

## **RESISTÊNCIA DE CONCRETO DOSADO COM RESÍDUOS DE PNEUS INSERVÍVEIS PARA MANUFATURA DE PLACAS DE FECHAMENTO DE OBRAS CIVIS**

**JOÃO ALEXANDRE PASCHOALIN FILHO<sup>1</sup>, DIEGO GONÇALVES CAMELO<sup>2</sup>,  
BRENO AUGUSTO MARCONDES VERSOLATTO<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Professor Doutor, Universidade Nove de Julho, Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, 11-972578007, paschoalinfilho@yahoo.com.

<sup>2</sup> Arquiteto, Universidade Nove de Julho, Mestrando do Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, 11-997182279, diego\_camelo@outlook.com.

<sup>3</sup> Engenheiro Civil, Universidade Nove de Julho, Mestrando do Programa de Mestrado em Cidades Inteligentes e Sustentáveis, 11-99469-6410, brenoversolato@hotmail.com.br.

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** A construção civil consiste em um setor econômico de grande importância para o país, pois responde por grande parte dos empregos diretos e indiretos. No entanto, também figura como a indústria que mais impacta negativamente o meio ambiente. Diante disso, a utilização de técnicas construtivas mais eficientes é um tema bastante discutido no meio técnico. Neste contexto, este trabalho demonstra a avaliação da resistência de um concreto dosado com diferentes quantidades de resíduos de pneus inservíveis para a fabricação de painéis de fechamento pré-fabricados. Para tal, foram estudados traços experimentais e conduzidos ensaios de compressão em corpos de prova submetidos a cura de 28 dias em câmara úmida. Os resultados indicaram que a inserção do resíduo no concreto reduziu sua resistência à compressão, porém, mesmo assim, pode-se utilizar o concreto obtido para a manufatura de painéis não estruturais. Também se destaca a quantidade de pneus retirados da natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo de borracha, pneus inservíveis, construção civil.

### **COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE MIXED WITH INSERVABLE RUBBER TIRE WASTES FOR CLOSING PLATES MANUFACTURING**

**ABSTRACT:** Civil construction is an economic sector of great importance to the country, as it accounts for a large part of direct and indirect jobs. However, it also figures as the industry that most negatively impacts the environment. Therefore, the use of more efficient construction techniques is a topic widely discussed in the technical environment. In this context, this work demonstrates the evaluation of the strength of a metered concrete with different amounts of waste tires for the manufacture of prefabricated closing panels. To this end, experimental features were studied, and compression tests were carried out on specimens submitted to a 28-day cure in a humid chamber. The results indicated that the insertion of the residue in the concrete reduced its resistance to compression; however, even so, one can use the concrete obtained for the manufacture of non-structural panels. It also highlights the amount of tires removed from nature.

**KEYWORDS:** Rubber waste, tires, civil construction.

## INTRODUÇÃO:

Os benefícios dos elementos pré-fabricados em relação a construção convencional são: o maior controle de qualidade em função do processo produtivo, rapidez na execução, redução da necessidade de cimbramento e andaimes, redução da possibilidade de acidentes e redução de resíduos poluentes na natureza.

Destaca-se que na manufatura de artefatos pré-fabricados utiliza-se, muitas vezes, o concreto convencional, ou seja, dosado a partir de agregados miúdos e graúdos naturais, aglomerante e água. No entanto, a utilização de materiais naturais na dosagem do concreto poderia, em caso de manufatura de peças não estruturais, ser substituída por materiais reciclados, o que reduziria o impacto ambiental causado pelo processo de obtenção das peças e levaria a uma maior economia. Diversos pesquisadores vêm desenvolvendo pesquisas no intuito de se viabilizar técnica e economicamente a utilização de resíduos sólidos na obtenção de peças de concreto, dentre estes, relacionam-se os trabalhos de: Hwang e Yeo (2011), e Paschoalin Filho et al. (2013), entre outros. Entre as vantagens apontadas por estes autores, destacam-se: redução no consumo de recursos naturais não renováveis; redução de áreas necessárias para aterro; redução do consumo de energia; redução da poluição e geração de emprego e renda.

Neste contexto, esta pesquisa tem por objetivo apresentar a avaliação da resistência a compressão de corpos de prova de concreto dosados com resíduos de pneus inservíveis para a manufatura de placas pré-moldadas de fechamento.

## MATERIAL E MÉTODOS:

Para o estudo da resistência a compressão do concreto com a inserção de resíduos de pneus, inicialmente foi realizada a dosagem de um traço de referência, sem a utilização de resíduos. Dessa forma, foram utilizados para este traço inicial (C1) os seguintes materiais: Cimento Portland de Alta Resistencia (ARI) – CP V, Pedra Brita #1 (agregado graúdo), pó de pedra (agregado miúdo), assim como se verifica na Tabela 1.

TABELA 1. Proporções utilizadas na dosagem do concreto convencional (C1)

| <b>Cimento ARI</b> | <b>Pó de pedra</b> | <b>Brita #1</b> | <b>Água potável</b> |
|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------|
| 1,0kg              | 2,8kg              | 3,85kg          | 0,7kg               |

Os traços experimentais foram dosados no intuito de se verificar o efeito da introdução de resíduos de borracha advindos de pneus inservíveis na resistência a compressão do concreto. A Tabela 2 apresenta os traços experimentais utilizados. Os grãos de resíduos de borracha de pneus foram triturados em diâmetros variando entre 2,5 e 3,0mm.

TABELA 2. Proporções utilizadas na dosagem do concreto experimental

| <b>Traço 1</b> |             |          |              |                 |
|----------------|-------------|----------|--------------|-----------------|
| Cimento ARI    | Pó de pedra | Brita #1 | Água potável | Resíduo de pneu |
| 1,5kg          | 1,0kg       | 1,5kg    | 0,35kg       | 1,0kg           |
| <b>Traço 2</b> |             |          |              |                 |
| Cimento ARI    | Pó de pedra | Brita #1 | Água potável | Resíduo de pneu |
| 1,5kg          | 1,0kg       | 1,5kg    | 0,35kg       | 1,25kg          |
| <b>Traço 2</b> |             |          |              |                 |
| Cimento ARI    | Pó de pedra | Brita #1 | Água potável | Resíduo de pneu |
| 1,5kg          | 1,0kg       | 1,5kg    | 0,35kg       | 1,5kg           |

Para a verificação da resistência a compressão do concreto foram moldados 9 corpos de prova para cada dosagem em estudo (C1, CP1, CP2 e CP3). Estes possuíam formato cilíndrico com diâmetro (d) de 100mm e altura (h) 200mm, respeitando sempre relação  $h/d=2,0$ . Após moldagem, os corpos de prova foram levados para cura em câmara úmida até que estes atingissem idades de 7 e 28 dias. Os procedimentos de moldagem e cura dos corpos de prova foram tomados em concordância com as recomendações da ABNT NBR 5738. A determinação da resistência a compressão dos corpos de prova ocorreu por meio de ensaio específico e de acordo com as recomendações da ABNT NBR 5739.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3 a seguir:

TABELA 3. Resultados obtidos para 7 dias de tempo de cura

| Dosagem  | Tempo de cura | Resistência compressão média (MPa) | Peso específico ( $\text{kN/m}^3$ ) | Tempo de cura | Resistência compressão média (MPa) | Peso específico ( $\text{kN/m}^3$ ) |
|----------|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Traço C1 | 7 dias        | 23                                 | 24                                  | 28 dias       | 25                                 | 25                                  |
| Traço 1  | 7 dias        | 10,2                               | 20,6                                | 28 dias       | 13,2                               | 21,6                                |
| Traço 2  | 7 dias        | 8,3                                | 19                                  | 28 dias       | 10,3                               | 19,7                                |
| Traço 3  | 7 dias        | 5,1                                | 18,7                                | 28 dias       | 6,1                                | 19,5                                |

Verifica-se que a resistência a compressão dos corpos de prova tendeu a um decréscimo em função do aumento da adição de resíduos de pneu. O corpo de prova que apresentou maior resistência a compressão aos 28 dias de cura foi àquele em que não houve qualquer adição de resíduo. Constata-se também que o incremento de resíduo de borracha nos corpos de prova causou a redução do peso específico destes.

Assim, os resultados obtidos estão de acordo com as afirmações de Guo et al. (2017), quanto a redução de resistência do concreto utilizando o resíduo de pneu inservível na mistura. Silveira et al. (2016) explicam que a queda da resistência do concreto, quando acrescido resíduo de pneu, ocorre devido à incompatibilidade química entre a borracha e a pasta de cimento. Dentro do concreto o resíduo age formando vazios, isso ocorre porque seu peso próprio é inferior ao dos demais componentes que constituem a mistura. De uma forma geral, as resistências obtidas variaram entre 25 e 6,1MPa, enquanto que os pesos específicos entre 25 e 19,5 $\text{kN/m}^3$ . Considerando-se a forma cilíndrica do corpo de prova, com diâmetro de 100mm e altura de 200mm e preenchida com 0,063 $\text{m}^3$  de concreto; e que um pneu radial de passeio pesa em média 7 kg e 25% de seu peso é composto basicamente por aço e nylon, restando assim 75% do peso em borracha, ou seja, 5,25kg (KAMIMURA, 2002) é possível estimar os parâmetros apresentados na Tabela 4.

TABELA 4. Análise do comparativo da proporção de resíduo de pneu e resistência do concreto. \*Resíduo Granulado de Borracha de Pneu Inservível 2,5 a 3,0mm

| Traço | Resistência Média 28 dias (MPa) | Quant. R.G.B.P.* para 1 $\text{m}^3$ de concreto | Quant. Pneu passeio (unid.) |
|-------|---------------------------------|--|-----------------------------|
| CP1   | 13,2                            | 2,63 kg  | 0,50                        |
| CP3   | 6,61                            | 3,95 kg  | 0,75                        |
| CP2   | 10,3                            | 3,28 kg  | 0,62                        |

Pode-se observar por meio da Tabela 4 as quantidades de pneus inservíveis que potencialmente poderiam ser retiradas da natureza utilizando-se as dosagens estudadas. Verifica-se que a dosagem CP1, a que apresentou maior resistência a compressão dentre as experimentais estudadas, permite a retirada de 0,5 pneus a cada metro cúbico de placa pré-moldada de fechamento de concreto manufaturada.

## CONCLUSÕES:

A partir dos resultados obtidos, verificou-se que a utilização de resíduos de pneus inservíveis na dosagem de concreto contribuiu para a redução na resistência a compressão e da massa específica deste. No entanto, apesar das resistências a compressão obtidas para os traços experimentais serem inferiores a determinada para o concreto convencional, isso não impossibilita a utilização dos traços experimentais estudados para a manufatura de placas de fechamento. A placa de fechamento pré-fabricada de concreto não constitui um elemento estrutural, por isso as aplicações das dosagens estudadas podem ser possíveis.

Destaca-se que a utilização de elementos pré-fabricados, manufaturados com resíduos de borracha de pneus inservíveis, pode-se configurar em uma solução favorável a inserção da variável ambiental na construção, baseado no conceito de sustentabilidade. O pilar econômico consiste na redução dos custos com o processo executivo uma vez que a utilização de elementos pré-fabricados permite uma redução significativa das perdas e otimiza a execução das obras. O pilar ambiental pode ser relacionado a redução do impacto ambiental da manufatura destes artefatos pela substituição de agregados naturais por resíduos de pneus inservíveis. O pilar social adequa-se a criação de uma nova cadeia dentro das atividades do setor da construção civil, ou seja, a reciclagem de resíduos sólidos gerados e a utilização destes nas obras em geral.

## REFERÊNCIAS:

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 6118: “Projeto de Estruturas de Concreto- Procedimentos”. Rio de Janeiro, 221p. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5738: “Moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos ou prismáticos de concreto”. Rio de Janeiro, 9p. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT NBR 5739: “Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos”. Rio de Janeiro, 9p. 2015.
- ELKINGTON, J. **Cannibals with forks. The triple bottom line of 21st century**, 73, 1997.
- GUO, S.; DAI, Q.; SI, R.; SUN, X.; LU, C. Evaluation of properties and performance of rubber-modified concrete for recycling of waste scrap tire. **Journal of Cleaner Production**, 2017.
- HWUANG, B. G.; YEO, Z. B. Perception on benefits of construction waste management in the Singapore construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 18, n. 4, p. 394-406, 2011.
- KAMIMURA, E. (2002). **Potencial de utilização dos resíduos de borracha de pneus pela indústria da construção civil**. Dissertação pós-graduação em engenharia civil - Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- PASCHOALIN FILHO, J. A.; DUARTE, E.B.; GUERNER DIAS, A.J; CORTES, P.L. Manejo de resíduos de demolição gerados durante as obras da arena de futebol Palestra Itália (Allianz Parque) localizada na cidade de São Paulo/Brasil. **Revista Holos**, v. 6, n. 3, p. 73-91, 2013.
- SILVEIRA, P. M., ALBUQUERQUE, M. DA C. F., CASSOLA, S., BORTOLUCCI, A. A., PAULLI, L. D., & VILLA, F. M. D. Estudo do comportamento mecânico do concreto com borracha de pneu. **Matéria**, v.21, n.2, p.416–428, 2016.