



CONCRETO COM RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL E POSSÍVEL

Eric Renã Zavitzki Schimanowski (*), Gabrielli Tápia de Oliveira, Diorges Carlos Lopes

*Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, eric.schimanowski@sou.unijui.edu.br.

RESUMO

O desenvolvimento tecnológico do concreto deve abranger não somente critérios técnicos, mas também formas de reduzir impactos causados ao meio ambiente. Nesse cenário, ressalta-se a importância de pesquisas que busquem por alternativas sustentáveis como, por exemplo, a reutilização de resíduos produzidos em grande escala no setor da construção civil, conhecidos popularmente como RCC's. A partir disso, estudos já realizados sugerem a implementação do RCC na produção do concreto sendo que, apesar de ser uma prática possível, a mistura final obtida tende a apresentar valores de resistência mecânica inferiores. Isso ocorre devido à alta absorção do material alternativo, que aumenta a demanda por água durante o amassamento do concreto para conservação de sua trabalhabilidade. Nesse contexto, para o presente estudo, foi avaliada a resistência à compressão de um traço com substituição de 20%, em massa, do agregado graúdo por RCC, controlando a relação água/cimento através do uso de aditivo superplastificante, para posterior comparação com um concreto convencional. Quanto aos resultados obtidos, aos 28 dias, verificou-se que o traço contendo RCC apresentou valor igual a 39,7 MPa, ou seja, 4,6 MPa inferior ao referência que atingiu 44,3 MPa, mesmo com as medidas adotadas no estado fresco. Entretanto, essa diferença foi pequena se comparada aos estudos nos quais o controle da relação água/cimento não ocorreu de forma eficaz, comprovando que o uso de aditivo no concreto alternativo estudado contribui para a segurança de estruturas de concreto com RCC.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos, Construção Civil, Concreto, Aditivo Superplastificante, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The technological development of concrete must embrace not only technical issues, but also ways to reduce impacts to the environment. In this scenario, the importance of researches looking for sustainable alternatives is emphasized, such as, for example, the reuse of the waste produced on large scale in the civil construction sector, popularly known as RCC. Based on this, studies already carried out suggest the implementation of RCC in the production of concrete and, despite being a possible practice, the final mixture obtained tends to present lower mechanical strength values. This happens due to the high absorption of the alternative material that increases the demand for water during the kneading of the concrete to preserve its workability. In this context, for the present study, the compressive strength of a trace was evaluated considering a 20% substitution, in mass, of the coarse aggregate by RCC, controlling the water/cement ratio through the use of superplasticizer additive, for later comparison with a conventional concrete. As for the results obtained, at the age of 28 days, it was found that the trace containing RCC got a value equal to 39.7 MPa, which is 4.6 MPa lower than the reference that reached 44.3 MPa, even with the parameters adopted in the fresh state. However, this difference was small compared to studies in which the control of the water/cement ratio did not occur effectively, proving that the use of additives in the alternative concrete studied contributes to the safety of concrete structures with RCC.

KEY WORDS: Waste, Civil Construction, Concrete, Superplasticizer Additive, Sustainability.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 2002 os resíduos podem ser classificados em categorias distintas. Para o órgão, entende-se por Resíduos da Construção Civil (RCC) o material composto por argamassa, concreto e elementos de cerâmica, como tijolos, blocos, telhas e azulejos provenientes de construção, demolição, reformas e reparos de edificações. Ainda, de acordo com a normativa técnica ABNT NBR 10004 (2004), que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente, pode-se observar que o RCC se enquadra na classificação Classe II B, ou seja, resíduos inertes não perigosos. Além disso, a mesma norma ainda determina que os mesmos podem ser subdivididos em agregados de resíduo de concreto e agregados de resíduo misto.

Atualmente, é sabido que a produção do RCC ocorre em larga escala e pode vir a prejudicar o meio ambiente quando descartado de forma irregular. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), em 2019 foram gerados 44,5 milhões de toneladas de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil, ou seja, 213,5 kg por habitante ao ano. Para Scremin *et al.* (2014) é estimado que a geração total do RCC ultrapassa



a dos resíduos sólidos urbanos no país, já que grande parte é coletada por empresas privadas ou, ainda, descartada de forma irregular pelos geradores.

Conforme Passini *et al.* (2018), quando o RCC é depositado em locais inadequados pode elevar os custos da administração pública já que acaba degradando o ambiente urbano, prejudicando a drenagem através do entupimento de galerias, dificultando o tráfego de automóveis, atraindo vetores de doenças, além de comprometer a paisagem. Ademais, para os mesmos autores, quando esse resíduo é descartado em aterros sanitários pode acabar comprometendo a vida útil dos mesmos, devido ao grande volume de material.

Como não é possível extinguir a produção de RCC uma vez que essa é inerente ao setor da construção civil, é importante que os profissionais da área busquem formas de reduzir o impacto desse material no meio ambiente. Nesse cenário, uma alternativa encontrada foi a incorporação desse resíduo como um agregado para concreto. Entretanto, devido às diferentes propriedades desse material quando comparado aos agregados usuais, como a maior absorção de água, forma e resistência variáveis, é necessário maior controle de alguns fatores em relação ao concreto convencional.

Dentre as propriedades do concreto que são diretamente impactadas pelo uso do RCC, destaca-se a relação água/cimento (a/c). Para Mehta e Monteiro (2006), essa relação, juntamente com a porosidade, é o fator que mais impacta na resistência do concreto pois interfere nas propriedades da matriz de cimento e, também, na zona interfacial de transição entre matriz e agregado. Ademais, Neville (2016) evidencia que, quando o concreto está adequadamente adensado, a resistência da mistura é inversamente proporcional ao fator a/c, sendo assim, quanto maior a quantidade de água, menor será a resistência a ser obtida.

Nesse contexto, é sabido que o RCC é um agregado poroso que tende a absorver maiores quantidades de água o que, consequentemente, altera a relação a/c, aumentando-a. Em estudos realizados por Schimanowski *et al.* (2019) e Leite (2001), verificou-se que concretos com substituições parciais da brita por RCC demandaram acréscimos de água, em relação à quantidade dessa determinada no método de dosagem, para atingirem o abatimento adequado. Essa medida aumentou significativamente a relação a/c e impactou nos resultados de resistência à compressão deixando-os inferiores ao traço referência.

Dessa forma, para garantir que o concreto atinja resistências à compressão adequadas é necessário, portanto, que o fator a/c seja controlado. Isso pode ser realizado através de duas formas, uma delas se refere ao aumento da quantidade de aglomerante e a outra está associada à utilização de aditivos químicos. Entretanto, é sabido que o aumento no consumo de cimento Portland é inviável do ponto de vista econômico, já que esse é o constituinte de maior valor do concreto, e, também, do ponto de vista ambiental já que incentiva maior produção de um material com grande impacto negativo ao meio ambiente.

Outrossim, quanto à utilização de aditivos, Neville (2016) evidencia que esses permitem o emprego de uma maior variedade de componentes no concreto e podem gerar economia ao passo que reduzem o consumo de cimento e melhoram a trabalhabilidade sem a necessidade de medidas adicionais. Para o mesmo autor, os aditivos superplastificantes têm ação dispersante que acaba por aumentar a trabalhabilidade do concreto, possibilitando a manutenção da sua relação água/cimento, quantidade de água e a coesão da mistura.

OBJETIVOS

Sabendo que concretos produzidos com RCC necessitam de maior atenção quanto ao consumo de água para preservar suas propriedades, este estudo visa avaliar misturas com substituição parcial de 20% do agregado graúdo por RCC, sem realizar adições de água, garantindo a trabalhabilidade da mistura através do uso de aditivo superplastificante. Assim, no estado endurecido, objetiva-se verificar a resistência à compressão do concreto, propriedade fundamental para garantir uma aplicação segura desse material. A partir disso, espera-se que os resultados obtidos sejam adequados, tornando o uso de RCC como agregado para concreto uma prática comum, sustentável e segura.

Ademais, os objetivos específicos desse estudo abrangem a comparação dos resultados obtidos com outras pesquisas na mesma área visando comprovar a viabilidade de uso do material e a compreensão do comportamento do RCC em diferentes situações. Ainda, busca-se verificar o impacto das propriedades do concreto no estado fresco, como a relação água/cimento, sobre as propriedades no estado endurecido, como a resistência a compressão



METODOLOGIA

Com o intuito de encontrar um traço para o concreto através do método de dosagem da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), os materiais utilizados foram ensaiados em laboratório conforme indicam as normas técnicas brasileiras. Nesse cenário, torna-se relevante salientar que o concreto convencional pode ser entendido como uma mistura composta por uma pasta de cimento, ou seja, um meio aglutinante, que envolve partículas de agregados de diferentes dimensões (MEHTA E MONTEIRO, 2006).

Em vista disso, tem-se que o aglutinante mais comumente utilizado é o cimento Portland, sendo que para esse estudo, dentre os tipos existente, foi escolhido o CP-II-F-32 por ser o cimento mais vendido nas lojas de materiais de em Ijuí/RS. A resistência esperada aos 28 dias para o esse aglomerante é 32 MPa e sua composição possui adição de filer, material finamente moído de origem natural ou proveniente de minerais inorgânicos (NEVILLE, 2016). Isso posto, para determinar sua massa específica, dado necessário para o cálculo de dosagem, utilizou-se a ABNT NBR 16605 (2017).

Outrossim, os agregados são materiais granulares, sem forma e volume definidos, geralmente inertes com granulometrias adequadas para o uso na engenharia (NEVILLE, 2016). Para a produção de concreto são geralmente empregados agregados miúdos e graúdos como a areia e a brita, respectivamente, sendo que as propriedades desses materiais influenciam diversas características da mistura final obtida (MEHTA e MONTEIRO, 2006).

Para o agregado miúdo foi utilizada a areia disponível no Laboratório de Engenharia Civil (LEC), caracterizada através da obtenção dos valores de massa específica a partir da norma ABNT NBR NM 52 (2009), massa unitária solta através do método C da ABNT NBR NM 45 (2006) e granulometria pela ABNT NBR 248 (2003). Os dados encontrados foram utilizados nos cálculos de dosagem do concreto.

Ainda, quanto ao agregado graúdo, foi empregada a brita 1 disponível no LEC. Na caracterização desse material foram realizados os ensaios de granulometria pela norma ABNT NBR 248 (2003), massa específica através da ABNT NBR NM 53 (2003) e massa unitária compactada pelo método A da norma ABNT NBR NM 45 (2006). Ressalta-se que esse agregado foi substituído por Resíduos da Construção Civil (RCC), conforme Figura 1, na porcentagem de 20% em massa.



Figura 1: Resíduo da Construção Civil utilizado. Fonte: Autoria Própria.

Assim, a partir dos dados foi calculado um traço de dosagem através do método da ABCP. Para tanto, foi definido que a resistência esperada aos 28 dias para o concreto seria de 25MPa, e o abatimento a ser encontrado no estado fresco próximo a 90mm, com possibilidade de variação nesse dado de 10mm, de acordo com a norma ABNT NBR NM 67 (1998). Dessa forma, foi encontrado proporção igual a 1:1,5:3,15:0,5 respectivamente para cimento, areia, brita e água.

Em seguida, objetivando a moldagem do concreto alternativo, foi realizada a substituição parcial, em massa, de 20% da brita 1 por RCC de dimensões semelhantes, proveniente da empresa Resicon. Dessa forma, esse estudo analisa e compara dois traços de concreto denominados REF e RCC20% que representam, respectivamente, o concreto convencional e o concreto alternativo com substituição.

Após, foi realizada a moldagem dos corpos de prova e, ainda durante o estado fresco, o ensaio de abatimento em tronco de cone. Para que a mistura atingisse o abatimento necessário foi utilizado aditivo superplastificante da marca Builder Reoplast PCE 650, conforme as indicações do fabricante. Os corpos de prova foram desmoldados após 24 horas e colocados em câmara úmida até a idade de rompimento por compressão em prensa hidráulica, conforme ABNT NBR 5739 (2018) aos 7 e 28 dias.



Neville (2016) aponta que o ensaio de resistência à compressão é o mais realizado devido à facilidade na execução, à importância nos projetos estruturais e também por ser uma propriedade que se relaciona com várias outras características do material. Ademais, é válido salientar que os resultados obtidos se referem a uma média entre os dados de rompimento de 3 corpos de prova para cada traço estudado, em cada idade avaliada.

RESULTADOS

Os resultados do ensaio de compressão podem ser visualizados na Figura 2, na forma de gráfico. Verificou-se que, aos 7 dias, o valor obtido para o traço RCC20% era 32,9 MPa, muito próximo ao traço REF na mesma idade, que apresentou valor igual a 31,8 MPa. Ressalta-se, ainda, que embora o concreto alternativo tenha apresentado resultado superior ao convencional, essa diferença foi pequena (1,1MPa), não permitindo concluir que o RCC contribuiu para a resistência, por exemplo.

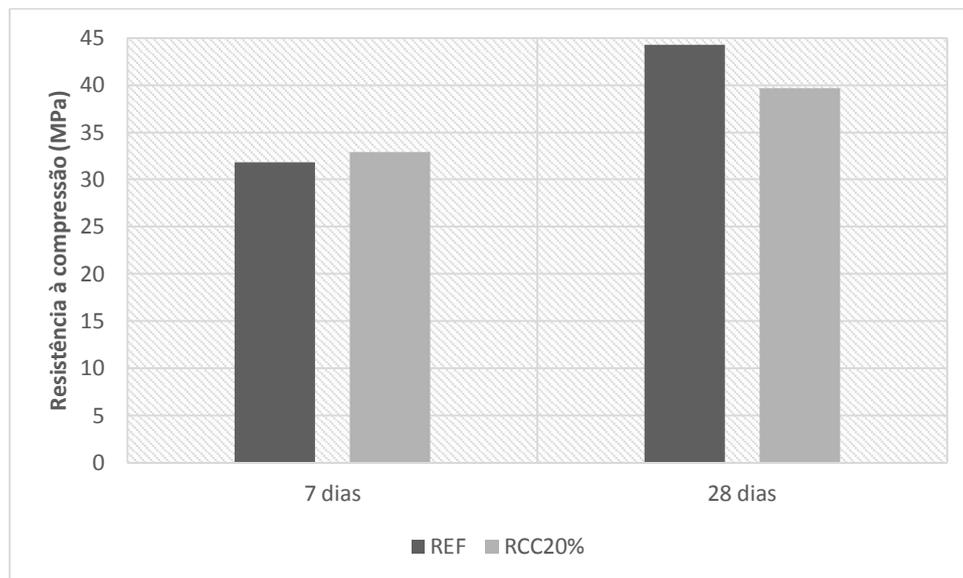


Figura 2: Resultados do ensaio de compressão. Fonte: Autoria Própria.

Já aos 28 dias, foi observado que o traço REF apresentou valor igual a 44,3 MPa, bastante superior ao determinado no cálculo de dosagem, 25 MPa. Esse comportamento não descarta as análises desse estudo, que visa, primordialmente, avaliar a diferença de resistência entre os concretos, mas sugere que houve consumo de cimento maior que o necessário em todos os traços analisados.

Quanto ao traço RCC20%, aos 28 dias, o resultado foi igual a 39,7 MPa, ou seja 4,6 MPa inferior ao traço REF. Essa diferença já era esperada visto que o agregado alternativo é menos resistente, entretanto o resultado é satisfatório por apresentar decréscimo de apenas 10,4 %. No estudo de Schimanowski *et al.* (2019), por exemplo, o concreto alternativo que utilizou os mesmos materiais desse estudo, com exceção do aditivo, apresentou diferença igual a 16,4 MPa, ou seja, uma redução de 35,5% de resistência quando foi utilizado o RCC.

CONCLUSÕES

Após a realização dos ensaios e análise dos resultados é possível concluir que o traço RCC20% apresentou resistência à compressão próxima ao REF. Isso foi possível devido à utilização de aditivo sobre a mistura, que permitiu maior controle sobre a quantidade de água no concreto e, conseqüentemente, menor redução da resistência à compressão se comparado a outros estudos.

Por fim, é possível definir o concreto alternativo estudado como um produto capaz de oferecer resistência adequada. Dessa maneira, o uso de RCC no concreto apresenta uma solução viável e sustentável para o destino final desse material, tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista ambiental.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 45**. Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006. 8p
2. __. **NBR NM 52**. Agregado miúdo – Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009. 6p.
3. __. **NBR NM 53**. Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009. 8p.
4. __. **NBR NM 67**. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998. 8p.
5. __. **NBR NM 248**. Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003. 3p.
6. __. **NBR 5739**. Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018. 9p.
7. __. **NBR 10004**. Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71p
8. __. **NBR 16605**. Cimento Portland e outros materiais em pó - Determinação da massa específica. Rio de Janeiro, 2017. 4p
9. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 307** de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília: Diário oficial da República Federativa do Brasil, 2002.
10. LEITE, M. B. **Avaliação das propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Tese de Doutorado, UFRGS. Porto Alegre, 2001.
11. MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concrete: Microstructure, properties and materials**. 3. ed. United States of America: The McGraw-Hill Companies, 2006.
12. NEVILLE, A. M. **Propriedades do Concreto**. Tradução: Ruy A. Cremonimi. 5.ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
13. PASSINI A. F. C. *et al.* **Gerenciamento de resíduos de construção civil**. Anais do 1º Congresso Sul Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade (CONRESOL). Gramado (RS), 2018.
14. SCHIMANOWSKI E. R. Z. *et al.* **Concreto com substituições de cinza da casca de arroz e resíduos da construção civil**. Anais do VII Fórum de Sustentabilidade do Corede Alto Jacuí. Cruz Alta, 2019.
15. SCREMIN, L.B. *et al.* **Sistema de apoio ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição para municípios de pequeno porte**. Engenharia Sanitária Ambiental, v. 19, n. 2, pág. 203–206, 2014.