

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA PRODUÇÃO DE NOVOS CONCRETOS

Magno Dourado Batista¹

RESUMO

O campo da Construção Civil é responsável por um grande impacto ambiental, principalmente com o grande volume de resíduos gerados em obras de construção ou de demolição, afetando também com a retirada de recursos naturais, como: areia, brita, cal, água potável e madeira. Várias maneiras têm sido desenvolvidas para reduzir a geração de resíduos na fonte, reutilizando sempre que possível na forma de agregados reciclados. As diferentes formas de dosar os concretos, bem como os diferentes tratamentos dados aos agregados reciclados, influenciam as propriedades do concreto nos estados fresco e endurecido. O trabalho teve como objetivo abordar a influência da adição do Resíduo de Construção Civil (RCC) como agregado, na resistência à compressão do concreto. A prática deste se deu em Brasília – DF onde se verificou as principais características dos resíduos e notou-se a predominância de fragmentos cerâmicos em sua composição, os métodos utilizados para dosar os concretos reciclados são os mesmos para dosar concretos convencionais, com alguns ajustes de parâmetros. O agregado foi utilizado na sua fração miúda e graúda, em três percentuais fixados em 0%, 50% e 75% de substituição. A adição de 50% do RCC como agregado, apresentou valores bem aproximados aos 7 e aos 14 dias, aumentando a resistência aos 28 dias, mas, apesar disso, em relação ao concreto de referência, a resistência foi baixa. É possível perceber com a adição de 75% do RCC a resistência sempre manteve abaixo de tanto do concreto referência quanto do concreto com adição de 50%, mas foi ganhando resistência aos 7 e 28 dias de cura, percebendo-se que aos 28 dias ficou apenas 2 MPa abaixo do concreto com 50% de RCC. De acordo com os ensaios realizados, verificou-se que a utilização do resíduo como substituto parcial do agregado torna-se uma alternativa, pois para execução de algumas obras os valores de resistência obtidos ficariam de acordo com o solicitado, um exemplo seria para calçadas em concreto que devem ser construídas com um fck de 12 MPa.

Palavras-chaves: Concreto novo; Resíduos de construção civil; Agregados de construção civil.

ANALYSIS OF FEASIBILITY FOR USING CONSTRUCTION RESIDUES IN THE MANUFACTURE OF CONCRETE

ABSTRACT

The construction sector is responsible for a large environmental impact, especially with the large volume of waste generated in construction or demolition, also affecting with the removal of natural resources such as sand, gravel, lime, drinking water and wood. Several ways have been developed to reduce the generation of waste at source, reusing wherever possible in the form of recycled aggregates. Different ways of dosing the concrete, as well as the different treatments given to the recycled aggregates, influence the properties of the concrete in fresh and hardened state. The study aimed to evaluate the influence of the addition of the Civil Construction Residue (CCR) as aggregate, the strength of concrete compression. The practice of this took place in Brasilia - DF where it was found the main characteristics of the waste and noted the predominance of ceramic fragments in its composition, the methods used to quantitate the recycled concrete are the same for dosing conventional concrete, with some adjustments parameters. The pellet was used in a girl fraction and Graúda in three percentage set at 0%, 50% and 75% substitution. Addition of 50% of RCC as aggregate, and approximate values presented at 7 and 14 days, increasing strength after 28 days, but nevertheless compared to the reference concrete, the strength was low. It is possible to realize with the addition of 75% of RCC resistance always maintained below both the actual reference as concrete with addition of 50% but gained strength at 7 and 28 days of curing, perceiving that at 28 days was just below 2 MPa concrete with 50% RCC. According to the performed tests, it was found that the use of waste as a partial substitute for aggregate becomes an alternative, since for performing some works the obtained resistance values would be according to the request, an example would be to sidewalks concrete that must be built with a fck12 MPa.

Keywords: New concrete; construction waste; construction aggregate.

¹ Engenheiro Civil pela Universidade Paulista Campus Brasília

INTRODUÇÃO

Os resíduos gerados na indústria da construção civil possuem características diferenciadas, sendo basicamente compostos por concretos, assim causando danos ao meio ambiente. Esse material é um grande responsável pela geração e acúmulo de resíduos de construção civil (RCC), para minimizar os danos causados, têm-se buscado novos rumos para a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos.

Os RCC muitas vezes, são depositos em locais irregulares, como em terrenos baldios, calçadas, vales etc., causando obstrução no escoamento e percurso das águas, provocando, inundações, assoreamento de ruas, deslizamento de terras, principalmente nas áreas urbanas, chegando a interferir na saúde pública, causando ônus aos cofres públicos. Os mesmos normalmente são constituídos de materiais heterogêneos, de diferentes complexidades, como restos de pinturas e produtos químicos, encontrando-se, às vezes, resíduos orgânicos, como alimentos e resíduos de vegetação. Esses resíduos se decompõem liberando efluentes gasosos ou líquidos que podem poluir o ambiente, atrair vetores de doenças, além da degradação visual (PIMENTEL, 2013).

No modelo produtivo atual os resíduos sempre são gerados, seja na produção de bens de consumo duráveis (edifícios, pontes e estradas) ou não duráveis (embalagens descartáveis). Neste modelo a produção quase sempre utiliza matérias-primas não renováveis de origem natural, o que, até recentemente, não apresentava problemas em razão da abundância de recursos naturais e menor quantidade de pessoas incorporadas à sociedade de consumo (JOHN, 2000).

O aproveitamento de RCC deve ser uma das práticas a serem adotadas nos canteiros das obras, visando um processo sustentável ao longo dos anos, proporcionando economia de recursos naturais e minimizando o impacto ao meio-ambiente. O potencial de reaproveitamento e reciclagem de RCC é significativo, e a exigência da incorporação destes resíduos em determinados produtos tende a ser benéfica, já que proporciona economia de matéria-prima e energia (SANTOS, 2008).

De maneira geral, ao entulho sempre foi dispensado o mesmo tratamento dado ao lixo. Algo que se pode vender se houver alguém disposto a pagar por ele, ou em caso contrário, se paga a alguém para levá-lo, sem se preocupar com o destino que lhe será dado. Isto sempre foi facilmente resolvido pelos transportadores de resíduos que acabam jogando os materiais em locais nem sempre permitidos. O resultado ainda pode ser visto nos bota-foras clandestinos e na degradação de áreas urbanas: rios e córregos assoreados,

bueiros e galerias entupidos e, conseqüentemente, enchentes em vias marginais, que acabam comprometendo a qualidade de vida da sociedade (DALPINO, 2008).

Uma das grandes vantagens da reutilização do resíduo é a possibilidade do agregado reciclado poder ser aplicado com sucesso em vários produtos, além da não ocupação de espaço em aterros sanitários e a redução do uso dos recursos naturais. Em municípios onde a reciclagem de RCC foi implantada, têm-se a aplicação destes resíduos em serviços simplificados (VERAS, 2012).

O presente trabalho tem como objetivo verificar resistência do concreto produzido com diferentes percentuais de agregado reciclado, oriundos de resíduos da indústria da construção civil. Onde se pretende avaliar propriedades mecânicas, de durabilidade para uso no mercado e direcionando o RCC que ocupa espaço e danifica o meio ambiente.

METODOLOGIA

Este item apresenta as metodologias aplicadas para a caracterização e classificação dos materiais para elaboração desse artigo. Foram obtidos os agregados reciclados de uma obra de demolição em Brasília - DF, onde o material foi coletado, separado e classificado, e após foram feitos ensaios laboratoriais para análise da viabilidade da adição do RCC no concreto.

Foram estabelecidos traços para determinar a adição do RCC, a fim de avaliar qual traço seria o melhor para obtenção de melhores propriedades mecânicas no concreto. Com isso, foram confeccionados corpos de prova para realização dos ensaios. Estes ensaios foram realizados para comparar as propriedades do concreto referência, com o concreto com adições diferentes de RCC.

Materiais

Para o estudo da adição do RCC no concreto foi necessária à utilização dos seguintes materiais para a realização dos corpos de prova e dos ensaios:

- Cimento Portland CPV ARI;
- Água;
- Agregado miúdo: Areia;
- Agregado graúdo: Brita;
- Resíduo de construção civil.

2.1.1 Cimento

Na execução dos concretos e argamassas foi utilizado o cimento Portland composto CP V - ARI (Cimento Portland de Alta Resistência Inicial). Este tipo de cimento foi escolhido por não possuir adição pozzolânica, fato este que pode influenciar nos resultados dos ensaios, além de conferir uma alta resistência inicial logo nas primeiras idades. As características químicas, físicas e mineralógicas do cimento utilizado foram provenientes do fabricante. As Tabelas 2.1 e 2.2 a seguir mostram essas características.

Tabela 2.1 – Composição química do CP V ARI.

Composição Química (%)	
Perda ao fogo	3,92
RI	1,49
SO ₃	3,46
CaO livre	2,14

Tabela 2.2 – Finura, Expansibilidade, Pega e Consistência do CP V ARI.

Finura				Expansibilidade	Pega		Consistência
Massa específica (g/cm ³)	Blaine (cm ² /g)	#325 (%)	#200 (%)	Quente (mm)	Início (mm)	Fim (mm)	Normal (%)
3,11	4.200	3,10	0,15	0,50	145	210	28,80

A caracterização do cimento fornecida pelo fabricante está de acordo com a NBR 5733 (ABNT, 1991).

Caracterização do agregado graúdo e miúdo

O agregado miúdo utilizado foi areia natural de origem quartzosa, comercializada no mercado de Brasília e utilizada toda a fração passante na malha de # 4,75 mm, sendo descartada toda fração superior a este valor.

Foram determinadas as composições granulométricas dos agregados, seguindo as normas NBR 7217 (ABNT, 1987) e NBR 7211 (ABNT, 2009). Após a coleta das amostras, as mesmas foram colocadas devidamente para secar em estufas, e o seu esfriamento foi em temperatura ambiente. Em seguida, encaixou as peneiras, previamente limpas, de modo a formar um único conjunto de peneiras, com a abertura de malha em ordem crescente da base para o topo e foi colocada a primeira amostra na peneira.

Posteriormente as peneiras foram submetidas à agitação mecânica por um tempo razoável e necessário para fazer a classificação do material. Em seguida as peneiras são

retiradas e é calculada a porcentagem retida do material em cada uma de acordo a massa inicial da amostra, obtendo assim a granulometria da amostra. Esse processo foi realizado em todas as amostras.

RCC

Após a coleta do material foram realizadas a seleção e a retirada de impurezas. A fração cerâmica do resíduo foi aproveitada, o beneficiamento do resíduo foi realizado na forma de triagem, onde o RCC foi separado e classificado, passando depois para a trituração manual do resíduo. O material passou pelo ensaio granulométrico para poder ser utilizado como agregado para o concreto.

Confecção dos corpos de prova

A confecção dos corpos de prova foi dividida em: cálculo do traço, preparo da massa, moldagem do material, tempo de cura e rompimento.

Realizaram um estudo sobre dosagens de concretos para pequenas obras conforme a Tabela 3.1, e de acordo com estas dosagens foi possível realizar o cálculo do traço, o qual foi definido com resistência mínima aos 28 dias de 30 MPa (BARBOZA; BASTOS, 2008).

Moldagem e cura

Depois de verificar o abatimento, pegou - se os moldes cilíndricos, com dimensões de 10 cm de diâmetro e 20 cm de altura.

A massa de concreto foi despejada nos moldes em três etapas. Conforme a norma NBR 5738/2008 para corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 10 cm e adensamento manual, o número de golpes para o adensamento são definidos como 12 golpes. Esperou um dia de cura necessário para a realização da desmoldagem.

Foram feitos 9 corpos de prova, sendo eles: 3 corpos de prova para o traço com 0 % de adição de RCC, 3 corpos de prova para o traço com adição de 50% de RCC e 3 corpos de prova para o traço com adição de 75%.

Feito a desmoldagem, os corpos de provas foram submetidos a um tanque com água, pelo tempo de 24 horas. Retirados da câmara úmida os corpos de prova tiveram uma cura de acordo com suas idades a temperatura ambiente, sendo devidamente molhados. Não se devem realizar os testes com os corpos de provas úmidos, pois isso afeta resultados finais.

Compressão

Os ensaios de compressão foram realizados na Universidade Paulista – UNIP campus Brasília, foram feitos 9 corpos de prova com tempo de cura de 7, 14 e 28 dias. Os corpos de prova foram devidamente colocados na prensa e submetidos à pressão. Seguindo os procedimentos determinados segundo NBR 5739 (ABNT, 2007) – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos realizou-se a limpeza das faces do corpo de prova e dos pratos da prensa.

Na sequência o corpo de prova foi cuidadosamente centralizado no prato inferior. Então iniciou o processo de ruptura, onde o carregamento foi aplicado continuamente e sem choques até a ocorrência da queda da força e ruptura do mesmo. Esse processo foi seguido durante a realização dos ensaios com todos os corpos de prova.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste item são apresentados os resultados da caracterização preliminar e das propriedades físicas estudadas. Os resultados aqui discutidos são referentes ao estudo de um novo concreto com diferentes misturas de Resíduo de Construção Civil (RCC) de Brasília – DF.

Preparo do concreto

O preparo do concreto foi realizado manualmente pelo autor, com a mistura dos materiais secos na seguinte ordem: agregados graúdos, agregados miúdos, cimento. Após a homogeneização foi colocada à água até a obtenção do concreto homogêneo. O processo foi realizado da mesma forma com os concretos com adição, o resíduo foi adicionado nas proporções definidas, sendo 0% de adição, 50% de adição e 75% de adição.

Confecção dos corpos de prova

Para a obtenção da dosagem foram utilizados os traços calculados na Tabela 3.1. Foram feitas três dosagens de concreto, sendo duas dosagens com diferentes quantidades de RCC, e uma dosagem para concreto de referência, sendo utilizado 0,59 para o fator água/cimento, assim possibilitando observar o comportamento do agregado miúdo na mistura.

Tabela 3.1 – Dados do traço.

Resistência de dosagem esperada (MPa) na idade (dias)				TRAÇO									
				Para 1kg de cimento				Para 1 metro cúbico					
1	3	7	28	Areia (kg)	Pedra (kg)	a/c	Aditivo (%)	Cimento (kg)	Areia (kg)	Pedra (kg)	Água (kg)	Aditivo (kg)	
13	23	26	30	2,59	2,71	0,59	1,5	337	873	913	199	5,1	

Fonte: Barbosa; Bastos, 2008.

Caracterização dos materiais miúdo

A análise granulométrica dos solos foi obtida através do processo de peneiramento para a fração grossa. Os procedimentos estão de acordo com o método de ensaio “Agregados para concreto – especificação” NBR 7211. A Tabela 3.2 a 3.4 mostra as distribuições granulométricas dos agregados miúdos, graúdo e do RCC.

Tabela 3.2 – Granulometria (NBR 7211).

Areia		
Peneiras	Peso retido (g)	Quantidade retida (%)
4,75	11	1,2
2,36	57	6,6
1,18	350	40,5
0,6	309	36
0,3	99	11,5
0,15	31	3,5
Fundo	6	0,7
Total	863	100
Módulo de finura = 3,36		
Diâmetro Máximo = 4,8		

O agregado miúdo classifica-se como areia grossa, pois o material está entre as peneiras de 0,15 mm a 4,75 mm, o diâmetro da areia foi inferior a 4,8 mm.

Tabela 3.3 – Granulometria (NBR 7211).

Brita		
Peneiras	Peso retido (g)	Quantidade retida (%)
12,5	431	34,8
9,5	519	41,9
6,3	249	20,1
4,75	32	2,5
2,36	5	0,4
1,18	0	0
0,6	0	0
0,3	0	0
0,15	0	0
Fundo	4	0,3
Total	1240	100
Módulo de finura = 6,73		
Diâmetro Máximo = 12,5		

A análise granulométrica do agregado graúdo: brita calcária, está apresentado na Tabela 3.3. Com os resultados foi possível classificar o agregado como Brita 1, o diâmetro está compreendido entre as peneiras de 0,15 mm a 12,5 mm, o diâmetro da brita 1 foi inferior a 19 mm.

Tabela 3.4 – Granulometria (NBR 7211).

Resíduos de Construção Civil		
Peneiras	Peso retido (g)	Quantidade retida (%)
19	15	1,4
12,5	190	18,9
9,5	125	12,3
6,3	173	17,2
4,75	77	7,5
2,36	162	16,1
1,18	112	11,1
0,6	73	7,2
0,3	37	3,7

0,15	21	2,1
Fundo	25	2,5
Total	1010	100
Módulo de finura = 5,34		
Diâmetro Máximo = 19,0		

Além das análises granulométricas dos agregados naturais, fez-se também o ensaio granulométrico do resíduo de construção civil - RCC. O ensaio apresentou os resultados, representados na Tabela 3.4, onde foi possível perceber uma granulometria contínua, contendo agregado miúdo e graúdo, correspondendo a uma mistura da brita 1 com a areia, o diâmetro do RCC foi inferior a 19 mm.

Ensaio de resistência à compressão

Após o tempo de cura, foram realizados ensaios mecânicos de resistência à compressão para obtenção dos resultados. Nas Tabelas 3.5 a 3.7 a seguir mostra os valores de resistência à compressão MPa para os corpos de prova, de acordo com seu tempo de cura e a porcentagem em que o resíduo foi adicionado como agregado para o concreto.

Tabela 3.5 – Tempo de cura 7 dias.

Nº C.P	Idade (Dias)	Ruptura (kgf/m ²)	MPa	Observações
1	7	264,97	26	0% Adição de RCC
2	7	218,00	21	50% Adição de RCC
3	7	186,92	18	75% Adição de RCC

Para os concretos confeccionados com agregados miúdos reciclados, não foi observado resultados de resistência que superassem os valores obtidos no concreto referencia. No sétimo dia houve uma queda de resistência em aproximadamente 18% quando adicionou 50% de RCC relacionando com o de 0% de RCC; já quando foi 75% de RCC observou-se que teve uma queda de aproximadamente 29,5% na resistência.

Tabela 3.6 – Tempo de cura 14 dias.

Nº C.P	Idade (Dias)	Ruptura (kgf/m ²)	Mpa	Observações
1	14	285,57	28	0% Adição de RCC
2	14	220,91	22	50% Adição de RCC
3	14	195,90	19	75% Adição de RCC

No décimo quarto dia houve uma queda de resistência em aproximadamente 23% quando adicionou 50% de RCC comparando com o de 0% de RCC; o de 75% de RCC apresentou um valor igual a 195,90 uma queda de aproximadamente 32% comparado com 0% de RCC.

Tabela 3.7 – Tempo de cura 28 dias.

Nº C.P	Idade (Dias)	Ruptura (kgf/m ²)	MPa	Observações
1	28	306,14	30	0% Adição de RCC
2	28	245,01	24	50% Adição de RCC
3	28	229,98	22	75% Adição de RCC

Nota-se que houve uma queda de resistência em aproximadamente 20% quando adicionou 50% de RCC relacionando com o de 0% de RCC; com 75% de RCC apresentou um valor igual a 229,98, uma queda de aproximadamente 25% comparado com 0% de RCC.

A Figura 3.1 apresenta o gráfico do fck em função dos dias comparando o concreto referência com os concretos de 50% e 75% de adição do RCC, relacionado aos dados das tabelas 3.5, 3.6 e 3.7.

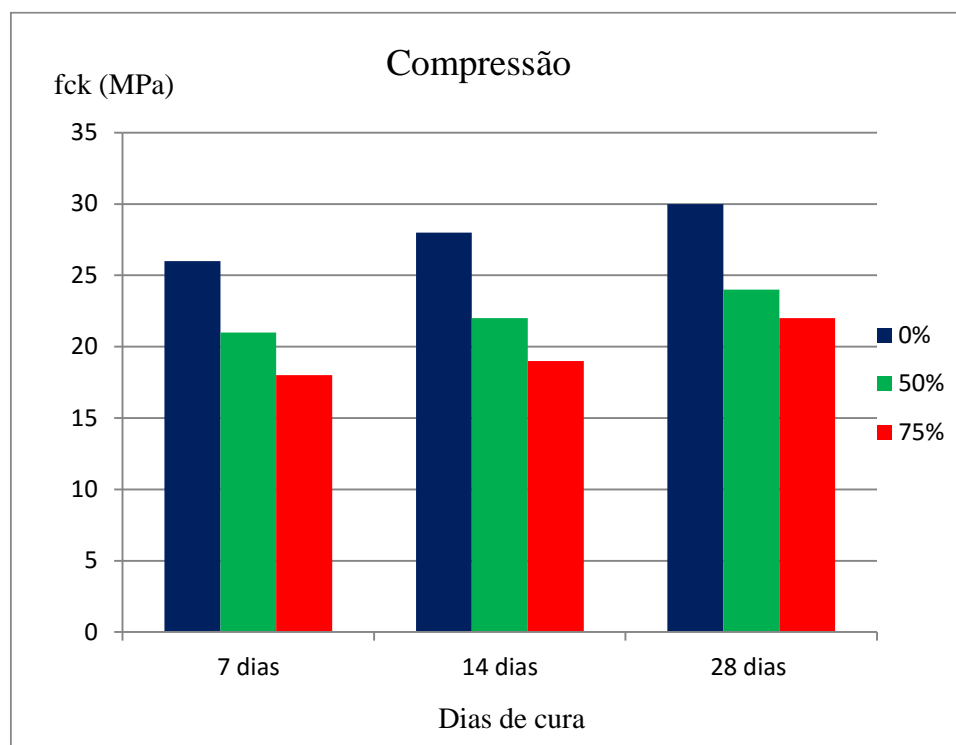


Figura 3.1 – Ensaio à compressão.

Com relação aos dados Figura a porcentagem de 0% representa o concreto de referência, por isso, para a análise da resistência das outras porcentagens, foram utilizados

os valores de 0% para as comparações. Analisando o gráfico nota-se que o concreto de referência apresentou valores de resistência à compressão superior aos demais tipos de concreto em todas as idades.

A adição de 50% do RCC como agregado, apresentou valores bem aproximados aos 7 e aos 14 dias, aumentando a resistência aos 28 dias, mas, apesar disso, em relação ao concreto de referência, a resistência foi baixa.

É possível perceber com a adição de 75% do RCC a resistência sempre manteve abaixo de tanto do concreto referência quanto do concreto com adição de 50%, mas foi ganhando resistência aos 7 e 28 dias de cura, percebendo-se que aos 28 dias ficou apenas 2 MPa abaixo do concreto com 50% de RCC.

As propriedades de certos resíduos permitem que esses sejam utilizados em substituição parcial à matéria-prima utilizada como insumo convencional na construção. O resíduo de construção civil é um material heterogêneo, cuja natureza é diferente, composto por elementos, irregulares, desiguais e distintos, o que pode comprometer a qualidade final do concreto. Como agregado para a pavimentação é um material muito usado, devido às propriedades físicas e mecânicas do material. O RCC é um material de fácil trabalhabilidade para a pavimentação e há uma crescente no uso do reciclado.

A utilização de resíduos da construção civil em camadas de pavimentos tem sido uma experiência bem sucedida da cidade de Belo Horizonte, onde, desde 1996 até julho de 2001, foram utilizadas 136.840 toneladas de resíduos, num total de 271 ruas implantadas e construídas, resultando em aproximadamente 400 km de ruas, segundo a Secretaria de Serviços Urbanos da Prefeitura Municipal (DIAS,2004).

É possível concluir que o uso do agregado reciclado no concreto, em proporções convenientemente dosadas, não afeta a resistência à compressão (VIEIRA; MOLIN; LIMA, 2004).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando aprimorar o conhecimento do tema, esta pesquisa avaliou o comportamento dos resíduos de construção civil (RCC) beneficiados na produção de novos concretos com diferentes percentuais de substituições incorporados às misturas, bem como suas características físicas e mecânicas. Antes da montagem dos corpos de prova foi realizada uma caracterização física dos agregados utilizados na efetivação deste trabalho, tais como ensaio de classificação granulométrica.

Uma possível explicação para a diminuição da resistência à compressão nas demais porcentagens seria a natureza do próprio agregado, uma vez que a brita é granítica e provavelmente apresenta resistência mecânica superior ao RCC, outro fator que pode ser levado em consideração é o tamanho do RCC, uma vez que apresentou tamanho inferior ao estipulado pela NBR 7211 para agregado graúdo.

O estudo verificou que o tempo de cura, ao qual o concreto que deu origem ao resíduo foi submetido influencia diretamente nas propriedades mecânicas, resistência à compressão axial. De maneira geral, pode-se dizer que os concretos confeccionados com RCC, apresentaram um decréscimo na resistência à compressão relacionado com o concreto referência. O RCC é um material heterogêneo, diferente e composto por elementos irregulares, fato que compromete a qualidade final do concreto.

Um maior ganho de resistência no ensaio de compressão ao longo do período de cura pode ser observado na substituição de 50% e 75% do agregado, mas quando comparado com o concreto referência nota-se uma discrepância.

Tendo em vista que o RCC ser um material heterogêneo, com composições muito diferentes, é imprescindível que o resíduo tenha um tratamento primário adequado, desde o beneficiamento e caracterização, até a sua utilização no concreto. Desta forma, o resíduo fica com suas propriedades conhecidas e sua utilização não fica limitada.

De acordo com os ensaios realizados, verificou-se que a utilização do resíduo como substituto parcial do agregado torna-se uma alternativa, pois para execução de algumas obras os valores de resistência obtidos ficariam de acordo com o solicitado, um exemplo seria para calçadas em concreto que devem ser construídas com um fck de 12 MPa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 5739/07**: Concreto – ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7211/09**: Concreto – Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 7217/87**: Concreto – Agregados determinação da composição granulométrica Especificação. Rio de Janeiro. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738/08: Concreto – procedimento de moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro. 2008.

BARBOZA, M. R.; BASTOS, P. S. Traços de concreto para obras de pequeno porte. **UNESP, Faculdade de Engenharia de Bauru, Departamento de Engenharia Civil. Bauru.** São Paulo, p. 8, 2008.

DALPINO, C. E. R. **Utilização do resíduo da construção civil para a produção do concreto.** São Paulo, 2008. 68 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Anhembi Morumbi.

DIAS, J. F. **Avaliação de resíduos da fabricação de telhas cerâmicas para seu emprego em camadas de pavimento de baixo custo.** São Paulo, 2004. 251 f. Tese (Doutorado Engenharia de Construção Civil) – Universidade de São Paulo.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo, 2000. 102 f. Tese (livre docência) – Universidade de São Paulo.

PIMENTEL, U. H. O. **Análise da geração de resíduos da construção civil da cidade de João Pessoa-PB.** Bahia, 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia.

SANTOS, A.N. **Diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Petrolina (PE).** Recife, 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia das Construções) – Universidade Católica de Pernambuco.

VERAS, Luciana Meira. **Estudo das propriedades do concreto com diferentes proporções de agregados de resíduos de construção civil com e sem saturação prévia.** Recife, 2012. 132 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Universidade Federal de Pernambuco.

VIEIRA, G. L., MOLIN, D. C. C., LIMA, F. B. Resistência e durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados provenientes de resíduos de construção e demolição. **Revista Engenharia Civil da Universidade do Minho.** Portugal, v.19, p. 5-18, 2004.

Recebido em 10 de fevereiro de 2016.
Aprovado em 29 de fevereiro de 2016.