

Análise da substituição do agregado graúdo por RCC Classe A na composição do concreto através de ensaios experimentais comparativos de resistência mecânica à tração e à compressão

Analysis of replacement of gravel for construction residue as aggregate in concrete by means of experimental tests of tensile and compressive strength

Fernando Eduardo Simões¹

Flavio Osorio Garcia²

Reinaldo Alves Nogueira Neto³

Samuel Silva Amado⁴

André Luis Gamino⁵

RESUMO

A construção civil é a área que mais consome recursos naturais e tem buscado diferentes tecnologias e processos para reduzir esses rejeitos. Este estudo demonstrou que é possível reaproveitar resíduos de construção civil, utilizando-os como agregado graúdo em formulação de concreto não estrutural. Foram realizados ensaios para análise das propriedades mecânicas do concreto em amostragens com diferentes proporções de resíduo e brita, iniciando os testes com 0% de resíduo, passando por 20%, 50%, 80% e por fim 100%. Foram avaliadas: resistência mecânica via tração e compressão. A resistência a compressão aceitável atingida nos ensaios (C10 a C15, conforme NBR 8953, 2015), foi superada apenas nos testes com 100% e 80% de brita, nos demais a resistência à compressão atingida foi menor que 10 MPa, o que inviabiliza o seu uso.

Palavras-chave: Agregado Graúdo, Reciclagem, RCC Classe A, Resíduos de Construção Civil, Reutilização

ABSTRACT

Construction is the most resource-consuming field of work and has been searching different technologies and processes to reduce this waste. This study aims to demonstrate that it is possible to reutilize construction residue, using it as aggregate in non-structural concrete. Tests were conducted to analyze the mechanical properties of the concrete, in samples with increasing percentages of residue, starting at 20%, then 50%, 80% and finally 100%. The characteristics evaluated include: tensile and compressive strength. The objective is to reach an acceptable resistance (C10 to C15, following design code NBR 8953, 2015), was achieved in the samples with 100% and 80% gravel, the other ones did not reach 10 MPa, which discard it's use.

Keywords: Aggregate, Recycling, Construction Residue, Reutilization.

¹ Acadêmico de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

² Administrador de Empresas e Acadêmico de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

³ Acadêmico de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

⁴ Acadêmico de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

⁵ Engenheiro Civil, Professor Doutor do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba-SP.

Introdução

Nas últimas décadas, temas como sustentabilidade e reciclagem tornaram-se extremamente importantes, divulgados e estudados nas mais diversas áreas, não só no Brasil, como em todo o mundo. Eventos como a Conferência de Estocolmo, em 1972 e a ECO-92 em 1992 no Rio de Janeiro, se realizaram com o intuito de promover um desenvolvimento sustentável, tratando de questões como o consumo e a conservação de recursos (FRANCISCO, 2019).

Na construção civil é particularmente importante a reutilização de seus resíduos, pois a construção civil é responsável por até 50% dos recursos naturais consumidos (ALAVEDRA apud CALCADO, 2015) e por até 70% em massa de resíduos urbanos, sendo metade destes descartada de maneira inadequada (BLUMENSCHIN, 2007).

De acordo com Fernandez (2012), com base em pesquisa de 2008 e amostragem de 372 municípios, a quantidade coletada de RCC de origem pública é 7.192.372,71 t/ano e de origem privada é de 7.365.566,51 t/ano.

Para Potenza *et al* (2012), *o RCC é gerado entre 0,4 a 0,7 t/hab.ano e representa 2/3 da massa dos resíduos sólidos municipais [...] Segundo projeção do IBGE a população brasileira atual é estimada a aproximadamente 209,6 milhões de habitantes, dessa forma a quantidade total de RCC produzido seria de 83.840.000 t/ano a 146.672.000 t/ano.*

Fica evidente a necessidade de mudanças no tocante à reciclagem de resíduos de construção civil. A quantidade de entulhos produzida é extremamente grande e reutilizando-os em detrimento da deposição, os impactos ambientais serão reduzidos significativamente, levando também em conta que a demanda por matéria prima natural igualmente irá diminuir sendo, portanto, o estudo da solução deste grave problema o objeto deste trabalho.

Em função do problema explicitado, neste trabalho foi estudada a utilização dos resíduos de construção civil classe “A” como alternativa em substituição ao agregado graúdo. Foram comparadas as propriedades mecânicas do concreto utilizando o RCC composto por mistura de materiais (entulho) e o material padrão (brita 1).

Materiais e métodos

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi feita revisão bibliográfica sobre o uso do RCC na construção civil, realizada a coleta e seleção visual do RCC (entulho) na cidade de Araçatuba – SP e utilizados os materiais que se enquadraram na classe A, conforme a resolução CONAMA 307/02. Então foi determinado um traço para a substituição do agregado graúdo por RCC e confeccionados corpos de prova conforme traço para a realização de ensaios de caracterização.

Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais para a confecção de corpos de prova:

- Cimento Portland CP II – F-32;
- Agregado Graúdo: Brita 1;
- Agregado Miúdo: Areia;
- Resíduo de construção civil (RCC).

Para caracterização da areia, brita e RCC foram feitas análises granulométricas de acordo com às normas, NM 248 (2003) e NBR 7211 (2005). O RCC foi coletado na cidade de Araçatuba-SP, em obra da construtora CONSTROEN no edifício Tennessee e para sua caracterização foi feita, além das normas supracitadas, a separação visual do material, sendo utilizados somente os materiais que atenderam a resolução do (CONAMA 307/02), material classe A (figura 1).



Figura 1: RCC Classe A. Fonte: autores.

Métodos

Todos os ensaios foram conduzidos conforme orientações das normas NM 248 (2003) e NBR 7211 (2005).

- Análise granulométrica;

As peneiras utilizadas foram das séries normal e intermediárias apresentada na tabela 1 da norma, NBR 7211 (2005). Encaixando as peneiras previamente limpas de modo a formar um conjunto único de peneiras com graduação de abertura de malhas decrescente, de forma a reter granulometrias cada vez menor conforme o material descende o conjunto.

Foi realizada a coleta do material conforme a norma NM 26 (2001), deste material foi separada a quantidade de 20kg (pesada em balança digital) que então foi quarteadada e umedecida (conforme figura 2). Foram selecionados dois quartos (diagonalmente opostos) que foram misturados novamente para compor uma única amostra de 10kg.



Figura 2: Quarteamento da brita. Fonte: autores.

Foi feita secagem das amostras em uma estufa à temperatura de $(105 \pm 5^\circ\text{C})$, por um período de 24 horas que e em sequência foram resfriadas em temperatura ambiente, depois foram determinadas suas massas secas M1 e M2, (figura 26) utilizando-se a amostra M1 e reservada a M2.

A amostra foi então peneirada no conjunto de peneiras supracitado, sendo este submetido à agitação mecânica. O mesmo processo foi realizado para o RCC e areia para determinação de suas granulometrias.

- Cálculo dos traços;

Foi usado para o cálculo do traço do concreto o método INT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). Segundo a NBR 8953 (2015) que determina classe não inferior a C10. Nesse estudo o f_{ck} objetivo é de 10 MPa.

Para o cálculo da relação água cimento (A/C) do concreto foi necessário determinar o f_{cm} , que é a resistência média à compressão do concreto. O resultado do f_{cm} segundo a NBR 12655 (2015), se deu a partir do seguinte cálculo.

$$f_{cm} = f_{ck} + 1,65 \times s_d$$

Sendo:

$$s_d = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=n}^i (f_i - f_{cm})^2}$$

Onde:

s_d : Desvio padrão da amostra de 5 exemplares;

f_{cm} : Resistência média à compressão do concreto aos 28 dias de idade;

O valor utilizado de s_d foi de 4,0 MPa, que é o máximo valor que pode ser atingido. Com os valores estipulados pela norma, com f_{ck} de 10 MPa foi obtido os seguintes valores:

$$f_{cm} = 10 + 1,65 \times 4 = 16,6 \text{ MPa}$$

Com o valor de f_{cm} calculado foi possível conhecer a relação A/C através do seguinte cálculo:

$$A/C = 1,05616 \times e^{(-0,002487 \times f_{c28})}$$

Onde:

f_{c28} foi a resistência média à compressão adquirida aos 28 dias de idade, ou seja, 16,6 MPa. Isso resulta em uma relação A/C de 0,73, que nos permite calcular a proporção cimento: areia: brita para o traço do concreto a partir das seguintes equações:

$$\%Areia = 97,27494 \times f_c 28^{-0,17257}$$

Portanto:

$$\%Areia = 97,27494 \times 150^{-0,17257} = 40\%$$

Ou seja, a areia representa 40% da quantidade total de agregados.

Para a confecção do concreto foi utilizado a brita 1, com diâmetro nominal de 19 mm. Com isto e utilizando-se da bibliografia de Tartuce (1989), definiu-se o uso do concreto como “elementos usuais”, que resultou em *slump test* de 5 a 7cm, que por sua vez nos traz, na mesma bibliografia, o valor de 9,25% para a relação de água sobre materiais secos h (%), cuja fórmula segue abaixo.

$$h(\%) = \frac{A/C}{(1 + m)} \times 100\%$$

Como já estava determinado o valor de $h(\%)$, que é 9,25%, através da equação anterior foi possível achar a massa total de agregados do traço.

$$m = \frac{A/C}{h(\%)} - 1$$

Assim:

$$m = \frac{0,7}{0,0925} - 1 = 6,57$$

Em seguida, foram encontrados os valores reais, em relação ao cimento, de agregado graúdo e miúdo com as seguintes equações.

$$a = m \times \%areia$$

e,

$$p = m - a$$

Onde,

a é a proporção em massa do agregado miúdo;

p é a proporção em massa do agregado graúdo;

Assim, substituindo nas equações os valores já obtidos:

$$a = 6,57 \times 0,40 = 2,63$$

e,

$$p = 6,57 - 2,63 = 3,94$$

Com isso foi determinada a proporção cimento: areia: brita: A/C do traço para a confecção do concreto conforme abaixo:

$$1 : 2,63 : 3,94 : 0,70$$

- Preparação do resíduo de construção civil RCC;1

O RCC foi coletado no canteiro de obras do edifício Tennessee da construtora CONSTROEN, este foi selecionado e separado manualmente, retirando-se materiais indesejados (pregos, restos metálicos, trapos e cacos cerâmicos). Os resíduos remanescentes foram umedecidos e colocados em uma estufa para secagem durante 24 horas e posteriormente resfriados em temperatura ambiente para posterior análise granulométrica conforme descrito anteriormente.

- Preparação da argamassa;

Foram feitas cinco argamassas – um para cada percentual de RCC (Classe A)/Brita descrito anteriormente (de 0% a 100% RCC) – seguindo a NBR 12821 (2009), de forma que foi introduzido na betoneira 1/3 do volume de água com todo o agregado graúdo, e misturou-se durante 30 segundos, em seguida foi adicionado o aglomerante com mais 1/3 da água e novamente se aguardou 30 segundos de misturas, por fim foi adicionado o agregado miúdo com o restante da água, aguardando cerca de 3 minutos de mistura. Conforme NM 33 (1998) foi feita 1,5 vezes a quantidade de concreto necessária para a realização dos ensaios (30L).

- Confecção dos corpos de prova;

A moldagem dos corpos de prova seguiu a norma NBR 5738 (2015), que determinou o número de golpes para o *slump test* (12 para cada uma das duas camadas). Foram moldados 10 corpos de prova cilíndricos (10 cm x 20 cm) para cada dosagem da mistura, sendo 5 para ensaio de compressão e 5 para tração.

Antes de depositar o concreto dentro do molde de aço do CP, foi aplicada uma fina camada de óleo diesel na parte interna do CP, para facilitar a retirada do corpo de prova do molde.

- Cura;

O processo de cura do concreto seguiu a norma NBR 5738 (2015). Antes de armazenar os corpos de prova para a cura, estes foram identificados e logo após a moldagem (ainda nos moldes) foram colocados em uma superfície horizontal, protegidos de intempéries e cobertos por lona plástica para evitar a perda de água do concreto durante um período de 24 horas. Após esse período o concreto foi desmoldado e colocado em uma câmara úmida durante 28 dias, para a câmara foi utilizado um tanque com água a temperatura ambiente (23 ± 2 °C).

- Ensaio de tração e compressão e cálculo da resistência característica;

Após 28 dias foram feitos os ensaios de compressão conforme a norma NBR 5739 (2018).

O corpo de prova foi posicionado verticalmente na máquina, que foi acionada por meio manual e em velocidade constante de $(0,45 \pm 0,15)$ MPa/s. A maior parte dos CPs apresentou ruptura cisalhada ou fraturas na base/topo (tipos “E” ou “F” de ruptura conforme a norma).

O cálculo da resistência foi feito utilizando-se a equação abaixo:

$$f_c = \frac{4F}{\pi \times D^2}$$

Onde:

f_c : resistência a compressão, expressa em megapascals (MPa);

F: força máxima alcançada, expressa em Newtons (N);

D: diâmetro do corpo de provas expresso em milímetros (mm);

Com os resultados obtidos foi feita análise do desvio padrão, conforme norma NBR 12655 (2015):

$$S_d = \sqrt{\left(\frac{1}{n-1}\right) \sum_{i=1}^n (f_i - f_{cm})^2}$$

Onde:

f_{cm} : é a resistência média dos exemplares do lote, expressa em megapascals (MPa);

S_d : é o desvio padrão dessa amostra de n exemplares, expresso em megapascals (MPa);

Após calculado o valor de S_d foi calculado o verdadeiro valor da resistência à compressão do CP através da seguinte equação:

$$f_{ck} = f_{cm} - 1,65 \times S_d$$

Foi calculado, conforme a norma 5739 (2018) anexo B, a avaliação estatística de desempenho dos resultados obtidos através dos ensaios à compressão. A estimativa do desvio-padrão dentro do ensaio (S_e) é encontrada através da seguinte equação:

$$S_e = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{d_2 \times n}$$

Onde:

A_i é a amplitude de valores de resistência, expressa em megapascals (MPa);

n é o número de exemplares da amostra;

d_2 é o coeficiente relacionado ao número de corpos de prova ensaiado (neste caso 2,326 para 5 corpos de prova);

Em seguida foi calculado o coeficiente de variação dentro do ensaio (CV_e), expresso em porcentagem (%), que foi feito dividindo o desvio padrão (S_e) pela resistência média (f_{cm}) dos exemplares, com a seguinte equação:

$$CV_e = \frac{S_e}{f_{cm}} \times 100$$

A avaliação da eficiência das operações de ensaio foi feita pelos conceitos atribuídos ao coeficiente de variação do ensaio (CV_e), conforme os níveis determinados na tabela tal abaixo.

Tabela 1: Avaliação do ensaio pelo coeficiente de variação dentro do ensaio

Coeficiente de variação CV_e (%)				
Nível 1 Excelente	Nível 2 Muito Bom	Nível 3 Bom	Nível 4 Razoável	Nível 5 Deficiente
$CV_e \leq 3,0$	$3,0 < CV_e \leq 4,0$	$4,0 < CV_e \leq 5,0$	$5,0 < CV_e \leq 6,0$	$CV_e > 6,0$

Fonte: NBR 5739 (2018).

Para ensaio de tração por compressão diametral foi realizado conforme a norma NBR 7222 (2010), utilizou-se uma chapa de madeira colocada ao longo do eixo do corpo de prova entre o CP e a bandeja metálica da máquina de compressão para garantir distribuição da força sobre todo o comprimento do corpo de prova. A norma também indicou as dimensões da tira de madeira (como ilustra a figura 3) e a velocidade de aplicação da força de $(0,05 \pm 0,02) \text{ MPa/s}$.

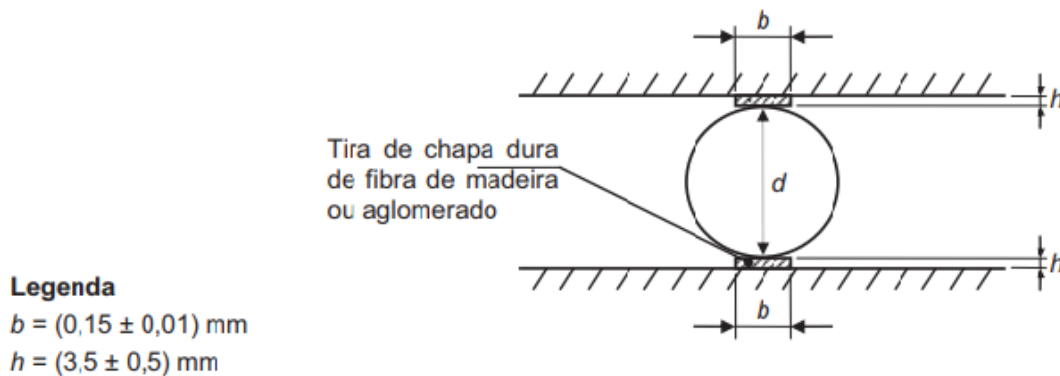


Figura 3 – Disposição do Corpo de Prova
Fonte: NBR 7222 (2010).

O cálculo da resistência à tração por compressão diametral foi calculada através da seguinte expressão:

$$f_{ct,sp} = \frac{2 \times F}{\pi \times d \times l}$$

Onde:

$f_{ct,sp}$ é a resistência a tração, em megapascals (MPa);

F é a força máxima obtida no ensaio, ou seja, a carga de ruptura, expresso em newtons (N);

d é o diâmetro do corpo de prova, expresso em milímetros (mm);

l é o comprimento do corpo de prova, expresso em milímetros (mm);

Seguindo a norma 6118 (2014), foi calculada a resistência à tração direta, baseando-se nos ensaios de tração por compressão diametral, obtida através das equações abaixo.

$$f_{ct,m} = 0,9 \times f_{ct,sp}$$

Resultados e discussões

Com relação à granulometria, tivemos em geral resultados dentro do esperado, tendo a maior parte da areia retida entre as peneiras de 0,3 mm e 0,15 mm – caracterizando um areia predominantemente fina. Já a brita se situou majoritariamente de 12,7 mm e 6,3 mm, sendo que 66,5% do material se caracterizou como brita 1 (acima de 9,5 mm) e o restante como brita 0 ou pó de pedra, o que não era esperado e impactou os resultados, já que o traço foi calculado para uso de Brita 1. O RCC ficou em sua maioria retido entre 19,1 mm e 6,3 mm, mas apresentou alta variância com material desde 38,1 mm até o fundo, sendo que 10,8% foi caracterizado como brita 3, 21,5% correspondente a brita 2, 54,7% equivalente a brita 1 e 13% inferior a brita 1. Analisando as curvas granulométricas obtidas em comparação as da norma, tanto areia e brita apresentaram curva abaixo do limite inferior – em concordância com os resultados de Fernandes (2015) – enquanto o RCC apresentou-se fora também do limite superior.

Quanto ao *slump test*, houve grande variação sendo que nenhum ficou dentro do esperado em projeto (de 5 e 7 cm). A figura 4 abaixo demonstra os resultados obtidos.

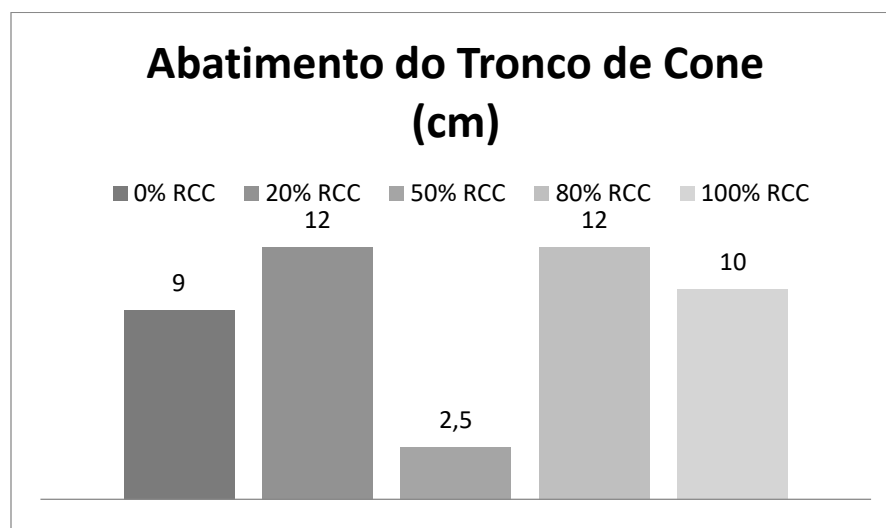


Figura 4 – Resultados dos ensaios de abatimento de tronco de cone (*Slump test*)
Fonte: Autores.

A variância dos resultados foi atribuída a granulometria inconsistente e a questão de umidificação prévia do RCC, que é citada na NBR 15116 (2004) sem especificar método, quantidade ou tempo do processo, tendo estes ficado a cargo dos autores.

Analisando os ensaios de resistência, verifica-se grande consistência nas velocidades de aplicação de força e na avaliação de qualidade do ensaio, tendo quatro deles classificados como “excelente” e um como “bom”. Todos os ensaios também tiveram desvio padrão significativamente abaixo do limite de 4 *MPa*.

Com relação aos resultados de resistência à compressão, na primeira mistura atingiu-se com tranquilidade o objetivo de 10 *MPa* de resistência à compressão – classificando-o comercialmente como um C10 – e na mistura seguinte (com 20% de RCC), ainda obtém-se um valor superior ao calculado. Nas misturas subsequentes (com 50%, 80% e 100% de RCC em substituição à brita), as resistências f_{ck} obtidas foram insuficientes. Estes resultados concordam com Fernandes (2015), que obteve resistência aceitável para a porcentagem de 25% de substituição de brita pelo RCC, no qual a diferença em *MPa* para o concreto referência foi de 1,3 (redução de 6,3%). Neste trabalho a diferença foi de 2,5 *MPa* (representando uma redução de 16,3%) da mistura com 20% de RCC para a mistura referência.

Quanto às classificações dos tipos de ruptura que ocorreram nos corpos de prova, o concreto referência com 100% de brita apresentou ruptura tipo A (cônica). Todas as demais misturas (20%, 50%, 80% e 100% de RCC) apresentaram ruptura dos tipos E (cisalhada) e F (fraturas no topo ou na base abaixo do capeamento), conforme demonstra a figura 57, de acordo com a NBR 5739 (2018). O tipo de ruptura e os níveis de resistência atingidos evidenciam a qualidade inferior do concreto com RCC, quando comparado ao concreto com brita.

Com relação aos resultados de resistência à tração por compressão diametral, O $f_{ct,m}$ de projeto foi calculado através da fórmula $f_{ct,m} = 0,3 \times f_{ck}^{2/3}$, que para o f_{ck} de projeto de 10 *MPa*, resultou em 1,392 *MPa*. Nota-se que a partir da mistura 4 (com 80% de RCC) obtém-se resistência inferior à de projeto.

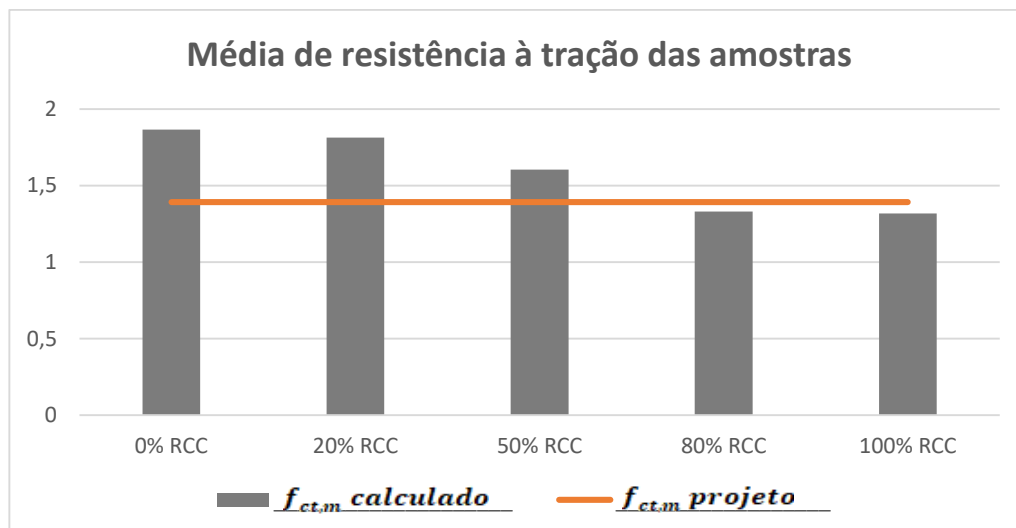


Figura 5 – Resultados das resistências à tração para as diferentes misturas.

Fonte: autores.

É possível observar que o fator limitante é a resistência à compressão, pois à tração a amostra com 50% de RCC ainda seria viável, sendo que na compressão o limite é de 20% de RCC adicionado à mistura (é possível que algum percentual intermediário entre 20% e 50% de RCC seria admissível, no entanto estes não foram ensaiados).

Em termos de resistência mecânica, a melhor amostra foi a com brita e 0% de adição de RCC, sendo as piores amostras as com 50% e 80% de RCC (devido principalmente aos fatores de umedecimento do RCC já citados).

A amostra com 100% de RCC, contrariando as expectativas, apresentou resistência superior devido a um melhor procedimento de umedecimento do RCC, que resultou em melhor aderência da argamassa ao mesmo e consequentemente maior resistência mecânica.

Conclusões

Foi possível concluir que o uso de RCC em substituição à brita como agregado graúdo é viável até o limite de 20% de RCC com 80% de brita, devido às limitações de resistência à compressão. Para esta composição de RCC/brita os valores das propriedades mecânicas superaram os valores de f_{ck} e $f_{ct,m}$ estabelecidos em projeto, certificando a sua utilização. Mesmo com apenas 20% de proporção, este reuso representaria relevante redução de geração de novos resíduos da construção civil, chegando a 30 milhões de toneladas anuais.

Referências Bibliográficas

BENEDITO FHA, KASIA MB, SANTOS C, CALHIARI B, VIVEIROS ER. **Atividade cortical em EEG dependente do tempo e frequência induzida pelo discurso e tarefa multissensorial em cego durante aulas de física.** Aceito para publicação –

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15115: Agregados sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004.

____. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2004.

____**NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação.** Rio de Janeiro, 2009.

____**NBR 11578: Cimento Portland composto.** Rio de Janeiro, 1991.

____**NBR 7217: Agregados - Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 1987.

____**NBR 8953: Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.** Rio de Janeiro, 2015.

____**NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação – procedimento.** Rio de Janeiro, 2015.

____**NBR 12821: Preparação de concreto em laboratório – Procedimento.** Rio de Janeiro, 2009.

____**NBR 5738: Concreto — Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.** Rio de Janeiro, 2015.

____**NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2007.

____**NBR 7222: Concreto e argamassa – Determinação da resistência a tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2011.

____**Norma Mercosul NM NBR 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.

____**NM NBR 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.** Rio de Janeiro, 1998.

____**NM NBR 33: Concreto – Amostragem de concreto fresco.** Rio de Janeiro, 1998.

ANDERSON, Bridgit. **Catedral de Papelão.** ARCHDAILY, 2014. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/01-144107/premio-pritzker-2014-novas-fotos-da-catedral-de-papelao-de-shigeru-ban-na-nova-zelandia>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

ANGULO, Sérgio Cirelli. **Variabilidade de Agregados Graúdos de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados.** 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, POLI-USP, 155p.

ARAÇATUBA (Município). **Lei nº7676, de 12 de novembro de 2014. Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Araçatuba.** Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a2/sp/a/aracatuba/lei-ordinaria/2014/767/7676/lei-ordinaria-n-7676-2014-aprova-o-plano-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-do-municipio-de-aracatuba-pmgirs>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

BLUMENSCHIN, Raquel Naves. **Manual técnico: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras.** Brasília: SEBRAE/DF, 2007. 48 p.

BNDES: **O Crescimento da Economia Brasileira 2018-2023.** Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14760/1/Perspectivas%202018-2023_P.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2019.

CALCADO, Gabrielle Christina da Silva. **Influência da adição de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho de argamassas de cimento Portland.** 2015. Dissertação (Monografia para obtenção do grau de Engenheiro Civil) - UFRJ, Rio de Janeiro.

CBIC (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO). Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/cub-medio-brasil-custo-unitario-basico-de-construcao-por-m2>>. Acesso em: 16 mar. 2019.

CIMENTO.ORG: **CP II F-32 – Cimento Portland composto com Filer. Disponível em:** < <https://cimento.org/cp-ii-f-32-cimento-portland-composto-com-filer/>>. **Acesso em: 29 abr. 2019.**

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE), **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002: Diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil**, julho, 2002.

COSTA, N.A.A. **A Reciclagem do RCD: Uma aplicação da análise multivariada**. 2003. 188f. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.

FERNANDEZ, Jaqueline Aparecida Bória. **Relatório de pesquisa : Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília: IPEA, 2012. 42 p.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueria e. **"Eco-92"; Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/eco-92.htm>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

IBGE. **População Brasileira**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

MARTINS, Flávia Gadêlha. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil em Obras de Grande Porte – Estudos de Caso**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências, Programa de Engenharia, Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

MARQUES NETO, José da Costa. **Diagnóstico para Estudo de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição do Município de São Carlos - SP**. 2003. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

PINTO, Gilberto Júnior Ferreira; MELO, Eusilei de Suianne Rodrigues Lopes de; NOTARO, Krystal De Alcantara. **Geração de resíduos sólidos da construção civil – Métodos de cálculo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 7. 2016, Campina Grande. Artigo... Campina Grande: IBEAS, 2016. Disponível em: <<https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2016/III-003.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

PINTO, T.P. **Utilização de resíduos de construção. Estudo do uso em argamassas**. São Carlos. 1986. 137p. Dissertação (Mestrado) – EESC, Universidade de São Paulo.

POTENZA, João Luiz. et al. **Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, 2012. 85 p.

PREFEITURA Municipal de Araçatuba. **Fachada do ecoponto instalado no bairro São José**. Disponível em: <<https://aracatuba.sp.gov.br/prefeitura-ativa-ecoponto-no-sao-jose/>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

PREFEITURA Municipal de Araçatuba. **Caminhão transportador de caçamba adentrando ao ecoponto**. Disponível em: <<https://aracatuba.sp.gov.br/prefeitura-ativa-ecoponto-no-sao-jose/>>. Acesso em: 18 mar. 2019.

SANTOS, Alcimar Laurentino. **Diagnóstico ambiental da gestão e destinação dos resíduos da construção e demolição (RCD): análise das Construtoras Associadas ao SINDUSCON/RN e empresas coletoras atuantes no município de Panamirin – RN**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SANTOS, Eder Carlos Guedes dos. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. 2007. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

SILVA, Leonardo Costa e; FELIX, Ludmylla Pires; SANTOS, Thiago Martins dos. **Influência dos Agregados Reciclados de Resíduos de Construção nas Propriedades Mecânicas do Concreto**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso da Escola de Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás.

SIMAS, André Luiz Fernandes. et al. **Plano de Resíduos Sólidos do estado de São Paulo**. 1. Ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Planejamento Ambiental, CETESB, 2014. 350p.

TARTUCE, Ronaldo, 1946. **Dosagem Experimental do Concreto**/ Ronaldo Tartuce. São Paulo : Pini : IBRACON, 1989. 115p.

TORRES, Levi. **Trabalhador sobre uma montanha de resíduo de construção civil**. ABRECON, 2016 Disponível em:<<https://abrecon.org.br/residuos-da-construcao-e-demolicao-geracao-de-emprego-e-renda/>>. Acesso em: 15 fev. 2019.