

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DA AREIA PELA CERÂMICA VERMELHA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCC)

Sarah Letícia Costa Francisco¹; Filipe Bittencourt Figueiredo²

sarahleticiaufgd@gmail.com¹; filipefigueiredo@ufgd.edu.br²

RESUMO – A indústria da construção civil é responsável por grande parte da economia do país, mas por outro lado consome cerca de 20% a 50% dos recursos naturais, além de ser uma grande geradora de resíduos. Os resíduos gerados, provenientes de perdas durante o processo ou de demolições, muitas vezes possuem descarte inadequado, aumentando ainda mais o impacto ambiental provocado pelo setor. Com base nessas informações, este trabalho busca trazer uma alternativa para a utilização da cerâmica vermelha na produção de concreto. Por meio de ensaios com teores de substituição de 15%, 30% e 45% e comparações com o traço piloto, verificou-se que todas elas atenderam a resistência mínima esperada. O traço com teor de substituição igual a 45% chegou a atingir 22,4 MPa quando submetido ao ensaio de compressão. Assim, para as propriedades estudadas, o uso deste material na produção de concretos convencionais foi satisfatório.

Palavras-chave: Cerâmica. Concreto. Resíduos da Construção Civil.

ABSTRACT – The construction industry is responsible for much of the country's economy, but on the other hand it consumes about 20% to 50% of natural resources, as well as being a major waste generator. Waste generated from losses during the process or from demolitions often has inadequate disposal, further increasing the environmental impact caused by the sector. Based on this information, this work seeks to bring an alternative to the use of red ceramics in the production of concrete. By means of tests with substitution levels of 15%, 30% and 45% and comparisons with the pilot trace, all of them met the minimum resistance expected. The trace with a substitution content equal to 45% reached 22,4 MPa when subjected to the compression test. Thus, for the studied properties, the use of this material in the production of conventional concretes was satisfactory.

Keywords: Ceramics. Concrete. Civil Construction Waste.

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão das cidades e o crescimento populacional o setor da construção civil ganha destaque. A maior demanda por obras civis traz discussões sobre a geração de resíduos da construção civil (RCC), a qual representa de 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos coletados no país (MARQUES NETO, 2005).

A indústria da construção civil é um dos setores com maior representatividade para a economia do Brasil, cerca de 15% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional (SOUZA, 2005).

Os resíduos da construção civil são aqueles gerados por reparos, reformas e demolições de obras, assim como, os resultantes da escavação e preparação de terrenos. Todos os resíduos devem ser classificados e devidamente descartados ou reciclados (BRASIL, 2002).

Na maioria dos municípios brasileiros o tratamento dado aos resíduos de construção e demolição (RCD) é ineficiente, caracterizando um grande problema para governos municipais, em relação a quantidade produzida, já que a falta de recursos e planejamento reflete diretamente nos custos e no meio ambiente (MARQUES NETO, 2010).

As empresas responsáveis pela coleta de entulho da cidade de Dourados – MS que

são licenciadas pelo IMAM (Instituto do Meio Ambiente de Dourados), coletam aproximadamente 6400 m³/mês de RCC. De acordo com um estudo realizado em Belo Horizonte – MG, a densidade média dos resíduos da construção civil é de 267,08 kg/m³ (VASCONCELOS, 2015), portanto, a cidade de Dourados produz cerca de 1700 toneladas por mês de entulho, número bastante expressivo.

Um dos resíduos presentes nos entulhos municipais é a cerâmica vermelha. Alguns estudos já foram realizados utilizando o material para substituição parcial de agregados, como o estudo de Bicca (2000), que substituiu 20% do agregado graúdo e obteve resultados satisfatórios para confecção de concretos estruturais, além de verificar menor desgaste dos equipamentos utilizados na fragmentação dos agregados.

Assim como, Wada (2010) que utilizou cerâmica vermelha em substituição ao agregado miúdo na produção de estacas do tipo moldada *in loco*, conseguindo evidenciar um concreto de resistência característica mínima para estacas (18 MPa aos 28 dias) numa substituição expressiva de 40%. Diante dos dados evidenciados este trabalho trata da reutilização de cerâmica vermelha de resíduos da construção civil, a fim de reduzir o volume demasiado deste material no meio ambiente.

2 JUSTIFICATIVA

Segundo a ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição) a reciclagem dos RCD no Brasil ainda está em desenvolvimento. O que difere de outros países da Europa, onde essa atividade já é bem desenvolvida.

Em 2010, no Brasil, foi criada a Política Nacional dos resíduos sólidos, que tem por objetivo a prevenção e a redução na geração de resíduos, estabelece as responsabilidades dos geradores, bem como apresenta instrumentos para incentivar a prática de hábitos de consumo sustentável, propiciando o aumento da reciclagem e da reutilização (BRASIL, 2010).

Assim, este estudo se torna importante, pois oferece uma alternativa para a diminuição dos resíduos e também ressalta a necessidade de uma usina de reciclagem de RCC, pois além de diminuir os impactos ambientais, também seria uma grande geradora de empregos e renda (ABRECON, s.a).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo utilizar a cerâmica vermelha triturada (resíduo da construção civil) como substituto parcial do agregado miúdo para produção de concretos convencionais, possibilitando

assim a comparação das propriedades físicas e mecânicas entre as porcentagens de substituição utilizadas e o traço piloto.

3.2 Objetivo específico

São objetivos específicos desse trabalho:

- a) determinação da massa específica dos agregados;
- b) realizar ensaio de granulometria da areia e da cerâmica;
- c) realizar ensaio de abatimento (*slump test*);
- d) realizar ensaio de compressão;
- e) realizar ensaio de tração por compressão diametral;
- f) Ensaio de absorção do concreto e índice de vazios;

4 METODOLOGIA

Utilizou-se o método de pesquisa experimental, que se resume em submeter objetos de estudo à interferência de variáveis em circunstâncias controladas (GIL, 2008), foi desenvolvido na Universidade Federal da Grande Dourados, afim de comparar os resultados entre as proporções de substituição do agregado miúdo pelo agregado reciclado.

4.1. COMPOSIÇÃO DO TRAÇO

Para a composição do traço foi utilizado como referência o Manual de Traços de Concreto, de Silva (1975), o traço

escolhido tem sua resistência característica à compressão igual a 20 MPa, composto por Cimento Portland, areia, brita nº1, água, e a cerâmica de RCC como agregado miúdo. Este está representado no Quadro 1.

Quadro 1. Composição em volume/m³ de concreto.

Composição em volume/m ³ de concreto	
Brita 1 (litros)	740
Areia (litros)	623
Cimento (kg)	302
Água (litros)	171
Relação a/c	0,566

Fonte: (Silva, 1975). Adaptado.

4.2. TEOR DE SUBSTITUIÇÃO

O resíduo utilizado foi a cerâmica vermelha proveniente de reformas ou construções, cuja destinação final seriam os aterros, (se tratando de despejos regulares), e que agora, após serem triturados foram utilizados como substituto parcial ao agregado miúdo. As proporções de cerâmica incorporadas foram de 15%, 30% e 45% em relação a areia.

Essas diferentes proporções estão representadas no Quadro 2, foram posteriormente comparadas ao traço de referência.

Quadro 2. Composição com substituição em volume/m³ de concreto.

Composição em volume/m ³ de concreto			
	15%	30%	45%
Brita 1 (litros)	740,00	740,00	740,00
Areia (litros)	529,55	436,10	342,65
Cimento (kg)	302,00	302,00	302,00
Água (litros)	171,00	171,00	171,00
Cerâmica (litros)	93,45	186,90	280,35

Fonte: Os autores.

4.3. CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Os resíduos de cerâmica vermelha para a composição do traço são oriundos do processamento da fração de cerâmica dos resíduos da construção civil da cidade de Dourados-MS.

Para a caracterização granulométrica dos agregados miúdos e graúdos, serão utilizados o conjunto de peneiras de acordo com a norma ABNT NBR NM 248/03 e determinação da massa específica dos agregados de acordo com a ABNT NBR 9776/87.

4.3. PRÉ-SATURAÇÃO DO AGREGADO RECICLADO

Por ser muito poroso, o agregado cerâmico possui maior tendência a absorver água. Os testes realizados confirmam que 90% da absorção total em 24 horas ocorre em 2 minutos. Por esse motivo existe a necessidade de umedecer previamente o agregado, evitando a falta de água no processo (BICCA, 2000).

Assim, a pré-saturação do agregado ocorreu cerca de 15 minutos antes do início do amassamento na betoneira.

4.4. MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

Todos os componentes foram misturados na betoneira de forma a se obter uma mistura homogênea. Posteriormente, realizou-se o ensaio de abatimento (*slump test*), em que foi verificada a trabalhabilidade do concreto em seu estado plástico de acordo com a ABNT NM 67/98.

Em seguida foram moldados 15 corpos de prova de cada traço, (incluindo o de referência, totalizando 60 amostras), em formas cilíndricas com dimensões de 10 centímetros de diâmetro por 20 centímetros de altura, conforme a ABNT NBR 5738/15.

Para conhecer o comportamento e as propriedades do concreto, foi realizado o ensaio de compressão, utilizando 3 peças de cada traço, nas idades de 7, 14, 21 e 28 dias, especificado na ABNT NBR 5739/18, ensaio de tração por compressão diametral ABNT NBR 7222/94 e o ensaio de absorção de acordo com a ABNT NBR 9778/05.

5 RESULTADOS

No ensaio de determinação da massa específica do agregado miúdo natural e agregado miúdo reciclado obteve-se os valores de 1,513 g/cm³ e 1,100 g /cm³ respectivamente.

Os Quadros 3 e 4 mostram os valores de massa retida e porcentagem acumulada, obtida no ensaio granulométrico, para os agregados natural e reciclado respectivamente.

Quadro 3. Distribuição granulométrica da areia.

Peneira (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Acumulada
2,36	3,49	0,70
1,18	10,33	2,77
0,60	74,75	17,74
0,42	144,16	46,61
0,30	145,60	75,78
0,15	111,94	98,20
Fundo	9,01	100,00

Fonte: Os autores.

Quadro 4. Distribuição granulométrica da cerâmica vermelha.

Peneira (mm)	Massa Retida (g)	% Retida Acumulada
2,36	141,33	28,81
1,18	55,94	40,21
0,60	70,47	54,58
0,42	41,70	63,07
0,30	55,22	74,33
0,15	109,96	96,74
Fundo	15,98	100,00

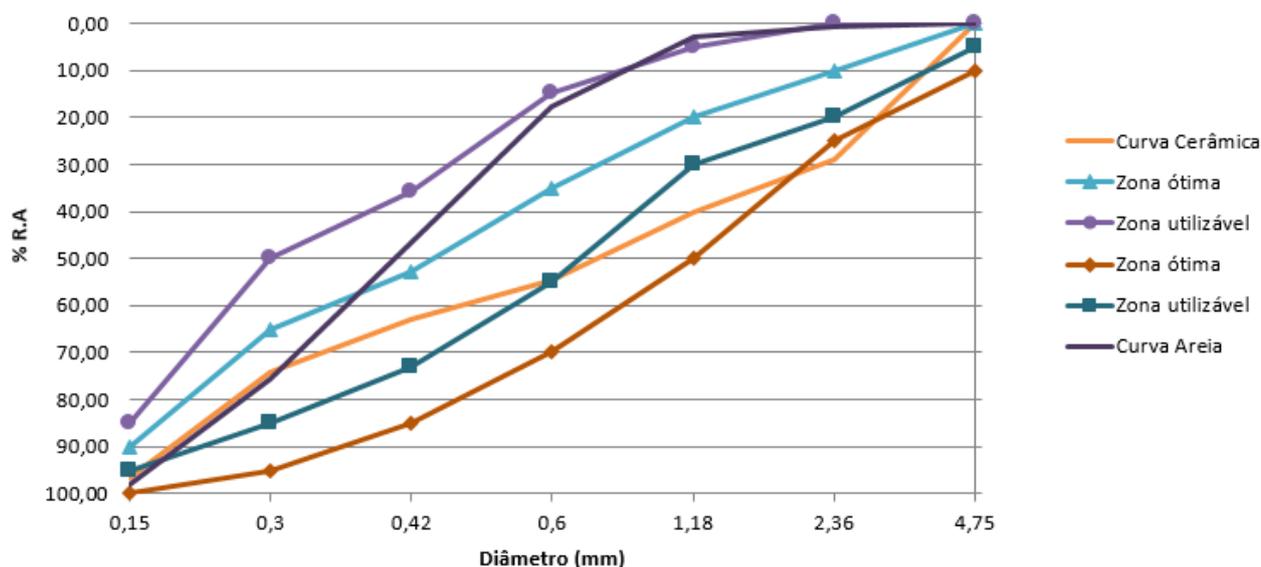
Fonte: Os autores.

As curvas que estabelecem os limites granulométricos dos agregados para concretos convencionais, constam na ABNT

NBR 7211/09, essas curvas são denominadas em zona ótima e zona utilizável. Sendo assim a classificação dos resultados para o agregado natural e reciclado estão apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1. Classificação das curvas granulométricas.

Classificação da Cerâmica quanto a curva granulométrica da areia



Fonte: Os autores.

No traço do concreto não foram utilizados os agregados reciclados retidos na peneira 2,36 mm e o fundo. A primeira por se tratar de uma granulometria que não se encaixa nas curvas ótima e utilizável, e o fundo por conter material pulverulento, pois o mesmo diminui a aderência do agregado à argamassa.

Diante das curvas representadas no gráfico, o agregado miúdo natural foi classificado em zona utilizável e o agregado miúdo reciclado em zona ótima.

Uma amostra de cada traço de concreto foi retirada para a realização do *Slump Test*, os deslocamentos estão indicados no Quadro 5.

Quadro 5. Resultados do ensaio de abatimento.

Abatimento (mm)	
Piloto	60
15% de cerâmica	90
30% de cerâmica	75
45% de cerâmica	65

Fonte: Os autores.

Observa-se na Figura 1 que há uma mudança na coloração dos traços, que corresponde ao aumento do teor de substituição.

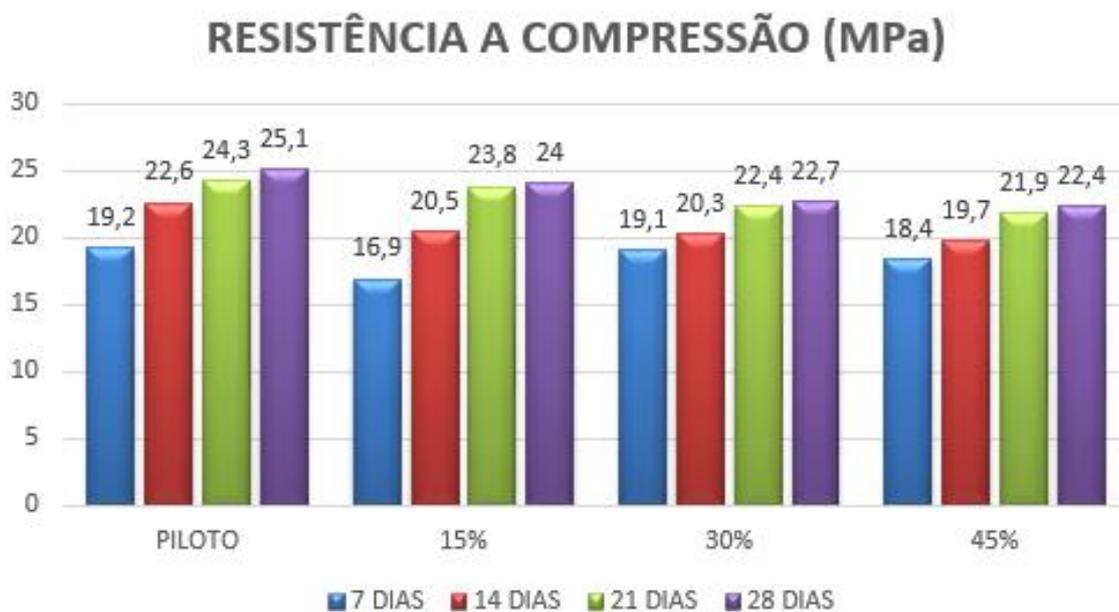
Figura 1. Resultados do ensaio de abatimento.



Fonte: Os autores.

Os resultados do ensaio de compressão dos corpos de prova com diferentes proporções de agregados reciclados podem ser verificados no Gráfico 2.

Gráfico 2. Resistência a compressão dos concretos produzidos com diferentes porcentagens de agregados em (MPa).

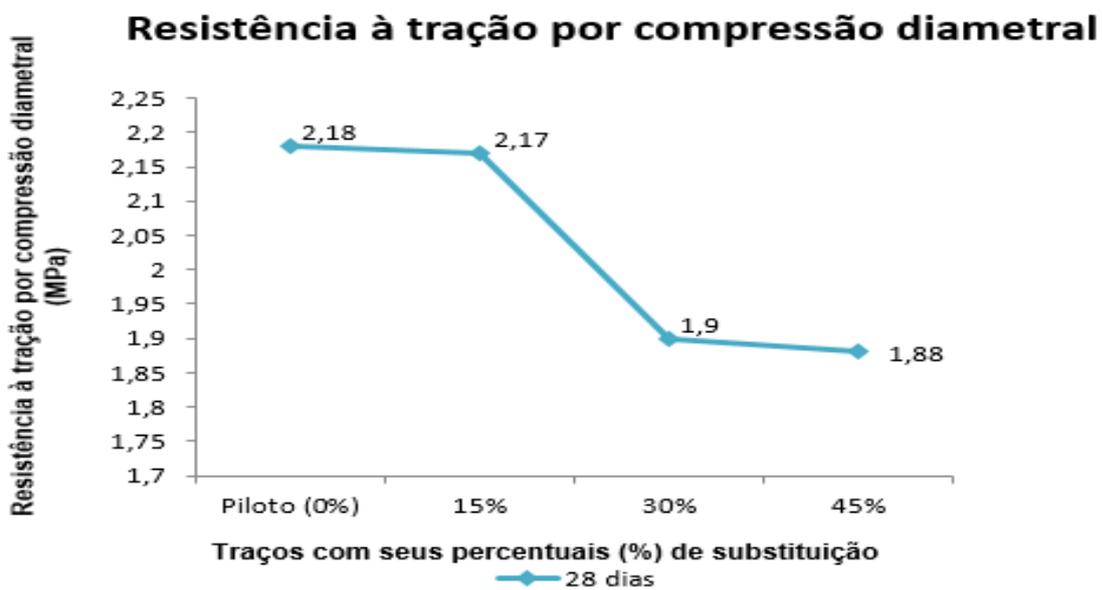


Fonte: Os autores.

As resistências aos 28 dias foram de 25,10 MPa para o traço de referência e em média 23,00 MPa para os traços com teor de substituição, atingindo a resistência característica mínima, de 20,00 MPa.

Os resultados de tração por compressão diametral estão representados no Gráfico 3.

Gráfico 3. Resistência à tração por compressão diametral (28 dias).



Fonte: Os autores.

A Figura 2 mostra uma peça rompida no ensaio de resistência à tração.

Figura 2. Peça rompida no ensaio de resistência à tração por compressão diametral (28 dias).



Fonte: Os autores.

Diante dos dados obtidos observou-se que os valores de resistência à tração por compressão diametral decrescem à medida que se aumentou o teor de substituição. A substituição de 45% em comparação ao traço de referência diminui cerca de 13,76% a resistência à tração.

Os ensaios de absorção foram realizados na a idade de 21 dias e utilizando uma amostra de cada tipo de concreto. Os resultados de teor de absorção, índice de vazios, massa específica da amostra seca e

massa específica da amostra saturada podem ser verificados no Quadro 6 e 7.

Quadro 6. Teor de absorção e índice de vazios.

Traço	Teor de absorção (%)	Índice de Vazios (%)
Piloto	6,67	9,64
15% de cerâmica	6,94	9,43
30% de cerâmica	6,94	9,26
45% de cerâmica	6,94	9,26

Fonte: Os autores.

Os teores de absorção das substituições aumentam em relação ao traço de referência, porém o índice de vazios diminui. Este item será discutido no próximo tópico.

Quadro 7. Massa específica seca e saturada.

Traço	Seca (g/cm ³)	Saturada (g/cm ³)
Piloto	1,45	1,54
15% de cerâmica	1,36	1,45
30% de cerâmica	1,33	1,43
45% de cerâmica	1,33	1,43

Fonte: Os autores.

Observa-se uma diminuição da massa específica, uma vez que as substituições do

agregado reciclado pelo natural foram feitas em volume. Como o volume foi mantido há uma diferença no peso do concreto, pois a massa específica da cerâmica é menor que a massa específica da areia.

6 DISCUSSÃO

Neste estudo a massa específica dos agregados, mostrou uma diferença de 0,413 g/cm³, em termos de porcentagem há uma diferença de 27,30% entre as massas específicas do agregado miúdo natural e agregado miúdo reciclado.

Resultado esse que já era esperado, pois a massa específica depende da porosidade do material. Os agregados que apresentam taxa de absorção maiores, que é o caso da cerâmica vermelha, o valor da massa específica tende a ser menor (ÂNGULO, 2000).

Apesar de possuir massa específica inferior ao agregado natural, o uso de agregados reciclados não o inviabiliza.

Sobre o ensaio granulométrico, o agregado que apresentou melhor desempenho foi o reciclado, classificado em zona ótima, pois contém todas as frações em sua curva de distribuição granulométrica.

Com relação ao *Slump test* que determina a trabalhabilidade e o controle de água no concreto fresco, os resultados foram positivos, pois teve grande influência na facilidade de moldagem dos corpos de

prova. O aumento do abatimento na primeira substituição se justifica pelo fato de a cerâmica não ter sido pré-saturada antes do amassamento, o que valoriza a realização deste procedimento, pois o tempo é fundamental para a absorção de água pelo agregado reciclado.

A resistência à compressão do concreto se mostrou satisfatória, pois aos 28 dias todos os traços atingiram a resistência mínima de 20MPa. Comparando os resultados da substituição de 45% de cerâmica, com o traço de referência, nota-se que houve uma redução de 10,76% da resistência a compressão, no entanto, a utilização deste percentual de substituição é viável já que atingiu resistência superior ao mínimo estipulado pela NBR 6118/2014 para concretos estruturais.

Aproveitando o ensaio de compressão foi analisado o tipo de ruptura do corpo de prova, utilizando a norma ABNT NBR 5739/18 verificou-se que, o mesmo possui ruptura Tipo C: Coluna com formação de cones, como mostra a figura 1 e figura2.

Figura 1. Tipo de ruptura apresentada pela norma.

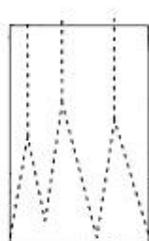


Figura A.3 – Tipo C – Colunar com formação de cones

Fonte: ABNT NBR 5739/18

Figura 2. Ruptura do corpo de prova.



Fonte: Os autores.

Sobre a resistência de tração por compressão diametral há um decréscimo na resistência conforme se aumenta a substituição de resíduo de cerâmica, o traço com 15% de substituição é o que menos difere do piloto, comparado aos de 30% e 45% que chega a uma redução de 12,84% e 13,76% respectivamente.

Em relação ao teor de absorção das substituições, há um aumento em relação ao traço de referência, já em contrapartida o índice de vazios diminui, isso deve-se ao efeito *filler* dos Resíduos da Cerâmica Vermelha (RCV), que atua ocupando os espaços vazios deixados por grãos maiores (WADA, 2010).

Quanto a massa específica, essa obtém estabilidade com o teor de substituição de 30%. A variação existente em relação ao traço piloto se deve a compensação do agregado natural ter sido efetuada por unidades de volume, reduzindo assim o peso do concreto, já que há diferenças entre as

massas específicas dos agregados miúdos utilizados.

Como já visto na literatura, outros autores obtiveram resultados satisfatórios. Bicca (2000), produziu concretos estruturais, com 20% de substituição do agregado graúdo. Wada (2010) confeccionou estacas moldadas *in loco*, com 40% de substituição ao agregado miúdo e atingiu a resistência mínima exigida aos 28 dias. Já Gonçalves (2007), utilizando o resíduo cerâmico na substituição de 20% do cimento na produção de concretos, verificou que aos 28 dias o resíduo não influenciou nos resultados de resistência a compressão, resistência a tração por compressão diametral e resistência a tração na flexão.

Este estudo mostra que os concretos produzidos com 45% de resíduo cerâmico apresentam resultados aceitáveis, mostrando que é possível reinserir o resíduo de cerâmica vermelha na construção civil.

7 CONCLUSÃO

Para os ensaios realizados e diante dos resultados obtidos, pode-se afirmar que a utilização dos agregados reciclados de cerâmica, podem ser utilizados na produção de concretos convencionais.

Ainda que, a resistência tenha se mostrado de forma a diminuir com o aumento do uso de agregado reciclado, todas as exigências normativas foram

atendidas, portanto, o uso deste material se torna viável.

A reciclagem ou a reutilização de RCC como matéria-prima alternativa na construção civil, reduz o uso extrapolado de recursos naturais e contribui para vida útil dos aterros, além de um custo de produção inferior ao agregado natural.

Espera-se que com este estudo, o uso de agregados reciclados se torne cada vez mais comum, bem como a implantação de medidas que possam garantir a utilização dos mesmos.

Por fim, ressalta-se a importância da continuidade destes estudos, tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente. Por este motivo é importante salientar algumas sugestões de estudos a serem desenvolvidos a partir deste.

- Realizar microscopia eletrônica de varredura para observar as características microestruturais do concreto.
- Submeter as peças cilíndricas a ensaios de abrasão, para verificar o desgaste dos agregados quando submetidos ao atrito.
- Alterar o traço, podendo utilizar aditivo plastificante para reduzir a água utilizada no amassamento.

8 AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me abençoar, me dar força, ânimo e coragem todos os dias.

A minha família, que acreditou em mim desde o início, me apoiando e incentivando a todo momento. Eu não teria conseguido sem vocês.

Aos meus amigos, por todo o companheirismo, histórias compartilhadas e por ser família em muitos momentos dessa jornada.

Ao meu orientador pela paciência, sabedoria e incentivo. Ele me fez acreditar que era possível.

A empresa POLIMIX por toda a atenção e disposição de seus recursos para os resultados deste trabalho.

Aos técnicos da Faculdade de Engenharia por todo o empenho para a realização dos ensaios.

Por fim, a quem não mencionei, mas fez parte do meu sonho, minha imensa gratidão!

REFERÊNCIAS

ANGULO, S.C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. São Paulo, 2000. 155p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 5738** – Concreto- Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 5739** – Concreto-Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 6118** – Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 7211** – Agregados para concreto: Especificação. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 7222** – Argamassa e concreto: Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 9776** – Agregado: Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do Frasco de Chapmam. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR 9778** – Argamassa e concreto endurecidos: Determinação da absorção de água, índices de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NBR NM 248** – Agregados: Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - **ABNT NM 67** – Concreto: Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (**ABRECON**). Disponível em: <http://abrecon.org.br/entulho/mercado>. Acesso em: 03 de maio de 2018.

BICCA, I. DA S. **Estudo da viabilidade de utilização do rejeito cerâmico, como agregado graúdo, na produção de concreto com características estruturais.** 2000. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre.

BRASIL. **Conselho Nacional do meio ambiente.** Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.html>. Acesso em: 27 de março de 2018.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para o gerenciamento dos resíduos sólidos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 30 de abril de 2018.

BRITO J. et al. **Mechanical behaviour of non-structural concrete made with recycled ceramic aggregates.** 2004, 5 f. Technical University of Lisbon, Portugal.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GONÇALVES, J. P. **Utilização do resíduo da indústria cerâmica para produção de concretos.** Revista Escola de Minas, Tubarão, v.60, n.4, p.639-644, oct./dez. 2007.

GUERRA, J. S. **Gestão de resíduos da construção civil em obras de edificações.** 2009. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Pernambuco, Recife.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP, Brasil:** Rima, 2010. 42p.

MARQUES NETO, J. C. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil.** São Carlos: Rima, 2005. 162 p.

SILVA, G. R. **Manual de traços de Concreto.** Rio de Janeiro, 1975 p. 36.

SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** São Paulo, 2005 p. 13.

VASCONCELOS, K, B. **Densidade aparente dos resíduos da construção civil em Belo Horizonte – MG.** Minas Gerais, 2015.

WADA, P. H. **Estudo da incorporação de resíduo de cerâmica vermelha na composição de concreto para uso em estacas moldadas in loco.** 2010. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.