

USO DE AGREGADOS RECICLADOS DE PISO CERÂMICO PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS INTERTRAVADOS DESTINADOS A PAVIMENTAÇÃO¹

Eder Sousa Almeida²
Juzélia Santos da Costa³

Resumo

O estudo buscou reutilizar rejeitos de piso cerâmico provenientes da construção civil no processo de fabricação de blocos intertravados para pavimentação. Visou-se com isso a diminuição da quantidade de rejeitos cerâmicos dispostos erroneamente na natureza, reaproveitando esse material, de modo a convertê-lo em matéria prima para construção. O processo de confecção dos blocos iniciou-se na redução de grandes peças de piso cerâmico a uma granulometria miúda, sendo em seguida os agregados caracterizados fisicamente por meio de ensaios de laboratório normalizados, avaliando assim suas qualidades para uso na produção dos blocos. Os blocos confeccionados foram caracterizados física e mecanicamente, de modo que os resultados observados compreenderam satisfatoriamente os objetivos estabelecidos, possibilitando dizer que os blocos têm características produtivas viáveis e os agregados de piso cerâmico predisposição para serem utilizados na fabricação dos blocos para pavimentação, acarretando benefícios como ganhos em custos e gerenciamento ambiental.

Palavras-chave: Reciclagem; Piso cerâmico; Blocos para pavimentação.

USE OF RECYCLED AGGREGATES CERAMICA FOR MANUFACTURE OF FLOOR OF BLOCK FOR INTERLOCKING PAVING

Abstract

The study reuse of tailings from the ceramic floor building in the manufacturing process of interlocking blocks for pavement. It is aimed to decrease the amount of waste disposed erroneously ceramic in nature, reused the material in order to reverse him on the raw material for construction. The process of making the blocks began in the reduction of large pieces of ceramic floor with a size girl, and then aggregates physically characterized by means of standard laboratory tests, thus assessing its qualities for use in the production of blocks. The blocks prepared were characterized physical and mechanically, so the observed results satisfactorily understood the goals set, which means that the blocks have different productive and viable clusters of ceramic floor tend to be used in the manufacture of blocks for paving, leading to benefits gains in cost and environmental management.

Key words: Recycling; Ceramic floor, Block paving.

¹ *Contribuição técnica ao 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Graduado em Controle de Obras, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IF-MT. End. Rua 59 Quadra 3 Casa 23 Cpa 3 Setor 4, Cuiabá – MT, E-mail: eder.tecnologo@hotmail.com.*

³ *Doutora em Ciência dos materiais, Departamento de Construção Civil, DACC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, IF-MT, Rua Zulmira Canavarros, 95, centro, CEP: 78005 – 200, Cuiabá-MT, E-mail: juzeliasc@gmail.com*

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um dos setores que mais evoluiu ultimamente no Brasil, aumentando assim o número de rejeitos e demais componentes construtivos descartados no meio ambiente de forma incorreta. Como já se sabe a reciclagem desses materiais visando sua reutilização na própria construção é a solução mais viável para o bem estar da sociedade. Práticas desse tipo iniciaram com o antigo Império Romano e a Grécia antiga, ganhando maior intensidade após a Segunda Guerra Mundial, em que fizeram uso dos rejeitos das construções destruídas tais como, produtos cerâmicos, rejeitos das edificações destruídas, para reconstruir infra-estruturas de transportes, casas, edifícios. Nestes casos buscou-se explorar as propriedades dos rejeitos tanto como agregados graúdos (resistência mecânica), como aglomerantes, aproveitando as propriedades pozolânicas dos materiais.⁽¹⁾ A reciclagem de produtos derivados da construção civil iniciou-se no Brasil por volta dos anos 80, por meio do uso de moinhos de pequeno porte para produção dos novos materiais.⁽²⁾ Desta forma estudos começaram a ser desenvolvidos com o intuito de conhecer e abranger tecnologias alternativas com uso dos reciclados. Um dos materiais que recebe maior atenção dos pesquisadores nos dias de hoje, são os revestimentos cerâmicos. Tendo como base de sua composição argilas e outros componentes que apresentam características interessantes para a construção civil, estes são estudados com o intuito de servirem de matéria-prima para concretos, argamassas, blocos com ou sem função estrutural e até para aplicação como componentes básicos em camadas de base e sub-base de pavimentação. A explicação para o direcionamento dos estudos para a área ceramista se dá pelo fato de que as indústrias ceramistas produzem, aproximadamente, cerca de 600 milhões de metros quadrados de material por ano, sendo que um pólo com produção anual de 200 milhões de metros quadrados (aproximadamente 40% da produção nacional), e perda anual de 1,5 por cento, terá cerca de 45 mil toneladas de material descartados por ano.⁽³⁾ A moagem desse material para a obtenção de agregado miúdo pode fornecer cerca de 35 mil metros cúbicos anuais de material descartado.⁽⁴⁾ “A reciclagem de resíduos industriais da construção civil é uma opção viável, pois esse segmento consome grandes volumes de matérias-primas e se distribui em todas as regiões do país”.⁽⁵⁾

Os benefícios gerais da reciclagem, como a preservação e o prolongamento da vida útil de recursos naturais, e a Lei 9.605, de 12/02/98, referente à ISO 14000, já foram muito discutidos, pois determinam que as empresas geradoras de resíduos devam buscar alternativas de controle da poluição ambiental. No Brasil criaram-se mais uma forma de controlar atenciosamente as questões dos resíduos de construção, a resolução do CONAMA nº. 307 no ano de 2002, que determina as diretrizes para a diminuição efetiva dos impactos ambientais causados por esses materiais, entre as quais se destaca o estabelecimento de que os geradores de resíduos são responsáveis pelo que produzem, devendo estes se objetivar na não geração de materiais, sendo que quando não for possível devem ser priorizadas a redução, reutilização, reciclagem e a disposição final, a qual deve ser feita em aterros de resíduos de construção civil ou áreas de destinação de resíduos, condicionando a reciclagem e utilização futura.⁽⁶⁾

Em 2004, após constatar a instalação de diversas recicladoras no país, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), publicou as primeiras normas nacionais vigentes que especificava prescrições técnicas referentes aos agregados provenientes da reciclagem. Estas tratam desde a instalação de recebimento do

material até a aplicação destes em pavimentação ou em concretos sem função estrutural, sendo as seguintes normas:

- NBR 15113 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15114 – Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Área da reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15115 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos; e
- NBR 15116 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.

A utilização de agregados reciclados como componentes básicos de pavimentos são práticas comuns principalmente de países europeus, da Austrália e dos Estados Unidos. Locais como esses criaram suas próprias especificações para controle de produção e aplicação desses materiais. Tais países fazem uso de reciclados devido às boas propriedades e também pelo baixo custo tanto de produção como de execução da obra, sendo um campo de aplicação bastante interessante a pavimentação asfáltica e de cimento portland, pois estabelecem bases granulares e estabilizadas, além de apresentarem potenciais para misturas de concreto asfáltico a quente e tratamentos superficiais. No Brasil também existem relatos da utilização de agregados reciclados dos mais variados tipos como componente de revestimento primário, de base, reforço de subleito e sub-base, proporcionando bons resultados no produto final.

Assim a utilização de agregados reciclados para execução de pavimentos, apresenta sucesso e proporciona grandes expectativas e abrangência de aplicações para esse tipo de tecnologia. Um caso é a fabricação de blocos pré-moldados de concreto para pavimentação. Esses recursos aplicados normalmente em pavimentação urbana, vêm ganhando espaço no mercado da construção civil, isto devido à melhoria dos materiais aplicados em sua produção o que influencia na qualidade do produto, contribuindo com a durabilidade e alta resistência a esforços. Assim um pavimento de bloco intertravado apresenta vantagens sobre os pavimentos tradicionais, pois para tal não se necessita de mão de obra especializada, para manutenção em redes de esgoto, esta pode ser feita apenas retirando os blocos assentados sobre um colchão de areia, evitando a perda do pavimento anterior e permitindo liberação imediata após reparos, o que contribui com a segurança, estética, economia de instalação.

Direcionado a essa nova tecnologia, o trabalho em questão aborda a temática dos reciclados para pavimentação, visando produzir blocos de pavimentação com uso de rejeitos de piso cerâmico, objetivando desenvolver um produto com meios viáveis de produção, baixo custo e que atenda as especificações das normas técnicas, proporcionando desta forma mais uma alternativa para o gerenciamento dos resíduos da construção civil.

2 MATERIAIS

2.1 Cimento

Utilizou-se um cimento hidráulico do tipo CP II F 32 da marca Itaú de embalagem de 50 kg, do qual se avaliou as principais características em laboratório, estando os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Características Físicas e Mecânicas do Cimento CP II F 32

Características e propriedades		Norma	Unidade	Resultado
Finura (resíduo na peneira 75 µm).		NBR 11579	%	3,0
Área de Blaine		NBR 7224	m ² /kg	360
Tempo de início e fim de pega	Início de pega	NBR 11581	h	2h 35min.
	Fim de pega		h	4
Perda ao fogo		NBR 5743	%	0,47
Massa específica		NBR 6474	Kg/dm ³	3,20
Expansividade a frio e a quente	frio	NBR 11582	mm	2,30
	quente		mm	3,6
Resistência à compressão	3 dias de idade	NBR 7215	MPa	15
	7 dias de idade		MPa	24
	28 dias de idade		MPa	38

2.2 Agregados

O agregado foi produzido por moagem e classificado por meio do ensaio de granulometria, regido pela NBR NM 248, que determina o diâmetro máximo característico, o módulo de finura e os limites granulométricos. A Tabela 2 apresenta os valores da caracterização dos agregados naturais e reciclados, sendo todos os ensaios executados com base em normas técnicas. A Figura 1 apresenta a curva granulométrica do agregado.

Tabela 2. Resultados dos ensaios de caracterização física dos agregados

Propriedades	Piso Cerâmico	Norma
Diâmetro máximo (mm)	4,8	NBR 7217
Módulo de finura	3,63	NBR 7217
Massa específica (g/cm ³)	2,47	NBR NM 52
Massa unitária solta (kg/dm ³)	1,26	NBR 7251
Massa unitária compactada (kg/dm ³)	1,39	NBR 7810
Absorção (%)	3,2	NBR NM 30

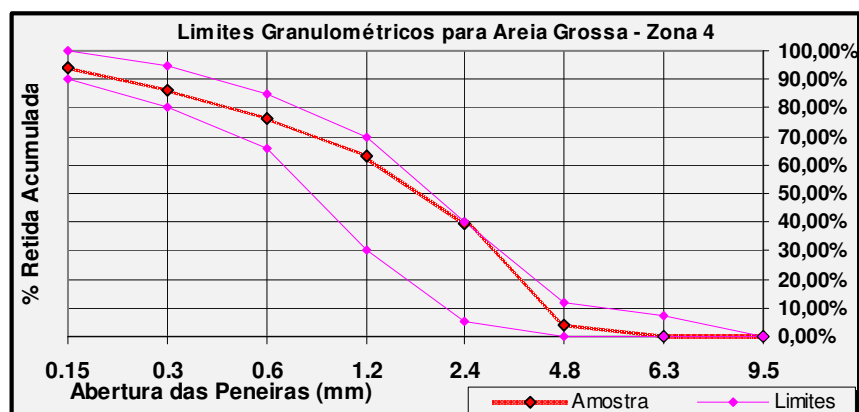


Figura 1 – Curva granulométrica do agregado reciclado piso cerâmico.

2 METODOLOGIA

2.1 Dosagem e Mistura

A produção dos blocos originou-se da mistura do material miúdo do piso cerâmico sendo misturado com o cimento. Para isso utilizou-se como traço unitário a proporção de uma parte de cimento para dez de agregado (1:10), tendo como base para a determinação da quantidade de materiais a densidade dos mesmos. A parte de agregado foi composta por meio de diversas frações granulométricas em que, 40% eram das dimensões 2,4 mm e 1,2 mm e 60% das dimensões 0,60 mm, 0,30 mm, 0,15 mm e o fundo. A mistura foi feita de forma manual, homogeneizando as variadas composições dos agregados, em seguida misturado ao cimento e a quantidade de água, a qual se determinou por meio empírico obtendo ao final um fator água/aglomerante de 1,70. Isso possibilitou boa coesão e aparência da mistura, permitindo o desmolde imediato sem transtornos.

2.2 Moldagem e Cura

Os blocos foram moldados manualmente, em molde hexagonal de 100 mm de aresta e 75 mm de altura, através da compactação com um soquete pequeno de Proctor. A moldagem se fez em três camadas, aplicando-se 50 golpes a cada camada. Devido a consistência de “terra úmida”, a desforma foi imediata após moldagem, sendo os artefatos armazenados em câmara úmida, onde foram curados por aspersão de água a uma temperatura de $\pm 20^\circ \text{C}$, até completar os 28 dias de idade, no qual avaliou-se a resistência à compressão e absorção de água por imersão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Executados os ensaios de caracterização, avaliou-se a qualidade e condições dos blocos, através da interpretação dos resultados de ensaios, adotando parâmetros comerciais oferecidos pelo mercado. Os resultados de resistência à compressão e de absorção de água são mostrados na tabela 3. A figura 2 mostra graficamente a relação entre os valores característicos do material em estudo e as propriedades do produto convencional comumente comercializado.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de caracterização realizados com o bloco reciclado para pavimentação

INVESTIGAÇÕES REALIZADAS	Bloco reciclado	Bloco convencional
Resistência à compressão (MPa)	10	12
Absorção por imersão (%)	18	18

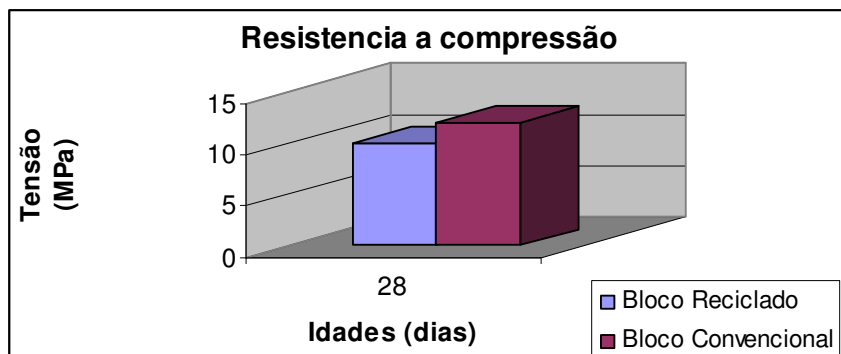


Figura 2 - Resistência à compressão do bloco reciclado relacionado com parâmetros do produto comercial.

Observando os dados apresentados na Tabela 3, referentes às propriedades mecânicas do bloco reciclado, afirma-se que o mesmo apresenta condições satisfatórias para aplicação em pavimentos leves. Tal conclusão se baseia no fato de que, avaliado mecanicamente o produto convencional de mercado (Figura 4), percebeu-se que suas propriedades não diferem consideravelmente do produto reciclado, fator de grande relevância, pois o processo de produção do segundo é industrializado, por prensagem ou vibração, o que gera maior energia de compactação e proporciona melhor agregação entre os componentes da mistura, contribuindo assim para aumento da resistência e durabilidade do produto. Diferente do artefato convencional, o produto de estudo faz uso de métodos empíricos para fabricação, nos quais se tenta reproduzir condições de compactação ideais almejando assegurar algumas propriedades essenciais do material, o que nem sempre é possível devido as limitações no processo de compactação. Desta forma, os resultados obtidos com a caracterização do produto reciclado, demonstram um ponto positivo e animador, indicando a predisposição para utilização de blocos para pavimentação leve produzidos com rejeitos de piso cerâmico provenientes de obras civis.



Figura 3 – Blocos de concreto reciclados para aplicação em pavimentos leve.



Figura 4 – Blocos de concreto natural aplicados em pavimentos leve.

4 CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos defini-se que o bloco para pavimentação produzido com agregado de piso cerâmico apresenta propriedades satisfatórias, estando estas compatíveis com as do produto encontrado no mercado da construção civil. Isso fortalece o objetivo da pesquisa, que visa à reutilização desse material por meio da aplicação em pavimentos leves, gerando um produto com qualidade e baixo custo, que contribuirá para preservação do meio ambiente e diminuição dos maus hábitos construtivos dos profissionais da área. Entretanto salienta-se ainda que, as avaliações do produto irão continuar de modo que, almeja-se melhorar as condições de produção com o intuito de obter produtos mais coerentes, duradouros e com maior qualidade, ampliando assim suas aplicações dentro do mercado da construção civil.

Agradecimentos

Ao Departamento de Área de Construção Civil pela estrutura física dos laboratórios para realização da parte pratica do estudo.

REFERÊNCIAS

- 1 SANTOS, P. S. **Tecnologia das argilas: Aplicações**. São Paulo, Edgard Blücher, 1975. v.2.
- 2 LIMA, J. A. R. **Proposição de diretrizes para produção e normalização de resíduos de construção reciclado e de suas aplicações em argamassas e concretos**. 1999. 240p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.
- 3 ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento – Desempenho. Disponível em: <http://www.anfacer.org.br>, acesso em: 27/07/2007.
- 4 GASPAR JUNIOR, L.A. et all. Panorama atual do pólo cerâmico de Santa Gertrudes em função de novos estudos mineralógicos e texturais da matéria-prima utilizada na indústria de revestimentos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 41, 1997, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: ABC, 1997. p. 696 – 699.

- 5 TANNO, L. C.; MOTTA, J. F. M. e CABRAL Jr., M. Pólos de Cerâmica Vermelha no Estado de São Paulo: Aspectos Geológicos e Econômicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 38, 1994, Blumenau. **Anais**. Curitiba: ABC, 1994. p.378-383.
- 6 MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. 2005, 161p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.