

## **BLOCOS DE PAVIMENTAÇÃO URBANA PROVENIENTES DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

LUCAS WILLIAN AGUIAR MATTIAS<sup>1</sup>\*, JESIMIEL PINHEIRO CAVALCANTE<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Acadêmico de engenharia civil – Instituto Federal de Alagoas. Palmeira dos Índios – AL. Fone: (81) 98128-8454, lucaswmattias@bol.com.br

<sup>2</sup> Engenheiro civil, professor mestre do Instituto Federal de Alagoas. Palmeira dos Índios – AL. Fone: (81) 98128-8454, jesimiel.pinheiro@ifalpalmeira.edu.br

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC' 2015  
15 a 18 de setembro de 2015 - Fortaleza-CE, Brasil

**RESUMO:** A construção civil gera um grande volume de resíduos, que em sua maioria são destinados diretamente na natureza sem nenhum tratamento. O projeto se desenvolveu em uma cidade de médio porte, com aproximadamente 70 mil habitantes e uma produção mensal de aproximadamente de 1000 toneladas segundo dados da secretaria municipal de urbanismo. A proposta visa produzir blocos intertravados retangulares em concreto com adição de resíduos da construção civil (RCC) como componente do traço, esta introdução do RCC irá diminuir o impacto do mesmo ao meio ambiente, além de diminuir os custos das administrações municipais e diminuir a retirada descontrolada de areia dos leitos dos rios. O RCC é triturado e entra na composição do concreto em substituição parcial da areia, recurso natural não renovável utilizado como insumo. Os blocos produzidos atenderam a norma técnica que estima em 35Mpa a resistência a compressão, desta forma estão aptos à utilização em pavimentação de vias urbanas com consequente, redução dos resíduos descartados no ambiente e da extração de areia. O projeto visa ser implantado principalmente em prefeituras municipais com a criação de cooperativas locais para a fabricação destes blocos e consequentemente a utilização em obras públicas com custo 15% abaixo do custo dos blocos com concreto convencional, além do ganho ambiental e social.

**PALAVRAS-CHAVE:** Blocos de pavimentação. Reutilização de materiais. Sustentabilidade.

### **URBAN PAVING BLOCKS FROM WASTE OF CONSTRUCTION**

**ABSTRACT:** The construction generates a large volume of waste, which are mostly designed directly in nature without any treatment. The project has developed into a medium-sized city with approximately 70,000 inhabitants and a monthly output of about 1000 tons according to data from the municipal town planning department. The proposal aims to produce rectangular interlocking concrete blocks with added construction waste (RCC) as a trace component, this issue of RCC will lessen the impact thereof on the environment, and reduce the municipal administrations costs and reduce withdrawal uncontrolled sand from riverbeds. RCC is crushed and enters the concrete composition in partial replacement of sand, non-renewable natural resource used as input. The produced blocks attended technical standard pricing in the 35MPa compressive strength, so are fit for use in paving urban roads with consequent, reduction of waste discarded in the environment and sand extraction. The project aims to be deployed mainly in municipalities with the creation of local cooperatives to manufacture these blocks and therefore the use in public works cost 15% below the cost of conventional concrete blocks, in addition to environmental and social gain.

**KEYWORDS:** Paving blocks. Reuse of materials. Sustainability.

### **INTRODUÇÃO**

No processo de consolidação urbana que o país atravessa, é compreensível que o esforço dos municípios brasileiros, tenham num primeiro momento focado no manejo adequado e sustentável dos resíduos domiciliares, direcionando-os para o reaproveitamento de uma parcela crescente desses resíduos, através dos procedimentos de recuperação de recicláveis e de compostagem, além da busca

de soluções mais consistentes para o acondicionamento, a coleta e a destinação final dos resíduos particularmente perigosos gerados nos estabelecimentos de atenção à saúde. Em que pese o quadro de carências que ainda persiste, é inegável o avanço desse segmento, sobretudo nos maiores centros urbanos do país.

Conforme Costa(2014), dentre os resíduos gerados no ambiente urbano estão os chamados RCC, que, de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção, 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 entulhos de obras.

Souza(2005), quantificou os RCC gerados em 50 unidades habitacionais, de 44,52 m<sup>2</sup> cada, obtendo o valor de 89,68kg de RCC por m<sup>2</sup>.

O setor da construção civil é responsável por 15 a 50% do consumo dos recursos naturais, além disso, a habitação consome muita energia em todo o seu ciclo-de-vida, praticamente todas as atividades desenvolvidas na construção civil são geradoras de resíduos, comumente chamado entulho ou resíduo de construção e demolição (RCD), conforme Azevedo(2006).

Miranda(2009) escreve que, por motivos ambientais e econômicos, existe uma necessidade crescente da reciclagem. Além disso, o meio científico, empresas e o setor público têm realizado diversas ações para o desenvolvimento dessa atividade. Entretanto, existe pouca informação sistematizada sobre o estado da arte nacional do gerenciamento e reciclagem de RCD.

Evidenciando a problemática causada pela geração de RCC, tanto no impacto ambiental causado pela falta de manejo adequado, bem como afetando a sociedade destinando áreas para depósito que se tornam inúteis e tornam-se nicho propício à proliferação de agentes causadores de doenças. Outrossim, pode-se oferecer como solução uma maneira economicamente viável. Neste trabalho, o objetivo é produzir blocos para confecção de pisos intertravados utilizando em suas composições percentuais de agregado proveniente de resíduos da construção civil, atendendo as normas e que seja sustentável.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Buscaram-se aleatoriamente pontos com geração de RCC para servirem de amostragem, imprimindo a partir destas um panorama amplo dos resíduos e de suas características para aplicação na produção de concreto. “As usinas de reciclagem classificam os resíduos em duas classes de acordo com a sua cor: cinza, composto, visualmente, por materiais cimentícios, e vermelho, composto, visualmente, por materiais de cerâmica vermelha. Essa classificação, embora realizada sem critério tecnológico, tem, tradicionalmente, aplicações preferenciais distintas: o agregado cinza, em tese, poderia ser utilizado em componentes pré-fabricados à base de cimento (blocos, calçamentos), além de bases de pavimentação, enquanto o vermelho está restrito somente a última aplicação citada.” ULSEN et al 2010(2010) Coletou-se 398,75Kg de entulho que foram trazidos ao laboratório.

Após a reação química entre a água e o cimento, o composto produzido apresenta características semelhantes aos da areia, em relação às funções micromoleculares, posto a perda do poder aglutinante do cimento e de outros aglomerantes. Desta maneira, têm-se como material útil para o processo os resíduos componentes de argamassa, concreto e similares, os quais são formados por compostos de cimento após a reação.

As amostras foram pré-selecionadas in loco, sendo escolhidas apenas as que são constituídas em maior parte por argamassa, concreto e similares. Em laboratório foram novamente selecionadas e classificadas. Coletaram-se, também, amostras sem pré-classificação visual, a fim de se analisar a quantificação do entulho. Conforme Ângulo et al(2011), em levantamento datado de 2008, apenas 50 municípios dos 5665 implantaram planos de gerenciamento.

O entulho selecionado fora triturado para obter-se um agregado miúdo artificial, com granulometria menor que 4,8mm de diâmetro (figura 1). Substituindo parcialmente a areia pelo pó de entulho, produziu-se concreto com cimento CP II Z-32, brita 0, areia média e o pó de entulho.

Segundo Bauer(1995), o cimento Portland é o produto obtido pela pulverização do clínquer constituído essencialmente de silicatos hidráulicos de cálcio com certa proporção de sulfato de cálcio natural, contendo, eventualmente, adições de certas substâncias que modificam suas propriedades ou facilitam ser emprego. O agregado é um material particulado, não coesivo e que possui quase nula atividade química. Os agregados são divididos em grãos e miúdos. O agregado grão (brita, seixo rolado, pedra de mão, etc) apresenta grãos de diâmetro superior a 4,8 mm, já o miúdo (areia, filler, silte, etc) apresenta diâmetro inferior a este valor.

A construção e a reforma de edificações, demolições, obras viárias, materiais de escavação, são origens de resíduos da construção civil. A investigação da sua origem é importante para a quantificação e a qualificação dos volumes gerados. MARIANO(2001).

Moldaram-se corpos de prova, conforme NBR 5738:2008, e protótipos dos blocos de pavimentação para ensaiar e verificar se os mesmos atendiam as exigências das normas técnicas.

A substituição parcial da areia deu-se de modo experimental, modificando os valores e testando a resistência a compressão axial até encontrar um traço ideal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

“A metodologia de avaliação do produto deve avaliar o produto desenvolvido em relação ao seu desempenho e a sua durabilidade. O desempenho de componentes tem por objetivo analisar a adequação ao uso, ou seja, adequação às necessidades dos usuários de um produto quando integrado em alguma edificação.” ÂNGULO(2001).

O agregado produzido caracteriza-se como agregado fino. A determinação da composição granulométrica foi realizada conforme NBR NM 248:2003.

Notou-se, que o percentual de argamassa e concretos dentro da amostras representa uma distribuição normal com um nível de confiança de 95%, onde tem-se apenas 5% de amostras abaixo de 63,53% de material aproveitável, conforme figura 1.

**Figura 1.** Classificação laboratorial do entulho.

AMOSTRAS (KG)	PORCENTAGEM DE MATERIAL				
	ARGAMASSA, CONCRETO E SIMILARES	CERAMICA	MATERIAL ORGÂNICO	ALVENARIA	OUTROS
A1(39,2)	94,7	4,7	0,083		0,517
A2 (35,8)	92,46	6	0,39		1,15
A3 (28,75)	84,35	14,02			0,16
B1 (30,05)	99,66		0,12	0,22	
B2 (26,15)	99,57		0,21	0,36	
B3 (23,90)	97,9		0,24	2,36	
B4 (27,25)	100				
B5 (25,2)	90,47	0,0085	0,16	0,47	0,059
C1 (23,95)	87,89			11	1,1
C2 (30,65)	47,14	0,766	49,65		2,44
C3 (28,85)	98,26		0,096	1,55	
C4 (26,3)	95,05	1,39	0,36	3,2	
C5 (24,9)	99,39			0,61	

Fonte: própria do autor.

Para demonstrar as composições do RCC coletaram-se aleatoriamente amostras em sua totalidade da forma encontrada. Como resultado, verificou-se que mais de 58% do RCC é composto por material aproveitável, figura 4. Portanto, é viável a utilização deste material como matéria prima para produção do agregado miúdo artificial.

Utilizando-se de diversos traços experimentais chegou-se a um traço com a introdução de 30% de pó de entulho em substituição da areia, onde foram encontrados em 02 de 03 lotes realizados a resistência igual ou superior a 35Mpa mínimo exigido pela NBR 9781:1987. No terceiro lote foram encontrados resultados satisfatórios em 50% das amostras. O produto proposto apresenta resistência média de 37,21 Mpa.

Segundo a tabela SEINFRA-CE, para aplicação de 1 m<sup>2</sup> de pisos intertravado tem-se um custo de R\$ 40,59 para o bloco de 60mm de altura, enquanto para o bloco com adição de pó de resíduos encontramos um custo de produção e aplicação de R\$ 34,53, uma redução de 15% no custo final. Essa redução é acentuada pelo fato de que a matéria prima apresenta custo negativo ao produto final, pois no modelo atual de comércio, é cobrado para retirar o entulho. Maneira qual o produtor dos blocos de pavimentação receberá para adquirir a matéria prima.

Segundo Miranda(2009), o aumento do número de usinas privadas instaladas decorre da perspectiva dos empresários de ser esta uma boa alternativa de investimento, com baixo investimento de capital e alta taxa de retorno. As avaliações econômicas feitas por esses autores para as cidades de São Paulo, São Luís, Recife e Curitiba, por exemplo, mostram que, dependendo do mercado local, uma usina com capacidade real de produção de 250 m<sup>3</sup>/dia pode apresentar um custo total de investimento estimado em R\$ 650.000,00 e uma taxa mensal de retorno próxima a 4,5%, caso atinja sua capacidade máxima de produção e a comercialize.

## CONCLUSÕES

O produto desenvolvido nesta pesquisa atende ao tripé da sustentabilidade: nos aspectos ambiental, econômico e social. A cada 100m<sup>2</sup> de pisos com aproveitamento de RCC, 2,75 toneladas de resíduos da construção civil deixaram de ser despejadas na natureza, além de 2,43 toneladas de areia deixaram de ser extraídas dos leitos de rios. O produto não perdeu a competitividade no mercado e ainda tem o cunho ambiental e social, ou seja, proporciona viabilidade para investimento público e privado.

Outrossim, diminui-se os gastos de recursos naturais não renováveis, contribuindo para a preservação de ecossistemas e biomas. O produto desenvolvido é indicado para pavimentação urbana, calçadas e passeios. Em âmbito social, o projeto diminui a área destinada para depositar o RCC, passando a estar disponível à sociedade, além de ser uma alternativa a produção em cooperativa e em empresas, movimentando a economia.

## REFERÊNCIAS

- COSTA, R. V. G. DA; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; OLIVEIRA, M. M. DE. Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 127-137, jan./mar. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.
- SOUZA, V. B. Avaliação da Geração de Entulho em Conjunto Habitacional Popular: estudo de caso. Uberlândia, 2005. 251 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- ÂNGULO, S. C., TEIXEIRA C. E., CASTRO, A. L., NOGUEIRA, T. P. Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação. *Eng Sanit Ambient*, v.16 n.3, jul/set 2011, pags. 299-306
- AZEVEDO, Gardênia Oliveira de; KIPERSTOK, Asher ; MORAES, Luis Roberto Santos- RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM SALVADOR: OS CAMINHOS PARA UMA GESTÃO SUSTENTÁVEL, Vol.110 - Nº 1- jan/mar 2006, 65-72
- MIRANDA, L. R. F., ÂNGULO, S. C., CARELI, E. D. A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil:1986-2008. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.
- ALCÂNTARA, Cícero Alves. Reutilização de resíduos sólidos da construção civil. TCC. Universidade Anhebi Morumbi. São Paulo - SP; 2005.
- ULSEN, C., Kahn, H., ÂNGULO, S. C., John, V. M. Composição química de agregados mistos de resíduos de construção e demolição do Estado de São Paulo. *REM: R. Esc. Minas*, Ouro Preto, 63(2): 339-346, abr. jun. 2010
- BAUER, L.A. Falcão; *Materiais de Construção* - Vol. 1 - 5ª Ed. LTC – Rio de Janeiro, 1995.
- ÂNGULO, Sérgio Cirelli; ZORDAN, Sérgio Edurado; JOHN, Vanderley Moacyr. *Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil*. USP, São Paulo - Sp; 2001.