colloquium exactarum

ESTUDO DAS PROPRIEDADES DE BLOCOS SEXTAVADOS DE CONCRETO PARA PAVIMENTAÇÃO COM USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

STUDY OF THE PROPERTIES OF SEXTAVED CONCRETE BLOCKS FOR PAVING WITH USES OF CIVIL CONSTRUCTION RESIDUES

José Augusto Junior[1]; Joyce TatianiMasselani Francisco[1]; Andreza Balsani Dias[1]; Isadora Buchalla Garib Gonçalves[1]; Daniele Araujo Altran[2]; Filipe Bittencourt Figueiredo[3]

[1]Discentes da Universidade do Oeste Paulista. [2]Docente da Universidade do Oeste Paulista. [3]Docente da Universidade Federal da Grande Dourados.
E-mail: joseaugusto95@live.com

RESUMO – A falta de pavimentação das vias urbanas é um problema que ainda acomete muitas localidades do país, gerando declínio de desenvolvimento e consequências prejudiciais em vários âmbitos. Outro problema que afeta a sociedade está ligado ao descarte incorreto de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), cujo volume é extremamente significativo e a possibilidade de reciclagem (não muito explorada, apesar de políticas vigentes que a solicitam) é viável, quando pautada por estudos e análises que a embasam de maneira correta. O presente estudo teve por objetivo traçar uma vertente colaborativa para a resolução dos dois problemas supracitados por meio da substituição de agregado miúdo natural por agregado miúdo reciclado no concreto que compõe peças de pavimentação intertravada. Estimou-se que estas atendessem as normas vigentes e correspondessem as características propostas, como resistência característica à compressão mínima de 35 MPa e absorção máxima de 6%.
Palavras-chave: blocos de pavimentação; concreto; resíduos de construção e demolição.

ABSTRACT –The lack of pavement on urban roads is a problem that still affects many localities of the country, generating a decline in development and harmful consequences in several areas. Another problem that affects society is related to the incorrect disposal of Construction and Demolition Waste (CDW), which volume is extremely significant and the possibility of recycling (not commonly used, despite current policies that request it) is practicable, when ruled by studies and reviews that support it correctly. The objective of this study was to establish a collaborative approach to solve the two problems mentioned above by replacing the small natural aggregate with small-recycled aggregate in the concrete that composes interlocked paving. It was estimated that these would attend the current standards and correspond to the characteristics proposed, such as resistance to minimum compression of 35 MPa and maximum absorption of 6%.
Keywords: paving blocks; concrete; construction and demolition waste.

Recebido em: 30/06/2017
Revisado em: 14/08/2017
Aprovado em:11/12/2017

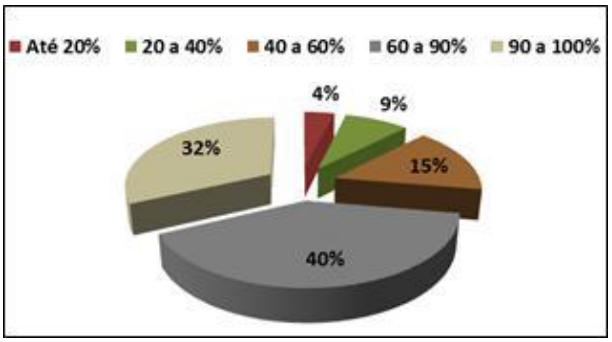
1. INTRODUÇÃO

Com o tempo o homem foi aprimorando os centros urbanos em que viva através da infraestrutura que os compunham. Resultado dessa evolução pode ser associado à pavimentação das vias, definida por Bernucci et al. (2006, p.09) como:

> [...] estrutura de múltiplas camadas de espessuras finitas, construída sobre a superfície final de terraplenagem, destinada técnica e economicamente a resistir aos esforços oriundos do tráfego de veículos e do clima, e a propiciar aos usuários melhoria nas condições de rolamento, com conforto, economia e segurança.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2008, p.49), traz dados percentuais (Figura 1) referentes à Pesquisa Nacional de Saneamento Básico que apontam as proporções de vias pavimentadas nas cidades brasileiras no ano de 2008 (última edição publicada).

Figura 1. Porcentagem de ruas pavimentadas nas cidades brasileiras.



Fonte: (IBGE, 2008. Nota: Elaborado pelos autores).

Em análise aos dados expostos fica perceptível que, apesar de 40% das cidades brasileiras possuírem de 60 a 90% de ruas pavimentadas, 28% das cidades (somatória das três menores fatias do gráfico) apresentavam menos de 60% de suas ruas pavimentadas ou, analogamente, praticamente metade de suas vias sem pavimentação. Mesmo que tais dados sejam atualizados e estes valores melhorados, é ainda muito comum, por todo o país, encontrar-se com facilidade a precária situação exposta o que acarreta inúmeros problemas de cunho social e estrutural.

Um tipo de revestimento comum aplicado aos pavimentos urbanos brasileiros é o de peças de concreto intertravadas (enfoque desta pesquisa). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) define na NBR 9781 (2013) pavimento intertravado como flexível, com camadas de base e sub-base, cujo revestimento superficial se dá por peças de concreto distribuídas continua e

totalitariamente de modo que haja um intertravamento do sistema através da contenção entre as mesmas. Com relação às peças pré-moldadas, a norma prescreve que o concreto que as compõe pode contar com o uso de aditivos além dos insumos básicos (cimento Portland, agregados e água) e "os agregados podem ser naturais, industriais ou **reciclados**" (ABNT 9781, 2013, p.03, grifo dos autores).

A Resolução N° 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) dá diretrizes para o gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Brasil e define agregado reciclado como o material granular obtido a partir do processamento e beneficiamento de resíduos de construção de modo que disponham de características técnicas viáveis para a reinserção no meio construtivo.

Análogo ao fato de que o setor da construção civil produz em grande escala está a realidade de que o mesmo também gera resíduos em grande escala e tal desperdício advém, ou se origina de todas as etapas do processo construtivo (MESSEGUER, 1991). De acordo com a última edição do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2017), os municípios brasileiros coletaram, no ano de 2016, 123.619 toneladas de RCD por dia, o que resulta em aproximadamente 45,1 milhões de toneladas em um ano. Já na cidade Presidente Prudente – SP estima-se que são gerados diariamente 465,73 toneladas de resíduos sólidos, dos quais 45,65% provêm do setor da construção civil (GERES-SAPATA apud PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE, 2012).

Diante das problemáticas expostas, foi traçado o objetivo deste estudo, que se consolidou em analisar as propriedades físicas e mecânicas de peças pré-moldadas de concreto aplicadas em pavimentação intertravada realizando a substituição dos agregados miúdos naturais que as compõem por agregados miúdos reciclados de modo que, com tal alteração, esses componentes ainda se enquadrassem nas exigências impostas por normas, como resistência mínima à compressão de 35 MPa e absorção média menor ou igual a 6%.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo baseia-se no formato de pesquisa experimental de cunho comparativo, de modo a manipular-se uma variável (os agregados miúdos naturais substituídos por agregados miúdos reciclados) e constatar-se qual a proporção da influência que tal alteração causou ao objeto de estudo, neste caso, peças pré-moldadas de concreto para pavimentação intertravada. Para a execução do estudo tratado neste artigo, aplicaram-se os métodos expostos nas subseções seguintes,

sendo todos esses padronizados às formas de controle e observação laboratoriais de modo a obterem-se resultados precisos e seguros.

2.1. Composição do traço

Foi utilizado como referência o traço adotado por Simiele (2010), porém alterando-se a forma de produção das peças e se incrementando mais tipos de resíduos, uma vez que, neste estudo buscou-se realizar um processo de produção que seguisse a maneira mais comum de fabricação deste tipo de pré-moldados, que se resume em produzir um concreto mais consistente (sem valor de *slump* significativo) para que, com isso, as peças possam ser desenformadas logo após serem moldadas e vibradas.

A partir de tais mudanças, foram feitas adequações capazes de alterar a consistência do concreto sem que se houvesse perda de suas propriedades mecânicas. O modo encontrado para desenvolver tal adaptação foi a alteração do tipo de aditivo empregado, uma vez que, conforme argumenta Simiele (2010), é o incremento do aditivo superplastificante que garante a consistência pelo mesmo desejada. Com isso, foi realizada a substituição do aditivo superplastificante por aditivo plastificante, de modo a garantir ainda uma melhoria na trabalhabilidade, porém em uma escala compatível com o resultado almejado (concreto coeso, porém com *slump* nulo).

Após a realização de testes de dosagem, readequação através de *slumptest* pela NM 67 (ABNT, 1998) e ensaio de resistência à compressão em corpos de prova cilíndricos pela NBR 5739 (ABNT, 2007) chegou-se à formulação exposta na Tabela 1, caracterizando o traço padrão a empregado neste estudo.

Tabela 1. Traço padrão.

Traço 1:m		**1:4,52**
Dados da Dosagem	Cimento (kg/m³)	469,5
	Água (kg/m³)	166,7
	Areia (kg/m³)	904
	Brita 1(kg/m³)	1218
	Relação a/c	0,355
	Aditivo Plastificante	0,5% da massa de cimento
	Slump (cm)	0

Fonte: Os autores.

2.2. Pré-seleção, coleta e britagem do RCD

Após a constatação de viabilidade do traço padrão, foi realizada a pré-seleção e coleta dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) de concreto e composição cerâmica, por serem estes os mais abundantes no cenário produtivo da construção civil.

Os resíduos de construção e demolição utilizados para este estudo foram pré-selecionados e coletados em obras realizadas no Campus II da Universidade do Oeste Paulista.

Tal material passou por processo de britagem em moinho de facas, sendo triturados e armazenados separadamente de acordo com a tipologia. O material resultante deste procedimento foi submetido, assim como o agregado miúdo natural a ser substituído, a ensaios laboratoriais de granulometria pela NBR 7217 (ABNT, 1987a) e pela NBR 7211 (ABNT, 2009) e determinação da massa específica pela NBR 9776 (ABNT, 1987b), de modo a comparar tais características e verificar a viabilidade da substituição. As amostras analisadas se deram em uma mistura de 50% de resíduos cerâmicos e 50% de resíduos de concreto

2.3. Pré-saturação do agregado miúdo reciclado

Constatou-se a necessidade de pré-saturação do agregado miúdo reciclado antes que fossem estes incorporados ao traço, uma vez que, conforme explanam Malta et al. (2014), os resíduos cerâmicos tendem a absorver em demasia a água de amassamento do traço o que leva a uma descaracterização do mesmo. A pré-saturação foi realizada com adição de água em uma quantia equivalente a 6,7% da massa de agregados reciclados, 10 minutos antes de esses serem incorporados à mistura na betoneira. A homogeneização se sucedeu através de movimentos circulares com uso de colheres, visando tornar a absorção mais uniforme possível.

2.4. Teor Ótimo de Substituição

O teor ótimo de substituição consiste na porcentagem de substituição de agregado natural por agregado reciclado (RCD) que se realiza no traço padrão e que culmina em um novo traço, cujos resultados devem ser os mais próximos possíveis (devendo estar ambos em conformidade as normas).

No estudo realizado por Simiele (2010) o teor de substituição definido como ótimo e que melhor se desempenhou frente a outras porcentagens foi o de 60%, ou seja, 60% do agregado miúdo natural empregado ao traço pôde ser composto por material reciclado de modo que as características obtidas estivessem em conformidade com a norma.

Diante disso, o teor de substituição de agregado natural por agregado reciclado utilizado neste trabalho também foi de 60%. Porém, diferente de Simiele (2010), no estudo que aqui se expõe realizou-se substituição com agregados cerâmicos e de concreto (sendo empregado metade de cada tipo, em cada proporção utilizada) e a utilização de outra tipologia de aditivos.

Sendo assim, o traço caracterizado pelo teor ótimo de substituição embasado a

partir da formulação do traço padrão é o que se reproduz na Tabela 2.

Tabela 2. Traço com Teor Ótimo de Substituição

Traço 1:m		**1:4,52**
Dados da Dosagem	Cimento (kg/m³)	469,5
	Água (kg/m³)	166,7
	Areia (kg/m³)	361,6
	Agregado Miúdo Reciclado (kg/m³)	542,40
	Brita 1(kg/m³)	1218
	Relação a/c	0,355
	Aditivo Plastificante	0,6% da massa de cimento
	Slump (cm)	0

Fonte: Os autores.

2.5. Moldagem das peças e estudos comparativos

A confecção das peças pré-moldadas de concreto se deu tanto com traço padrão quanto com o Teor Ótimo de Substituição, seguindo a metodologia já mencionada de passagem por mesa vibratória e desenforma instantânea com fôrmas metálicas.

As fôrmas utilizadas na confecção possuíam formato hexagonal com profundidade característica de 8 cm, dimensão longitudinal de 30 cm e cada aresta de 18 cm. Sendo essas caracterizadas como peças do Tipo III pela NBR 9781 (ABNT, 2013), cujos formatos geométricos são característicos e o peso superior a 4 kg. Realizaram-se ensaios de resistência à compressão aos corpos de prova sextavados com idades de 7, 14 e 28 dias e ensaio de absorção de água com idade de 28 dias. Todos esses procedimentos se sucederam em congruência com os prescritos da NBR 9781 (ABNT, 2013).

3. RESULTADOS

Para o teste inicial com o traço padrão foram moldados 09 corpos de prova cilíndricos a serem rompidos com idades de 07, 14 e 28 dias. Os procedimentos, que se sucederam através das especificações da NBR 5739 (ABNT, 2007), culminaram em uma resistência média a compressão de **44,40 MPa** aos 28 dias.

Foram realizados ensaios de determinação de massa específica tanto com o agregado miúdo natural quanto com o reciclado seguindo as especificações da NBR 9776 (ABNT, 1987b). Obtendo-se os valores de **2,69 g/cm³** para o agregado miúdo natural e **2,45 g/cm³** para o agregado miúdo reciclado (50% em massa de resíduos cerâmicos e 50% em massa de resíduos de concreto).

Com relação ao ensaio de granulometria foram tomados os procedimentos prescritos na NBR 7217 (ABNT, 1987a), obtendo-se os resultados em massa retida e porcentagem retida acumulada apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Distribuição granulométrica do Agregado Miúdo Natural.

Agregado Miúdo Natural			
Peneira	Abertura (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Acumulada
4	4,76	5,5	0,6
8	2,38	23,8	2,9
16	1,19	66,0	9,6
30	0,59	216,1	31,2
50	0,29	430,6	74,3
100	0,149	237,2	98,1
200	0,0074	16,3	99,7
Fundo	0	2,8	100,0

Fonte: Os autores.

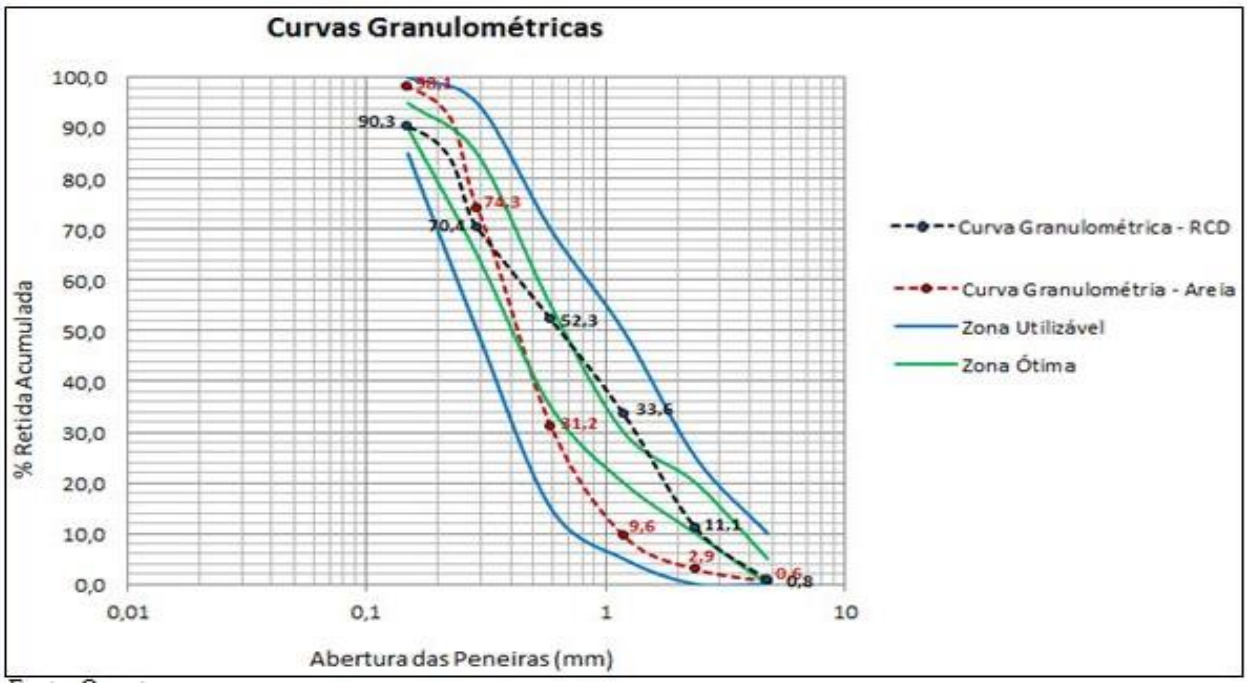
Tabela 4. Distribuição granulométrica do Agregado Miúdo Reciclado.

Agregado Miúdo Reciclado			
Peneira	Abertura (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Acumulada
4	4,76	8,06	0,8
8	2,38	103,02	11,1
16	1,19	223,99	33,6
30	0,59	186,96	52,3
50	0,29	180,44	70,4
100	0,149	198,87	90,3
200	0,0074	64,85	96,8
Fundo	0	31,94	100,0

Fonte: Os autores.

Já a classificação desses resultados em Zona Ótima ou Zona Utilizável se dá de acordo com a elaboração das curvas granulométricas junto aos limites impostos pela NBR 7211 (ABNT, 2009), limites esses que, ao serem plotados no gráfico de curvas originam as faixas de classificação (Figura 2).

Figura 2. Classificação das curvas granulométricas.



Fonte: Os autores.

Em análise as curvas e faixas de classificação granulométricas acima, o Agregado Miúdo Natural (areia) foi classificado em Zona Utilizável e o Agregado Miúdo Reciclado (RCD) em Zona Ótima, conforme traz o gráfico mostrado.

Após as análises comparativas dos agregados miúdos foram moldadas as peças de blocos sextavados de concreto em consonância com a NBR 9781 (ABNT, 2013), sendo este batido em betoneira e submetido à mesa vibratória por 1 minuto.

Obtiveram-se 12 peças de traço padrão e 12 de traço com Teor Ótimo de Substituição de 60% a serem rompidos com idades de 7, 14 e 28 dias.

As resistências médias finais de compressão obtidas na idade de 28 dias foram de **47,26 MPa** para o traço padrão e **43,28 MPa** para o traço com Teor Ótimo de Substituição (60% de agregados miúdos reciclados)**.** Ambos atendendo ao mínimo de 35 MPa ditado pela norma.

Já os ensaios de absorção (propriedade estritamente ligada à vida útil do concreto) foram realizados com 3 peças de cada um dos dois tipos de concreto, nos quais os valores finais médios obtidos foram de **2,52%** de absorção para o traço padrão e **5,67%** para o traço com Teor Ótimo de Substituição (60% de agregados miúdos reciclados).

Ambos satisfazendo as prescrições da NBR 9781 (ABNT, 2013) que dita que tais valores médios não devem exceder a 6% e nenhum valor individual a 7%.

Por fim, ressalta-se ainda que todos os *slumptests*resultaram em 0 mm.

4. DISCUSSÃO

Com relação à massa específica, neste estudo a disparidade entre esta propriedade não se mostrou tão grande, obteve-se uma diferença de apenas 0,24 g/cm³ ou 8,92%. Devido ao fato de tal discrepância ser baixa, esta não afetou de maneira drástica a composição dos traços e nem ocasionou diferença volumétrica às quantidades projetadas. Além disso, ao se obter massas específicas semelhantes é possível a aplicação destes materiais como opção de substituição aos já utilizados de maneira mais direta, sem necessidade de cálculos compensatórios de equivalência.

No que diz respeito aos resultados obtidos com os ensaios de granulometria o agregado reciclado (RCD) sendo classificado em zona ótima apresentou melhor desempenho que o natural, classificado em zona utilizável.

Sem a realização da pré-saturação as misturas que envolveram o emprego de resíduos poderiam se tornar inviáveis, devido tamanha influência que a absorção destes provocaria nas propriedades do traço, como

a trabalhabilidade. A proporção de água para pré-saturação utilizada neste estudo (6,7% sobre a massa de agregado reciclado empregado) mostrou-se satisfatória, pois possibilitou a correta moldagem das peças e um estado fresco do concreto coerente ao que se esperava, ou seja, nem seco o bastante ao ponto de segregar, nem com água em demasia de modo a alterar o fator água/cimento (a/c).

O fato de todos os *slump tests* terem resultado em zero é um dado positivo quando analisado levando-se em consideração o modo como se sucederam a produção das peças. Caso possuíssem um nível expressivo de fluidez não seria possível o desmolde instantâneo das peças.

O implemento de agregado miúdo reciclado em substituição ao agregado miúdo natural influenciou na consistência e resistência das peças avaliadas. Ao traço com utilização de substituição do agregado miúdo natural por reciclado foi constatada uma trabalhabilidade inferior e textura mais seca, mesmo com uso de pré-saturação.

Com relação à resistência, houve uma diferença de 3,98 MPa na média obtida com idade de 28 dias entre os dois traços, sendo o que possuía implemento de agregados miúdos reciclados 8,42% menos resistente do que o padrão utilizado como base comparativa.

O adensamento do concreto com auxilio de mesa vibratória foi um procedimento essencial na produção das peças, conferindo-lhes homogeneidade e a garantia das propriedades para as quais foram dimensionadas.

Com relação à absorção, constatou-se maior porcentagem nos blocos com utilização de agregado reciclado, estes absorveram em média 3,15% de água a mais do que os confeccionados com traço padrão. Tal fato está ligado a maior capacidade de assimilação de água apresentada pelos agregados reciclados. Apesar de ficarem relativamente próximos ao limite máximo de 6% de absorção estabelecido pela norma, tal resultado é satisfatório e atende aos requisitos projetados.

5. CONCLUSÃO

As comparações dos resultados e aanálise da influência da incorporação do RCD ao traço, realizadas neste estudo, apontam que é tecnicamente viável a incorporação de agregados miúdos reciclados a partir do beneficiamento de resíduos de concreto e cerâmico ao traço que incorpora a confecção de peças pré-moldadas para pavimentação intertravada.

Apesar de uma diminuição nos valores de resistência média à compressão das peças, massa específica dos agregados miúdos e absorção do concreto, quando

comparados, todos os resultados obtidos satisfizeram às especificações normatizadas que lhes dizem respeito.

Com relação ao teor ótimo de substituição de 60% proposto por Simiele (2010), este se mostrou coerente. O uso de resíduos cerâmicos em conjunto aos de concreto (diferente do realizado pelo mencionado autor, que contempla apenas resíduos de concreto) possibilita que se englobe uma quantidade maior e mais abrangente de refugos o que potencializa o emprego da reciclagem destes materiais.

Já no que diz respeito ao processo de pré-saturação conclui-se que é importante que se estabeleça a quantia correta de água e o tempo necessário a este preparo, pois com esses fatores definidos de forma coesa obtém-se a ocupação precisa de água nos grãos de modo que não seja esta insuficiente (o que geraria a absorção excessiva da água de amassamento e a segregação dos componentes do concreto) e nem seja demasiada (o que provocaria a liberação de água para a mistura, alterando o fator a/c e interferindo nas propriedades). Tais valores podem ser obtidos a partir de estudos pré-existentes (como é o caso do que se expõe neste artigo) com materiais de mesma tipologia ou realização de novos experimentos.

Dessa forma, firmado que é promissor o emprego de agregados reciclados ao concreto que origina blocos para pavimentação intertravada, haja vista a necessidade cada vez mais emergente de se aplicar técnicas capazes de mudar o quadro estabelecido no qual a construção civil é um dos setores que mais consome matéria prima mineral e que mais gera resíduos em sua cadeia produtiva, resíduos esses dispostos de forma incorreta e sem incremento de técnicas de reciclagem ou reaproveitamento de forma efetiva.

A comprovação de viabilidade do uso de materiais de construção reciclados através de estudos e pesquisas contribui para a quebra de paradigmas e bloqueios que é estabelecida frente ao emprego desses insumos. É de extrema importância que tais resíduos sejam coerentes a reciclagem, devendo ser previamente selecionados de modo a estarem enquadrados às classificações impostas por leis e políticas vigentes.

Por fim, é relevante destacar propostas de trabalhos futuros a serem desenvolvidos a partir deste, de modo a aprimorar a concepção do estudo, como:

- Realizar alterações no traço com relação à consistência, para que dessa forma se analise a influência obtida na absorção que, apesar de estar em conformidade com as normas ficou muito próxima do limite máximo estabelecido;

- Submeter as peças sextavadas a ensaio de resistência à abrasão de modo a verificar se atendem aos critérios pautados por norma com relação a esta propriedade;
- Realizar a aplicação das peças compostas a partir da incorporação de agregados miúdos reciclados (RCD) em um "trecho modelo", analisando o comportamento dessas diante da situação de tráfego real;
- Realizar uma análise mais aprofundada do agregado miúdo reciclado (RCD) a partir de características químicas e mecânicas não contempladas neste estudo;
- Analisar a viabilidade de incorporação dos agregados reciclados obtidos neste estudo em outras aplicações, como argamassas e blocos de alvenaria estruturais.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados para concreto – Especificação. NBR 7211, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados - Determinação da composição granulométrica. NBR 7217, 1987a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do Frasco de Chapman. NBR 9776, 1987b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto – Determinação da resistência pelo abatimento de tronco de cone. NBR NM 67, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. NBR 5739, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Peças de concreto para pavimentação- Especificação e métodos de ensaio. NBR 9781, 2013.

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2016. São Paulo – SP, 2017.

BERNUCCI, L. B. et al. Pavimentação asfáltica: formação básica para engenheiros. PETROBRAS: ABEDA. Rio de Janeiro, 2006.

CONAMA. Resolução N^{O} 307, de 5 de julho de 2002. Publicada no DOU nº 136, de 17/07/2002, págs. 95-96.

IBGE. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Pesquisa nacional de saneamento básico. 2008.

MALTA, J. O. et al. Influência da pré-saturação do agregado miúdo reciclado na viscosidade e resistência à compressão de argamassas. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 85-98, jan./mar. 2014. https://doi.org/10.1590/S1678-86212014000100008

MESSEGUER, A. Controle e garantia da qualidade na construção. São Paulo: SINDUSCON, 1991.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos de Presidente Prudente - São Paulo. Presidente Prudente: Prefeitura Municipal, 2012.

SIMIELE, D. Aproveitamento de resíduos de concreto na confecção de peças para pavimento intertravado de concreto. 2010. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, 2010.