURFACES OF PORTLAND
CEMENT**

Mauricio Silveira dos Santos, Tatiana Cureau Cervo, Rafael Freire dos Santos, Mauricio Osmani Cordeiro, Carolina Morcelli e Júnior Machnack

RESUMO

É imprescindível a reciclagem e reutilização de resíduos sólidos resultantes da construção civil para o alcance da sustentabilidade neste setor, que é responsável por grande parte da extração de recursos naturais do planeta. Essa reciclagem, além de diminuir esta extração através da substituição do agregado graúdo natural por Resíduos da Construção Civil (RCC), colabora para a minimização da deposição de tais resíduos em locais impróprios. Visando esta minimização é indispensável fazer uso de pesquisas e estudos para a utilização do resíduo da construção civil sem prejuízo à durabilidade e à resistência para a qual será usado o concreto, viabilizando assim sua utilização e reduzindo problemas ambientais. Tendo em vista tais estudos, esta pesquisa tem por objetivo apresentar os benefícios obtidos através da utilização dos resíduos da construção civil como agregado graúdo em concretos de cimento Portland em pavimentação de vias terrestres.

Palavras-chave: Resíduos, sustentabilidade, reciclagem, construção civil, pavimentação.

ABSTRACT

It is indispensable the recycling and reuse of solid residue resulting from civil construction to the achieving of the sustainability on this sector, which is responsible for great part of the extraction of planet natural resources. This recycling, in addition to reduce this extraction through the replacing of the natural coarse aggregate by Civil Construction Residue (RCC), contributes to minimizing the disposal of such waste in inappropriate places. Aiming at this minimization, it is essential making use of research and studies for the use of civil construction residue without loss of durability and resistance to which the concrete will be used, enabling thus its use and reducing environmental problems. Considering these studies, this research aims to present the benefits achieved through the use of civil construction residue as coarse aggregate in land routes paving.

Keywords: residue, sustainability, recycling, civil construction, paving

1. INTRODUÇÃO

Devido à grande preocupação na geração e deposição de resíduos sólidos urbanos pela construção civil sem nenhum cuidado no planeta, se faz necessário uma reciclagem e reutilização de tais resíduos para que ocorra uma minimização dos impactos ambientais. Como a construção civil é uma das indústrias que mais necessita de recursos naturais e é também uma das que mais elimina resíduos sólidos na natureza, a reutilização dos resíduos da construção civil na própria construção civil, traria uma redução na extração de recursos naturais e um destino sustentável do resíduo já que ele deixaria de ser depositado em aterros impróprios para os mesmos.

Segundo Angulo (2000), a construção civil deve passar por importantes transformações no contexto da produção e reutilização de resíduos da construção. Porém, para que ocorra tal transformação é preciso ter um estudo científico muito aprofundado, pois não se sabe sua influência no desempenho dos produtos fabricados com tais materiais.

Este estudo está sendo desenvolvido na UFSM visando um desempenho adequado para cada setor onde será empregado o produto como, por exemplo, na utilização do **RCC** (Resíduo de Construção Civil) em pavimentos de concreto com cimento Portland com diferentes teores de substituição de agregados graúdos naturais por resíduos, não alterando seu desempenho e finalidades para o qual está sendo fabricado.

Tendo em vista tais estudos, esta pesquisa tem por objetivo apresentar os benefícios obtidos através da utilização dos resíduos da construção civil como agregado graúdo em concretos de cimento Portland em pavimentação de vias terrestres.

2. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A reciclagem e a reutilização dos resíduos da construção civil estão se tornando cada vez mais necessárias, uma vez que sua reutilização traz benefícios à natureza e à sociedade. O uso desse subproduto da construção civil minimizará a utilização de materiais de origem natural na produção de concretos convencionais e trará uma maior sustentabilidade na área da construção civil, já que será reutilizado um material que potencialmente possui um bom emprego em pavimentos de concreto de cimento Portland.

“Para atender essas premissas, os empreendimentos têm que ser pelo menos ecologicamente corretos, economicamente viáveis, além de serem socialmente justos e que a sua cultura seja aceita” (JUNIOR e FORTES, 2008).

A NBR 10004 (ABNT, 2004) é a Norma Brasileira que classifica os diversos tipos de resíduos sólidos segundo os riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública através de técnicas de manuseio e destinação final dos resíduos sólidos, considera os Resíduos da Construção Civil como Resíduos Classe II B – Inertes – e são definidos como:

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor. (NBR 10004, ABNT, 2004, p.5)

Já no ponto de vista de Oliveira (2002), os resíduos de concreto apresentam-se como “não inertes”, quando submetidos ao ataque de águas de chuva ácida, pois a ação dos íons provenientes da decomposição desses resíduos presentes nas águas de chuva ácida contribui para a mineralização dos cursos d’água que alteram as condições das águas naturais.

Segundo Delongui (2011) além da propriedade apresentada acima existem outras que implicaram na mudança da percepção dos pesquisadores acerca do potencial de degradação que os RCC podem ocasionar. Dessa forma, há uma concordância entre os autores que, para enfraquecer essa potencialidade, deve-se investir em pesquisas que caracterizem essas propriedades e possibilitem a reutilização desse material.

3. IMPACTO AMBIENTAL

Segundo a Resolução 01 do CONAMA, impacto ambiental é definido como:

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 afetem 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 naturais. (CONAMA, 1986, Res. 01, Art. 1º).

De acordo com Lordêlo et al. (2007), até a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, a Rio-92, não se percebia uma preocupação por parte da indústria da construção civil com os impactos ambientais causados por sua cadeia produtiva, a exemplo disso tem-se o esgotamento dos recursos naturais não renováveis que eram utilizados ao longo de todo o seu processo de produção, nem tampouco com o destino dado aos resíduos gerados.

Além disso, o setor da construção civil apresenta-se como um dos setores com maiores problemas no que diz respeito aos impactos ambientais, pois é responsável por cerca de 50% do CO₂ lançado na atmosfera e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo (JOHN, 2000).

Para Pinto (2005) a falta de políticas públicas relacionadas a disciplina e regulamentação do gerenciamento dos RCC são responsáveis por grande parte das degradações ao meio ambiente. Assim, a manipulação e a ordenação dos fluxos de destinação dos resíduos podem ser orientadas pela adoção dessas políticas.

Lordêlo et al. (2007) destaca que apesar da importância da reciclagem do RCC, poucas são as iniciativas públicas e privadas na adoção dessa prática. São pontuais as legislações municipais específicas sobre o tema, às ações de estímulo à utilização dos agregados reciclados em obras públicas e privadas, a implantação de usinas de reciclagem e a prática desta nos canteiros de obra, refletindo-se na falta de informações consistentes sobre o volume de agregado reciclado gerado no país.

A reciclagem é uma unanimidade em estudos de alguns autores como, por exemplo, Leite (2001) e Ângulo (2000). Esta é citada como uma alternativa para a redução da quantidade de resíduos dispostos nos aterros, além de ser uma proposta sustentável para a destinação dos RCC.

Segundo Sternieri et al. (2008), no Brasil existe uma grande valorização das áreas urbanas e um alto custo no gerenciamento dos resíduos, agravando assim os impactos causados ao meio ambiente. Com tais problemas, os resíduos acabam sendo depositados em locais inapropriados para os mesmos como, por exemplo, córregos, entupindo bueiros e causando enormes perdas financeiras e até mesmo de vidas humanas.

Em relação aos autores, John & Rocha (2003) e Schneider (2003), os RCC, além de poluir o solo, são considerados uma ameaça à saúde pública, pois se forem dispostos de forma irregular, sem proteção, podem atrair outros resíduos não inertes. Além disso, são encontrados, frequentemente, nos locais impróprios de deposição do RCC, restos de comida, móveis velhos, restos de plantas, entre outros, que oferecem um ambiente propício para a proliferação de vetores patogênicos, tais como: insetos, ratos, bactérias e fungos.

4. EMPREGO DO RCC

É indispensável fazer uso de pesquisas e estudos para a utilização do resíduo da construção civil sem prejuízo à durabilidade e à resistência para a qual será usado o concreto, viabilizando assim sua utilização e minimizando problemas ambientais. Ribas et al. (2008) cita que, para o RCC ser empregado sem que comprometa o empreendimento devem ser analisados alguns fatores como o tipo de obra, materiais utilizados, processos construtivos e

até mesmo a mão de obra, pois estas podem influenciar na qualidade da reciclagem do resíduo.

Vázquez (1997) ressalta que os agregados naturais devem ser reservados para concretos de alta resistência e concreto protendido, que são exemplos de usos mais nobres. Ele ainda destaca que 80% dos concretos utilizados na Europa necessitam de resistências à compressão entre 20 e 25 MPa, que podem ser obtidas com o agregado reciclado. Zordan (2006) aprova essa afirmação, e destaca que a principal limitação da utilização do resíduo em concretos esta relacionada à baixa resistência à compressão devido às faces polidas do material cerâmico.

Já Angulo & John (2002) acreditam que a ênfase dada à reciclagem dos RCC para produção de agregados que serão utilizados em concretos não parece ser a mais adequada à realidade do Brasil, pois nem todas as usinas adotam processos que melhoram a qualidade dos agregados, como retirada das impurezas, triagem e peneiramento após a britagem.

Os agregados reciclados podem ser usados na confecção de elementos de alvenaria, tais como blocos de concreto, tijolos de solo-cimento, painéis pré-moldados, entre outros. Porém, esses componentes não devem ser usados em paredes externas ou subsolos, apesar de apresentarem valores satisfatórios de desempenho, devido à elevada absorção de água. Além disso, para ligação dos componentes de alvenaria, a fração fina dos agregados reciclados pode ser utilizada na confecção de argamassa (SOUZA, 2001; LATTERZA & MACHADO, 1997; MIRANDA, 2000).

Santos (2007) buscou determinar uma nova aplicação à fração fina do material reciclado, como material de preenchimento de estruturas de solo reforçado. Ensaio de caracterização, de resistência ao cisalhamento e de arrancamento de geogrelha revelaram que os agregados reciclados apresentaram baixos coeficientes de variação nas suas propriedades e excelente comportamento mecânico, o que demonstra um novo ambiente de aplicação para os RCC reciclados.

Além disso, com o estudo do uso do Resíduo da Construção Civil em diversos ambientes de utilização, uma excelente área para pesquisas sobre o uso deste material é a pavimentação, pois é neste nicho que poderão se obter bons resultados por ser um local com grande disposição para o emprego de tanto material possível de ser reciclado. Logo, a pesquisa da utilização do RCC em pavimentos de concretos de cimento Portland pode se tornar benéfica no uso deste material.

5. CONCLUSÃO

É possível reaproveitar o entulho gerado na indústria da construção civil, utilizando-o como insumo alternativo aos agregados naturais. Dessa forma, consegue-se preservar a fonte natural de matéria prima e destinar o rejeito em sua substituição.

Num momento em que se discute preservação do ambiente e seus recursos naturais, a reciclagem de resíduos da construção civil se constitui uma saída para a minimização de impactos negativos ao meio ambiente.

Iniciativas como as que foram apresentadas neste estudo são alternativas para a solução de um problema que é corrente nas cidades, já que nenhuma sociedade poderá atingir o desenvolvimento sustentável sem que o complexo da indústria da construção civil sofra grandes transformações.

Ainda, através deste estudo, foi possível observar que o RCC pode ser usado na pavimentação. Uma via pavimentada aumenta o volume de tráfego e, por conseguinte, o transporte das riquezas. Em decorrência disto gera o desenvolvimento econômico e social dessas regiões. Dessa forma, possibilita a utilização de grandes volumes de resíduos que são dispostos irregularmente na natureza, garantindo a sustentabilidade do nosso meio ambiente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGULO, S. C. **Variabilidade de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados**. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C.; JOHN, V.M. **Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade**. In: IX ENTAC - ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2002. Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10004** - Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10006** - Solubilização de resíduos – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004. 3p.

_____. **NBR 10007** - Amostragem de resíduos. Rio de Janeiro, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil), **Resolução CONAMA n. 01, de 23 de Janeiro de 1986**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 fev. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama>>. Acesso em: 07 abril 2012.

DELONGUI, L. **Avaliação do Sistema de Gestão de Resíduos da Construção Civil Adotado em Santa Maria e Caracterização dos Agregados Reciclados Produzidos no Município para Aplicação em Pavimentação**. 2011. 117 f. Projeto (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

JOHN, V. M. **Reciclagem de Resíduos na Construção Civil: contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113 f. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

JOHN, V. M.; ROCHA, J. C. **Utilização de resíduos na construção habitacional**. Porto Alegre: Coleção Habitare, v.4, ANTAC, 2003. 272 p.

JÚNIOR, A. S. B.; FORTES, R. M. **Estudo da Utilização de Agregado Reciclado em Misturas de Concreto de Cimento Portland Para Pavimentação**. Anais do 50º Congresso Brasileiro de Concreto (IBRACON), 2008.

LATTERZA, L. M.; MACHADO JR., E. F. **Concreto com agregado graúdo proveniente da reciclagem de resíduos de construção e demolição: um novo material para fabricação de painéis leves de vedação**. In: JORNADAS SUL-AMERICANAS DE ENGENHARIA ESTRUTURAL, 28. 1997, São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 1997.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2011. 270 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: SENAI-BA, 2007.

- MIRANDA, L. F. R. **Estudo dos fatores que influem na fissuração de revestimentos de argamassa com entulho reciclado.** São Paulo, 2000. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- OLIVEIRA, M. J. E. **Materiais descartados pelas obras de construção civil: Estudo dos resíduos de concreto para reciclagem.** 2002. 191 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP.** São Paulo. (SindusCon-SP), 2005
- RIBAS, L. F.; VIEIRA, R. K.; VASCONCELOS, R. P. **Caracterização do Resíduo de Construções Residenciais de Multipavimentos da Cidade de Manaus.** Anais do 50º Congresso Brasileiro de Concreto (IBRACON), 2008.
- SANTOS, E. C. G. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado.** 2007. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia.) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SOUSA, J. G. G. **Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e proporcionamento de blocos de concreto: aplicação ao uso de entulho como agregado reciclado.** 2001. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade de Brasília, Brasília. 2001.
- SCHNEIDER, D. M. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo.** 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- STERNIERI, L. C.; PIMENTEL, L. L.; LINTZ, R. C. C. **Análise dos Benefícios Gerados pela Implantação de Modelo de Gestão de Resíduos em Canteiros de Obras de Construção Civil.** Anais do 50º Congresso Brasileiro de Concreto (IBRACON), 2008.
- VÁZQUEZ, E. **Utilización de residuos em la C.E.E.: aspectos políticos y ambientales. Estado del arte y normalización.** In: RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, ALTERNATIVA ECONÔMICA PARA PROTEÇÃO AMBIENTAL, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo: PCC – USP, 1997.
- ZORDAN, S. E. **Entulho da indústria da construção civil.** EPUSP, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.reciclagem.pcc.usp.br/entulho_ind_ccivil.htm>. Acesso em: 07 abril 2011.