



ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DA ARGAMASSA FABRICADA COM ADIÇÃO DO RESÍDUO DA BORRACHA DE PNEU

Leila C. N. Ribeiro^{1*}, Aline G. B. de Souza², Clóvis S. Veloso³, Sabrine Gemelli⁴

1 – Laboratório de Engenharia Civil, Instituto Federal do Amapá (IFAP), Macapá, AP.

2 - Laboratório de Engenharia Civil, Instituto Federal do Amapá (IFAP), Macapá, AP.

3 – Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Recife, PE.

4 – Centro de Ensino Superior do Amapá

leila.ribeiro@ifap.edu.br

RESUMO

A grande quantidade de pneus descartados em nosso país tem motivado propostas de ações que diminuam os impactos ambientais e a execução de pesquisas sobre métodos prováveis de como podem ser reaproveitados. O objetivo deste trabalho é fazer o reaproveitamento do pneu triturado a partir do resíduo da borracha, inserindo-o na pasta de argamassa substituindo, parcialmente, o agregado miúdo para ser feita análises de suas propriedades, para então ser classificada e como poderá ser utilizada na indústria da construção civil. Para isso, foram realizados alguns ensaios como o índice de consistência, absorção de água por capilaridade, compressão axial, além do ensaio de ultrassom em corpos-de-prova de referência, com 10%, 20% e 30% de resíduo. No ensaio de compressão axial aos 28 dias de cura, para traço 1:4, a argamassa sem adição de borracha, teve resistência, em média, 13,5 MPa e, enquanto que com adição de borracha para cada traço, obteve-se os valores de 6,24 MPa para com 10%, 2,65 MPa para com 20% e 0,66 MPa para com 30%, havendo uma diminuição da resistência. Desse modo, mesmo com a queda da resistência, em relação a uma argamassa convencional de areia e cimento, não podemos descartar a utilização da mesma na construção civil, pois esse não é o único requisito necessário para definir a aplicabilidade desta argamassa com adição do resíduo da borracha.

Palavras-chave: Argamassa. Propriedades. Resíduo de borracha de pneu triturado.

INTRODUÇÃO

A construção civil é uma grande geradora de resíduos, além de consumir grandes quantidades dos recursos naturais não renováveis. Um meio de se utilizar estes resíduos é introduzindo-os em argamassas e/ou concretos, substituindo, parcial ou totalmente, um elemento que não se reaproveite pelos resíduos. Porém, são de grande importância que se estude os usos e as propriedades destes materiais com o intuito de garantir a viabilidade na sua utilização. Conforme Meneguini (2003) para se conseguir um melhor comportamento do resíduo de borracha em argamassa é necessário que se diminua o tamanho das partículas de borracha, através de peneiramento do resíduo de borracha.

Nesta pesquisa, foram estudadas possibilidades de produção de argamassa com diferentes traços, utilizando resíduos de pneu na substituição de 10%, 20% e 30% do agregado miúdo (areia). Através dos mesmos, as pastas foram submetidas a ensaio de consistência conforme a NBR 13.276/2002 e logo após, moldados corpos de provas cilíndricos de 50 mm x 100 mm, os quais foram submetidos a ensaio de compressão axial aos 7 e 28 dias de cura de acordo com a NBR 7215/1996, além de ensaio de absorção de água por capilaridade segundo a NBR 9779/1995 e ensaio de ultrassom.

MATERIAIS E MÉTODOS

Areia

Bauer (2002) define areia, como sendo de origem natural ou um resultado de britamento de rochas, ou ainda uma mistura de ambas, cujos grãos de maior tamanho passam no mínimo 85% nas malhas da peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 µm. A areia utilizada nesta pesquisa é proveniente de jazidas do município de Porto Grande - AP.

Cimento portland CII – F32

Segundo a Associação Brasileira de Cimento Portland (2002), o cimento Portland pode ser definido como um pó fino que possui propriedades aglomerantes e ligantes. Sua utilização para confecção de concretos e argamassas se dá pelo fato do mesmo se enrijecer após entrar em contato com a água, bem como possuir propriedades ligantes.

Assim como os demais cimentos portland compostos, o CP II F é um tipo de cimento para uso e aplicação em geral. Ideal para utilização em estruturas de concreto armado, pavimentos de concreto, argamassa de chapisco, assentamento de blocos, revestimento, pisos e contrapisos, grautes, concreto protendido, pré-moldados e artefatos de concreto.

Água

Utilizou-se água do laboratório do IFAP para desencadear as propriedades ligantes do cimento.

Resíduo da borracha de pneu

De acordo com a NBR 10004/2004 (Resíduos sólidos – Classificação), os resíduos de borracha são considerados resíduos de classe II-B inertes, que, quando amostrados de uma forma representativa, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

O resíduo da borracha de pneu triturado foi adquirido na RPM PNEUS VIPAL MACAPÁ, localizada na Rua Mita Cordeiro, no município de Macapá, no bairro Amazonas.

Análise granulométrica e massa específica dos agregados

Para a determinação da granulométrica do agregado é utilizado a NBR NM 248 – Agregados – Determinação da composição granulométrica, cujo objetivo é de estabelecer o método para a determinação da composição granulométrica de agregados miúdos e graúdos.

Massa específica

O ensaio de determinação da massa específica da areia foi realizado de acordo com a NBR 9776/1987 – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco Chapman, E através da fórmula se obteve o valor da massa específica, a qual foi de 2,63 g/cm³.

Determinação do índice de consistência da argamassa

Conforme a NBR 13276/2002 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura e determinação do índice de consistência.

Ensaio de compressão axial

Conforme a NBR 7215/1996 – Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão, foram produzidos 24 corpos-de-prova de 50 mm x 100 mm.

Determinação de absorção de água por capilaridade

A absorção de água por capilaridade foi determinada de acordo com a NBR 9779/1995.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consistência

O índice de consistência dos corpos-de-prova de argamassa foi determinado a partir da média das três medidas (em mm) de diâmetro anotadas dos traços de referência e com 10%, 20% e 30% de resíduo da borracha de pneu triturado produzido, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados dos Índices de Consistência

TRAÇOS	REFERÊNCIA	COM 10%	COM 20%	COM 30%
1ª MEDIDA	230 mm	205 mm	165 mm	200 mm
2ª MEDIDA	240 mm	195 mm	165 mm	205 mm
3ª MEDIDA	229 mm	187 mm	165 mm	200 mm
MÉDIA	233 mm	196 mm	165 mm	202 mm

Resistência

A resistência medida foi de 28 dias conforme padrões normativos (Imagem 1).

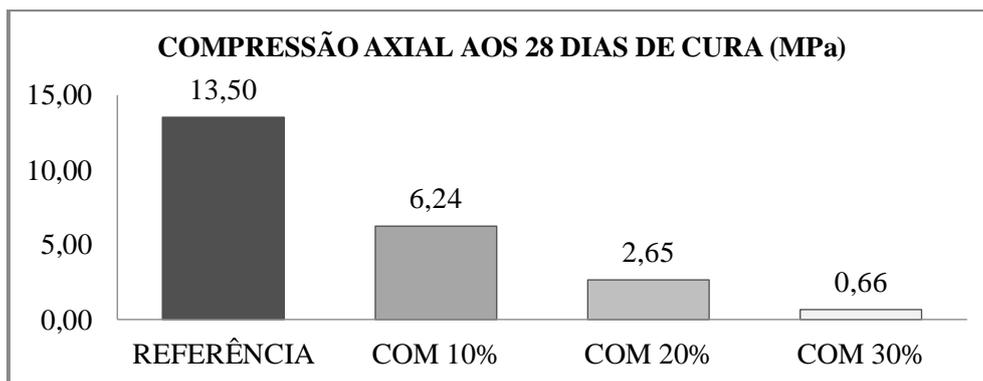


Imagem 1 – Comparativo dos resultados da resistência à compressão axial aos 28 dias de idade de todos os traços

Absorção

Após 48h a absorção de água dos corpos-de-prova analisados está expressa na Tabela 2 e, conseqüentemente, as médias dos corpos estão referenciadas na Imagem 2.

Tabela 2 – Resultados da absorção de água por capilaridade após 48h (em g/cm²)

ITEM	REFERÊNCIA	COM 10%	COM 20%	COM 30%
CP 01	1,265	0,127	0,112	0,495
CP 02	1,459	0,122	0,102	0,286
CP03	1,281	0,148	0,153	0,265

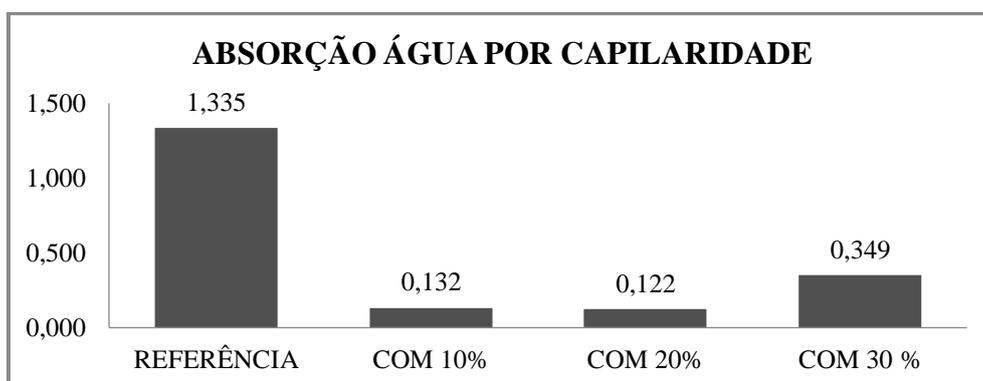


Imagem 2 – Média de Absorção de água por capilaridade após 48h do início (em g/cm²)

A partir dos resultados mostrados após as 48h do ensaio, pode-se dizer que os traços com 10% e 20% absorvem bem menos água, levantando a hipótese de diminuição de fissuras, caso essas argamassas sejam aplicadas em paredes externas. Para confirmação é preciso fazer outros tipos de ensaios para verificar, realmente, se esses traços são viáveis para revestimento externo como o reboco, por exemplo.

Ultrassom

Corpos-de-prova que utilizaram mais água tiveram um tempo maior de resposta do sinal ultrassônico, fazendo com que houvesse a diminuição da velocidade, devido o obstáculo encontrado por conta do acréscimo de água no corpo-de-prova (Imagem 3).

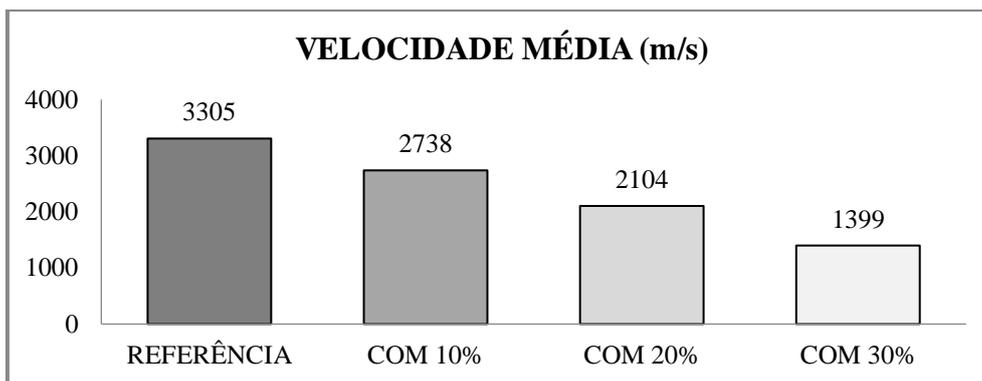


Imagem 3 – Média da Velocidade Ultrassônica

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nesta pesquisa, foi possível se chegar às seguintes conclusões:

A argamassa produzida com 10% de substituição do agregado miúdo pelo resíduo de borracha de pneu triturado pode ser comparada à argamassa de reboco externo industrializada por se enquadrar nos requisitos de resistência à compressão axial atingindo a média de 6,24 MPa, conforme a NBR 13281/2005. Além disso, essa argamassa absorve menos água do que a convencional, tornando-a viável para uso externo.

Kurz (2017) substituiu a areia por borracha nas proporções de 2,5%, 5%, 10% e 15%, utilizando o traço de referência de 1:3, fazendo os ensaios de índice de consistência, compressão axial, resistência a tração por compressão diametral, de absorção por capilaridade e por imersão, chegando à conclusão de que houve um decréscimo nas resistências das argamassas com resíduo, já nas absorções algumas possuíram melhor desempenho que a argamassa de referência. Conclusão essa que nos leva a perceber que o estudo desenvolvido nesta pesquisa está condizendo com os resultados da autora, apesar de não ter sido possível a realização de ensaios como o de compressão diametral e absorção por imersão.

Esses ensaios que foram realizados nas argamassas salientaram que a substituição de areia pelo resíduo de borracha triturado leva a um aumento na relação a/c para manter a trabalhabilidade e o índice de consistência dentro do especificado pela norma, sendo que este aumento é superior nas pastas de argamassas com maior proporção de substituição da areia pelo resíduo de borracha.

De acordo com os resultados encontrados, é mais viável utilizar as argamassas com proporções de até 10% de substituição da areia pelo resíduo, para não haver problemas futuros com patologias.

Esta pesquisa contribuiu positivamente para reforçar os conhecimentos adquiridos na disciplina de concreto e argamassas, desde o traço até a determinação das especificidades dos materiais utilizados, de acordo com as normas da ABNT.

O objetivo do trabalho foi alcançado com êxito, pois foi possível fazer o reaproveitamento do pneu inserindo-o na pasta de argamassa substituindo, parcialmente, o agregado miúdo pelo resíduo da borracha de pneu triturado, onde se identificou o melhor traço, especificando a finalidade para ser utilizada na construção civil, criando uma solução alternativa para a diminuição do impacto ambiental quanto ao descarte incorreto dos pneus.

REFERÊNCIAS

1. ABNT. **NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

2. ABNT. **NBR 9779 – Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por capilaridade.** Rio de Janeiro, 2012.
3. ABNT. **NBR 13276 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência.** Rio de Janeiro, 2002.
4. ABNT. **NBR NM 248 – Agregados – Determinação da Composição Granulométrica.** Rio de Janeiro, 2003.
5. ABNT. **NBR 9776 – Agregados – Determinação da massa específica de agregados miúdos por meio do frasco de Chapman.** Rio de Janeiro, 1987.
6. ABNT. **NBR 7215 – Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão.** Rio de Janeiro, 1996.
7. BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção.** Rio de Janeiro, 2000.
8. BUNGEY, J. H. **The Testing of Concrete in Structures.** 2 ed. ed. London: Surrey University Press, 1989.
9. CANOVA, J. A. **Influência da adição de pó de borracha em argamassa de revestimento.** Tese de D. Sc. Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
10. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais** ed. G. C. Isaia. 3ªed. São Paulo, IBRACON, 2017. Volume 3.
11. CAMPITELI, V. C. **Porosidade do Concreto. Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da USP.** São Paulo, p. 20. 1987. (ICS/CIN).
12. CONAMA. **Resolução nº 416 de 30 de setembro de 2009.** Pags. 64-65.
13. KRAUTKRAMER. **Ultrasonic Testing of Materials.** Alemanha. Second edition.
14. KURZ, M. N. et al. **A potencialidade do uso de resíduo de borracha de pneu em argamassa: análise das propriedades físicas e mecânicas.** Revista Matéria, v.23, n.3, 2018.
15. MENEGUINI, E. C. A. **Comportamento de argamassas com emprego de pó de borracha.** Dissertação do M. Sc. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF THE MORTAR MANUFACTURED WITH ADDED TIRE RUBBER WASTE

ABSTRACT

The large amount of discarded tires in our country has motivated proposals for actions that reduce environmental impacts and the execution of research on probable methods of how they can be reused. The objective of this work is to reuse the crushed tire from the rubber residue, inserting it in the mortar paste, partially replacing the fine aggregate for analysis of its properties, to then be classified and how it can be used in construction industry. For this, some tests were carried out, such as the consistency index, water absorption by capillarity, axial compression, in addition to the ultrasound test on reference specimens, with 10%, 20% and 30% residue. In the axial compression test at 28 days of curing, for the 1: 4 line, the mortar without the addition of rubber had resistance, on average, 13.5 MPa and, while with the addition of rubber for each line, the values of 6.24 MPa for 10%, 2.65 MPa for 20% and 0.66 MPa for 30%, with a decrease in strength. Thus, even with the drop in resistance, in relation to a conventional sand and cement mortar, we cannot rule out its use in civil construction, as this is not the only necessary requirement to define the applicability of this mortar with the addition of the residue of rubber.

Keywords: Mortar. Properties. Crushed tire rubber residue.