

O PÓ DE SERRA DE MADEIRA UTILIZADO COMO AGREGADO FINO NA UTILIZAÇÃO DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO EM VIAS DE TRÁFEGO LEVE

MACIEL, Carlos César Castilho, VOUGADO, Igor Santos, MARQUES, Claudia Scoton Antônio, VICENTINI, Alan Henrique.

* Centro Universitário de Santa Fé do Sul, carloscesar.macieli_91@hotmail.com

RESUMO

A construção civil é um dos setores responsáveis pela geração de resíduos sólidos nos centros urbanos. Este fato indica a necessidade de realização de estudos que busquem aperfeiçoar o processo de destinação destes resíduos, de forma a mitigar os danos ambientais provocados por esta atividade. A busca pelo desenvolvimento sustentável na construção civil tem levado pesquisadores a avaliarem as possibilidades de se utilizar resíduos da construção na produção de novos materiais. Neste estudo, foi avaliado o desempenho mecânico de concretos produzidos com substituição parcial de agregado miúdo por pó de serra de madeira. Foi realizada a substituição de 15% de areia por pó de serra, em massa. Para avaliar a efetividade da substituição, foram confeccionados 2 traços de concretos, utilizando pó de serra *in natura* (PSN) e pó de serra tratado com solução alcalina (PST). Os resultados indicaram que o pó de serra promoveu redução de resistência à compressão do concreto, quando comparado ao traço Controle (sem adição do resíduo).

PALAVRAS-CHAVE: Concreto reciclado; Pó de serra; Resíduos sólidos; Agregado.

ABSTRACT

Civil Construction is one of the segments responsible for the generation of solid waste in urban centers. This fact indicates the need for studies that seek to improve the process for disposal of this residue, in order to mitigate the environmental damage caused by this activity. The search for sustainable development in construction has led researchers to evaluate the possibilities of using construction waste in the production of new materials. In this study, was rated the mechanical performance of concretes produced with a partial replacement of normal aggregated kid for sawdust from wood. Was realizad 15% of replacement sand for sawdust, in droves. To estimate the effectiveness of replacement, were made 2 specific traits, using sawdust in natura and sawdust treated with alkaline solution. The results indicated that the sawdust promoted reduction of compressive strength of concrete when compared to the Control (without addition of residue).

KEY WORDS: Recycled concrete; Sawdust; Solid residue; Aggregate.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é responsável por parte da extração de matéria-prima em todo o mundo, resultando em grande impacto ambiental. Por conseguinte, a sustentabilidade é muito discutida no setor, mobilizando empresas, universidades e também a sociedade, que tem um importante papel. Atualmente, o tema mais abordado é a utilização de resíduos de construções como materiais alternativos, que podem promover redução do custo e desenvolvimento sustentável. A atenção é voltada principalmente para a utilização de resíduos de construção na produção de concreto.

Estes resíduos podem ser classificados quanto à sua valorização como material reciclável. Os resíduos Classe A são aqueles que podem ser utilizados como agregado de concreto, podendo ser citados resíduos de alvenaria, cerâmica, concreto e argamassa. Resíduos Classe B podem ser destinados para outros fins de reciclagem, como plástico, papel, papelão, vidro, madeira e gesso. Resíduos Classe C não são recicláveis devido à inviabilidade técnica e econômica para reutilização. Já resíduos Classe D não possuem valor como materiais recicláveis, uma vez que não são utilizáveis devido a possibilidade de intoxicação, como tintas, solventes, óleos e resíduos provenientes de instalações industriais.

Resíduos de construção e demolição (RCD) são provenientes de obras, reformas, reparos e demolições, incluindo, tijolos, blocos, cerâmica, concreto, forros, argamassas, vidros, plásticos, pavimentos, tubulações e metais (CONAMA, 2002). Nas últimas décadas, o volume de RCD proveniente das atividades do setor da construção tem se elevado consideravelmente. Uma pesquisa desenvolvida pela Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo (2012) indicou que a geração de RCD é estimada entre 0,4 e 0,7 ton/hab por ano. Isto representa até 70% dos resíduos sólidos gerados no ambiente urbano. Cerca de 90% destes resíduos podem ser reciclados, o que pode resultar não apenas na redução dos

impactos ambientais provenientes da deposição inadequada dos materiais, mas reduzindo também a demanda de matérias-primas utilizadas na construção civil, como areia.

O reaproveitamento do RCD possibilita a agregação de valor ao resíduo como material de construção alternativo, tornando-o atrativo em diversos aspectos, uma vez que em algumas regiões do país já há escassez de matérias-primas utilizadas como agregados de concreto. O pó de serra apresenta-se como uma alternativa na redução do consumo de matérias-primas e mitigação dos problemas gerados pelo descarte inadequado do material, podendo ser utilizado como agregado miúdo na produção de concreto.

Segundo Pinto (2000), os materiais residuais provenientes da construção que podem ser utilizados como agregados miúdo ou graúdo nas seguintes atividades:

- Aterramento de valas e reconstrução de terreno;
- Execução de estacas ou sapatas para muros com pequenas cargas;
- Lastro e contra piso em áreas comuns externas e passeio público;
- Contra piso em ambientes internos nas unidades habitacionais;
- Contra piso ou enchimento em casa de máquinas e áreas comuns internas;
- Sistemas de drenagem em estacionamentos, poços de elevador e floreiras;
- Vergas e pequenas colunas de concreto com baixa solicitação;
- Assentamento de blocos e tijolos;
- Enchimentos em geral em alvenarias, lajes desniveladas e escadarias;
- Chumbamento de batentes, contramarco e esquadrias;
- Chumbamento das instalações elétricas, hidráulicas e de telefonia;
- Revestimentos internos e externos em alvenarias.

O concreto é um material de construção resultante da mistura de cimento, agregado miúdo e água. Após a mistura, o concreto deve possuir plasticidade suficiente para resistir às operações de manuseio, transporte e lançamento em fôrmas. Durante período de cura do concreto, o cimento sofre hidratação, reagindo quimicamente e formando compostos hidratados que garantem resistência e durabilidade. Os agregados utilizados devem possuir boa distribuição granulométrica a fim de preencher os vazios, reduzindo a porosidade e garantindo homogeneidade e resistência aos elementos estruturais. A NBR 7211 (ABNT, 2009) apresenta a definição de agregados em função de suas dimensões:

- Agregado miúdo: areia de origem natural ou britada, ou mistura de ambas, em que os grãos passam na peneira de abertura igual a 4,8 mm e são retidos na peneira de abertura 0,15 mm.
- Agregado graúdo: pedregulho natural ou resultado de britagem, ou a mistura de ambos, em que os grãos passam pela peneira de abertura 152 mm e são retido na peneira de abertura 4,8 mm.

Os agregados ocupam de 60% a 80% do volume de concreto, geralmente considerados como materiais inertes. Porém, exercem considerável influência na resistência, estabilidade dimensional e durabilidade do concreto endurecido (EFFTING, 2014). Por meio destes materiais, é possível obter um concreto com boas propriedades mecânicas e com ótimo custo/benefício.

Segundo Porto e Silva (2008), a prática em se utilizar RCD como agregado de concreto iniciou-se em 1860, na Alemanha, onde foram adicionadas sobras de blocos de concreto de cimento Portland na produção de artefatos de concreto. Porém, somente a partir de 1928 iniciaram-se pesquisas que avaliavam os efeitos da dosagem tecnológica do concreto (LEVY, 1997).

Em 1988, durante o Segundo Simpósio Internacional do RILEM em Demolição e Reutilização de Concreto e Alvenaria, foram estabelecidas algumas diretrizes quanto ao uso de agregados em concretos. Segundo Kasai (1989), citado por Porto (2008), as diretrizes foram:

- O concreto de origem dos agregados reciclados deve ser isento de solo e impurezas;
- A forma e tamanho dos agregados podem ser controlados por processo de britagem;
- Os métodos de dosagem e controle do concreto podem ser otimizados;
- Agregados graúdos são adequados para reutilização, enquanto a qualidade do concreto produzido com agregado miúdo reciclado pode ser inferior;
- Especificações e recomendações devem ser feitas para encorajar o uso de concreto reciclado, em conformidade com os códigos e normas do país.

No Brasil, as primeiras pesquisas científicas envolvendo a aplicação de agregados reciclados de resíduos de construção foram realizadas por Zordan (1997). A partir daí, surgiu grande interesse na utilização de agregados reciclados na produção de novos concretos, mas a dosagem exige cautela, uma vez que o agregado desempenha um papel importante no comportamento estrutural do concreto. Segundo Levy (2009), a substituição de agregado por materiais reciclados deve se limitar a 20% para que não ocorra redução da durabilidade, desde que os resíduos sejam livres de impurezas e contaminantes.

O pó de serra pode ser utilizado na produção de concreto, substituindo parcialmente o agregado miúdo. Com isso, pode-se economizar não somente materiais, mas reduzir custos e impactos ambientais. Portanto, este trabalho objetivou a análise do comportamento mecânico do concreto produzido com substituição parcial de areia por pó de serra.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade em se utilizar o pó de serra como substituinte parcial de agregado miúdo. Para isso, o pó de serra foi utilizado em duas condições: *in natura* e tratado com solução alcalina.

METODOLOGIA

MATERIAIS

Para realizar esta pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais:

- Cimento CP II – F, com adição de filer calcário, que passou por ensaios de caracterização;
- Agregado graúdo composto de brita basáltica 1, que foi extraído da cidade de Três Fronteiras – SP, que passou por ensaios de análise granulométrica, determinação de massa unitária e volume de vazios, massa específica e determinação de impurezas orgânicas;
- Agregado miúdo, composto de areia, que passou por ensaios de análise granulométrica, determinação de massa unitária e volume de vazios, massa específica e determinação de impurezas orgânicas;
- Pó de serra, que foi coletado em uma marcenaria, constituído de resíduos do processo de produção de móveis de madeira;
- Água, que foi utilizada para produção de concreto.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Antes de ser utilizado, o pó de serra passou por processo de lavagem em substância alcalina, como mostra a Figura 1. Este procedimento foi realizado para reduzir a absorção de água pelo resíduo, uma vez que o pó de serra *in natura* pode reduzir a disponibilidade de água do concreto, além de conter impurezas orgânicas.



Figura 1: Lavagem do pó de serra. Fonte: Autoria própria.

CONFECÇÃO DOS CONCRETOS

Foram confeccionados 3 traços, sendo 2 confeccionados com pó de serra (um traço com pó de serra sem tratamento e outro tratado) e 1 traço Controle, sem a substituição de areia. Os traços estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1. Dosagem os traços de concretos produzidos. Fonte: Elaborado pelos autores.

Traço	Proporção entre os materiais em massa				
	Cimento	Areia	Pó de serra	Brita	Água
Controle	1	2,12	-	2,12	0,8
15%PSN	1	1,80	0,32	2,12	0,8
15%PST	1	1,80	0,32	2,12	0,8

MISTURA DOS TRAÇOS DE CONCRETO

Para execução dos traços, são adicionados inicialmente os agregados graúdo e miúdo (e o pó de serra, quando for o caso) e 50% da água de amassamento. Liga-se a betoneira durante 2 minutos, para que os agregados se tornem uma mistura homogênea. Na sequência, com a betoneira desligada, são adicionados o cimento e o restante de água e mantém-se a betoneira ligada por 3 minutos. Passado o tempo, a mistura é levada para moldagem.

MOLDAGEM, CURA E ENSAIOS REALIZADOS COM OS CORPOS DE PROVA

Depois de confeccionados, os traços de concreto foram moldados em fôrmas cilíndricas de PVC, com 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura. Os corpos de prova foram permaneceram em cura úmida, submersos em água a 20 °C até a idade de ensaio.

O ensaio de compressão axial foi realizado aos 14, 21 e 28 dias de cura, a fim de analisar a evolução de resistência mecânica ao longo do tempo de cura.

RESULTADOS

Após o procedimento de moldagem e cura dos traços de concreto, verificou-se que o traço 15%PSN não se solidificou satisfatoriamente, possivelmente em detrimento das impurezas e do alto nível de absorção de água que o pó de serra *in natura* possui, resultando em interferências na hidratação do cimento. Desta forma, os ensaios de resistência à compressão axial foram realizados somente para os traços Controle e 15%PST. A Tabela 2 e a Figura 2 indicam os resultados de resistência à compressão axial do traço 15%PST.

Tabela 2. Resistência à compressão dos traços de concreto. Fonte: Elaborado pelos autores

Traço	Tensão (MPa)		
	14 dias	21 dias	28 dias
Controle	8,3	10,6	11,4
15%PST	1,9	2,6	3,9

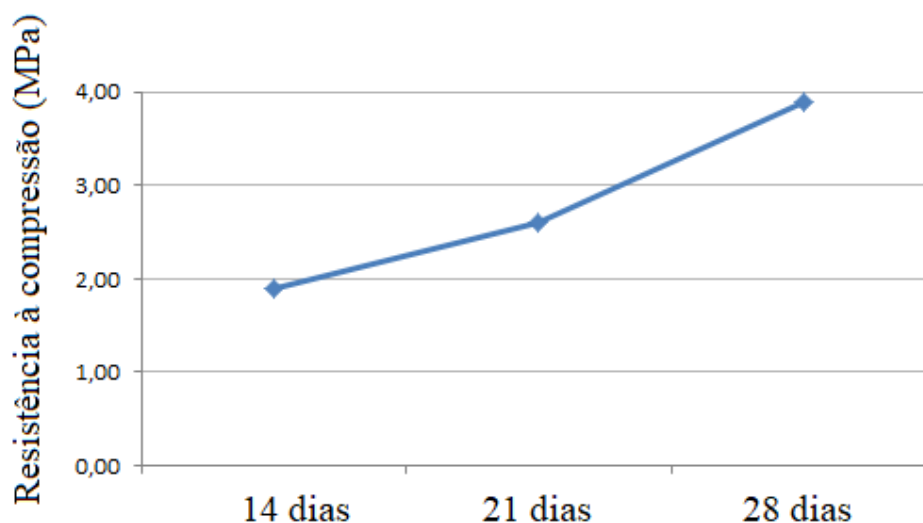


Figura 2: Resistências do traço 15%PST. Fonte: Autoria própria.

Os resultados indicaram que o pó de serra reduziu significativamente a resistência à compressão do concreto. Acredita-se que o tratamento realizado no resíduo não foi eficaz para manter o material inerte e sem impurezas. Contudo, ao longo da idade de cura, ocorre aumento da resistência do traço 15%PST, indicando que a hidratação do cimento ainda ocorre até os 28 dias de cura.

CONCLUSÕES

Esta pesquisa teve como objetivo analisar a viabilidade em se utilizar pó de serra como agregado miúdo na produção de concreto, assim definiu-se um traço para o estudo do comportamento do pó de serra na resistência do concreto, substituindo parcialmente a areia, para posteriormente verificar sua utilização em pavimentos de tráfego leve. Contudo, segundo a NBR 9781 (ABNT, 2013), a resistência à compressão mínima necessária para pavimentos de tráfego leve é de 35 MPa. Portanto, nesta primeira fase da pesquisa, a dosagem utilizada não viabilizava o uso deste material na produção de pavimentos de tráfego leve, mas permitiu estudar o comportamento do concreto com pó de serra, e verificou-se a redução significativa da resistência à compressão do concreto.

Desse modo concluiu-se a necessidade de desenvolvimento de novos procedimentos de tratamento de pó de serra e novas dosagens, visando uma porcentagem de substituição da areia que possibilite o uso do RCD na produção de concretos para pavimentos para tráfegos leve.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRECON – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO. Relatório Pesquisa Setorial 2014-2015. São Paulo, SP. Disponível em: http://www.abrecon.org.br/pesquisa_setorial/. Acesso em: 22 março 2017.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15116:2004 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.
3. CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução N° 307, de 5 de julho de 2002**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. Brasília, DF. 2002.
4. EFFTING, C. **Laboratório de Materiais de Construção-II-1ª parte – Agregados**. Notas de aula. Joinville, 2014. Disponível em: http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/carneane/materiais/APOSTILA__ENSAIOS__TECNOLOGICO_S_AGREGADOS_2014_1__4_.pdf. Acesso em: 07 abr.2017.
5. LÉVY, S.M. **Contribuição ao Estudo da Durabilidade de Concretos Produzidos com Resíduos de Concreto e Alvenaria**. Tese de doutorado, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo – SP, 2002.
6. PORTAL DO CONCRETO. CONCRETO. Disponível em: <http://www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/concretos.html>. Acesso em: 07 abril 2017.
7. PORTO, M. E. H. de C., SILVA, S. V. **Reaproveitamento do Entulhos de Concreto na Construção de Casas Populares**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção – A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável. Rio de Janeiro, RJ. 2008.
8. ZORDAN, S. E. **A Utilização de Entulho como Agregado, na Confecção do Concreto**. Dissertação de Mestrado. Departamento Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 1997.
9. LOPES, M. **Logística reversa de RCD cresce e traz incentivos ao setor**. 2017. Disponível em: <http://www.temsustentavel.com.br/logistica-reversa-de-rcd-cresce-e-traz/>.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15116:2004 – **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil** – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.