

## REUTILIZAÇÃO DA BORRACHA DE PNEUS COMO AGREGADO DE CONCRETO VISANDO A MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

JORGE LUIZ DA SILVA<sup>1</sup>, KAMILLA ROCHA MARTINS OLIVEIRA<sup>2</sup>, DAYANA TEIXEIRA ALKIMIM CAVALCANTE<sup>3</sup>, ELIZA DA COSTA GOMES DE SOUZA<sup>4</sup>e LUIZ SOARES CORREIA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduando em Engenharia civil, UNIP, Brasília-DF, jorge.luis.da.silva@hotmail.com;

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia civil, UNIP, Brasília-DF, kamilla.rmo@gmail.com;

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia civil, UNIP, Brasília-DF, dayana.alkimim@hotmail.com;

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia civil, UNIP, Brasília-DF, elizacgomes01@gmail.com;

<sup>5</sup>Me. em Engenharia Civil. Prof. Orientador, UNIP, Brasília-DF, luiz.correia@docente.unip.br.

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** Com foco em inovações e visando o uso de materiais que proporcionem benefícios ao meio ambiente, são progressivos os estudos que empregam o uso de alternativas para materiais convencionais na dosagem do concreto, sendo uma opção vantajosa o uso de insumos provenientes do processo de reciclagem. Este trabalho pretende principalmente devido ao baixo custo e a facilidade na obtenção do material, destacar os benefícios do emprego de concreto com adição da borracha de pneus de reuso em substituição parcial do agregado miúdo consumido na constituição da mistura do concreto, descrevendo a viabilidade do seu uso em função de sua resistência à compressão assim como o seu custo-benefício. Para mais, ressaltar a importância desta opção como preservação do meio ambiente, mediante descarte e manipulação correta de resíduos, especificamente dos pneus. Para suprir o objetivo principal desenvolveram-se quatro traços de concreto, um deles usado convencionalmente e os demais com adição do agregado proveniente da borracha de pneus, em concentrações de 4%, 8% e 12%. Realizou-se o ensaio de corpos-de-prova cilíndricos com objetivo de analisar a resistência dos concretos, obedecendo as respectivas normas para o procedimento em questão: NBR 5738/2015 e NBR 5739/2018. Os resultados apontaram que o traço que obteve melhor resposta no quesito de resistência à compressão foi o de 4%. O uso do concreto acrescido com a borracha implicará consequentemente na redução do impacto ambiental causado pelo descarte incorreto de pneus na natureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concreto, borracha de pneus, meio ambiente, resistência à compressão.

## REUSE OF TIRE RUBBER AS AGGREGATE IN CONCRETE AIMING TO MITIGATE ENVIRONMENTAL IMPACTS

**ABSTRACT:** With a focus on innovations and aiming at the use of materials that provide benefits to the environment, studies that employ the use of alternatives to conventional materials in concrete dosage are progressive, being an advantageous option the use of inputs from the recycling process. Due to the low cost and ease of obtaining the material, this work intends to highlight the benefits of using concrete with the addition of reuse tire rubber in partial replacement of the fine aggregate consumed in the constitution of the concrete mixture, describing the feasibility of its use due to its compressive strength as well as its cost-effectiveness. Furthermore, it is important to emphasize the importance of this option as a way to preserve the environment, through the correct disposal and handling of waste, specifically tires. To meet the main objective, four concrete mixes were developed, one of them used conventionally and the others with the addition of aggregate from tire rubber, in concentrations of 4%, 8% and 12%. The test of cylindrical specimens was carried out in order to analyze the strength of concrete, following the respective standards for the procedure in question: NBR 5738/2015 and NBR 5739/2018. The results indicated that the mix that obtained the best

response in terms of compressive strength was 4%. The use of concrete added with rubber will consequently reduce the environmental impact caused by the incorrect disposal of tires in nature.

**KEYWORDS:** Concrete, tire rubber, environment, compressive strength.

## INTRODUÇÃO

O concreto é um material que necessita de diversos cuidados tendo em vista que seu uso atinge grandes escalas e conseqüentemente o quantitativo de material usado em seu processo de preparo é de grande volume, sendo ele o material estrutural mais usado no mundo (Neville & Brooks, 2013) decorrente do fato do concreto tratar-se de um produto que ocupa o segundo lugar em consumo mundial, ficando atrás apenas da água (Diniz, 2011), é de extrema importância buscar alternativas que possibilitem a redução no impacto ambiental proveniente de suas etapas de produção.

É espantosa e alarmante a quantidade de pneus descartados anualmente no Brasil chegando em média 450 mil toneladas de pneus que poderiam ser reaproveitados (SEST & SENAT, 2017). A preocupação referente ao destino dos pneus inservíveis que muitas vezes não são corretamente descartados e acarretam impactos na natureza e sociedade, é uma questão amplamente difundida. A Lei nº. 12.305/10 (BRASIL, 2010) aborda as questões, finalidades e meios, para informações relacionadas à como gerir e processar, assim como as devidas responsabilidades de quem gera os resíduos. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou a resolução CONAMA 258/99 que futuramente foi complementada pela CONAMA 301/02, abrangendo a questão do destino dos resíduos, tais resoluções designavam aos fabricantes dos pneus uma tarefa de destinação final que fosse adequada e comprovada dos pneus sem serventia para uso no território do Brasil, na mesma proporção da quantidade de pneus fabricados ou importados (CONAMA, 1999).

Haja visto a obrigatoriedade das responsabilidades na gestão dos resíduos dispõe-se uma opção vantajosa a aplicação da borracha do pneu como agregado no processo de produção do concreto, pois possibilita minimizar os impactos ambientais gerados na produção do concreto e ao mesmo tempo tratar a problemática do descarte e processamento de pneus inservíveis, aliando assim o número expressivo do concreto usado mundialmente a grande quantidade de resíduos de pneus gerados e descartados.

Decorrente de estudos referentes ao uso do agregado de borracha de pneus no concreto foi possível constatar a possibilidade da substituição de parte do agregado miúdo pelo agregado de borracha de pneus, sendo que quando usado o traço de 5% da adição do agregado de raspas de pneus para um metro cúbico do concreto notou-se que se deixava de usar 32 litros de agregado miúdo e que os resultados de resistência possibilitavam seu uso para a confecção de calçadas com benefícios de aumento da vida útil do concreto em função do ganho em propriedades de flexibilidade, além disso reduzindo o número de pneus no meio ambiente (Romualdo et al., 2011).

## MATERIAL E MÉTODOS

Ao analisar o trabalho de diferentes autores foi possível constatar a possibilidade da inserção da borracha como agregado no concreto visando bons resultados em relação as suas características de resistência. (Moreira et al. (2014)), Romualdo et al. (2011). Adotou-se para esse estudo a aplicação de três traços de concreto com os percentuais de 4%, 8% e 12% de adição de borracha de pneu em substituição de parte do agregado miúdo da mistura do concreto, sendo feito um quarto traço de referência com FCK de 25 Mpa dosado pelo método da Associação Brasileira de Cimento Portland, resultando em um traço apresentado da seguinte maneira: 1:2,14:2,4:0,6:0,56 (cimento, areia, brita 1, brita 2, água).

Realizou-se a pesquisa no laboratório de materiais da Universidade Paulista em Brasília-DF após a determinação do traço referencial e das porcentagens a serem usadas para substituição de parte do agregado miúdo. Efetuou-se o ensaio de resistência à compressão axial de acordo com a NBR 5738/2015 e NBR 5739/2018. Admitiu-se 10 x 20cm como dimensões para os copos de prova cilíndricos.

Os materiais utilizados foram: Cimento CII; areia constituída de granulometria cujo material foi retido na peneira de 0,3mm figura 1 (a); borracha de pneu triturada possuindo granulometria inferior a 1,18mm demonstrada na figura 1 (b); brita 1 e brita 2. O adensamento do concreto foi manual com haste e a preparação da mistura feita através do uso da betoneira. A borracha empregada

no estudo foi adquirida de uma empresa especializada em recauchutagem de pneus localizada em Planaltina-DF.

Figura 1. Especificações da areia (a); borracha para substituição parcial do agregado miúdo (b).



No total foram confeccionados 12 corpos de prova (CPs), sendo 3 com o concreto feito com o traço referencial, 3 com substituição de 4% do agregado miúdo pela borracha triturada, 3 com substituição de 8% do agregado miúdo pela borracha triturada e por fim 3 com substituição de 12 % do agregado miúdo pela borracha triturada. Os CPs foram desmoldados após 24 horas e destinados a cura por submersão até a idade de 28 dias sendo sequencialmente submetidos ao ensaio de resistência à compressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados de resistência à compressão axial obtidos após ruptura dos corpos de prova aos 28 dias de idade, relacionando os CPs com suas respectivas resistências alcançadas no teste realizado, sendo as resistências apresentadas em Mega Pascal e relacionadas nas colunas (MPa).

Tabela 1 – Corpo de prova (CP) e resistência à compressão (MPa)

(CP)	(MPa)	(CP)	(MPa)
REFERÊNICA 1	27,4	CP 7, 8%	16,09
REFERÊNICA 2	40,74	CP 8, 8%	15,62
REFERÊNICA 3	35,7	CP 9, 8%	16,14
CP 4, 4%	14,86	CP 10, 12%	13,78
CP 5, 4%	20,82	CP 11, 12%	12,15
CP 6, 4%	13,05	CP 12, 12%	9,74

Constatou-se através da análise dos dados obtidos em laboratório que à medida que se aumenta o percentual de borracha incrementado em mistura como agregado miúdo no concreto a resistência à compressão diminui. É de suma importância estudos que possibilitem um melhor resultado apresentando maneiras diferentes de tratamento da borracha usada para a confecção do concreto e diferentes dosagens da mistura.

Evidenciou-se que os benefícios referentes a extração dos pneus da natureza tendem a ser potencializados através da iniciativa de agrega-lo ao concreto em decorrência do aumento do percentual aplicado na mistura, portanto o uso do concreto com teores elevados de borracha se apresenta como uma opção vantajosa do ponto de vista ambiental, uma vez que a retirada dos pneus dispostos de maneira incorreta no meio ambiente atinge diversos benefícios para a natureza, possibilitando a redução de índices de doenças que são provenientes do acúmulo de água em pneus, entre outros benefícios relacionados ao tratamento correto desse tipo de resíduo.

## CONCLUSÃO

Sendo o concreto um insumo que é empregado em grandes escalas, a aplicação da borracha de pneus se torna satisfatória em função de conseguir alcançar boa resistência à compressão, evidenciada no concreto com 4% de adição de agregado de borracha, possibilitando sua aplicação prática em alguns tipos de edificações e estruturas, de acordo com a solicitação do projeto a ser realizado, como por exemplo a pavimentação de calçadas ou fabricação de peças pré-moldadas como o meio-fio que são estruturas que não necessitam de uma resistência à compressão muito elevada.

Em questão econômica é totalmente válida a aplicação do uso desse tipo de concreto, a produção do concreto reduziria o custo em comparação à mistura tradicional, e também geraria empregos no que tange o tratamento da borracha para o uso no concreto, estimulando iniciativas que visem o processamento do pneu inoperante para que seja reaproveitado na construção civil, visando que futuramente possa desenvolver-se estudos aplicando granulometrias e diferentes tratamentos para aplicação da borracha na mistura do concreto com intuito de alcançar melhores resultados em questão de resistência à compressão.

Para que o impacto no meio ambiente seja ainda de maior proporção é ideal que se realizem pesquisas que busquem resultados satisfatórios no quesito de resistência à compressão em função do aumento do percentual de borracha empregado na mistura do concreto e dos diferentes tipos de tratamento para a borracha, possibilitando consequentemente em um maior número de pneus removidos da natureza.

## AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam gratidão à UNIP campus Brasília e ao CONTECC pela possibilidade, apoio e estímulo para o desenvolvimento deste artigo.

## REFERÊNCIAS

- ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Preparo do Concreto. São Paulo-SP, Abcp, Estudo Técnico n.º 42, 30p., 1983.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.738: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio Janeiro, 2003.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: Concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
- BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providencias. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 1999. Resolução n° 258, de 26 de agosto de 1999. Estabelece que as empresas fabricantes e as importadoras de pneumáticos ficam obrigadas a coletar e dar destinação final, ambientalmente adequada, aos pneus inservíveis existentes no território nacional. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Brasil.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2002. Resolução n° 301, de 21 de março de 2002. Altera dispositivos da Resolução n° 258, de 26 de agosto de 1999, que dispõe sobre Pneumáticos. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Brasil.
- Diniz, José. Personalidade Entrevistada. CONCRETO & Construções, Ed. IBRACON. n. 53. São Paulo, p. 11, 2009.
- Moreira, J. F.; FIDELIS, V. R.; DIAS, J. F. Concreto com borracha de pneus aplicado em ciclovias. 2014. Disponível em: <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/download/8141/6348>. Acesso em: 03 de abril de 2021.
- Neville, A.M., BROOKS, J.J..Tecnologia do Concreto. 2.ª ed. BOOKMAN Editora, 2013.
- Romualdo, A.C. et al. International Workshop Advances in Cleaner Production. Pneus Inservíveis como Agregados na Composição de Concreto para Calçadas de Borracha. São Paulo. 2021.
- SEST/SENAT. Cerca de 450 mil toneladas de pneus são descartadas por ano no Brasil. Rio Grande do Sul, fev. de 2017. Disponível em: <http://www.sestsenat.org.br/imprensa/noticia/cerca-de-450-mil-toneladas-de-pneus-sao-descartados-por-ano-no-brasil>. Acesso em: 13 de abril d 2021.