ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO COM RESÍDUOS DE BORRACHA DE PNEU

ANALYSIS OF CONCRETE RESISTANCE WITH TIRE RUBBER RESIDUES

RESUMO

De acordo com a resolução 258/99 do CONAMA, desde 1999 ficou estabelecido que a indústria fabricante de pneus fosse obrigada a dar um fim ambientalmente correto aos pneus sem utilidade. Visando a necessidade do reaproveitado desse material, foram pensadas várias formas para a utilização do mesmo, como, calçadas, pavimentação flexível, contenção de talude como sapatas e entre outros. Por esta razão elaborou-se um concreto onde substituiu-se parte do agregado miúdo por borracha de pneus granulados para a avaliação de suas propriedades tanto no estado fresco, quanto no estado endurecido do concreto. Usando-se de métodos quantitativos realizaram-se ensaios de resistência sujeitando o concreto a testes de tração e compressão. Os ensaios indicaram que a resistência foi prejudicada com o uso do aditivo, mas o concreto com o uso da borracha mostrou-se resistente à tração.

Palavras-chave: Ensaio, Resistência,Concreto Modificado.

ABSTRACT

According to CONAMA Resolution 258/99, since 1999 it was established that the tire manufacturer is obliged to give an environmentally correct purpose to the tires without utility. Aiming at the need to reuse this material, several ways were considered for the use of the same, such as, sidewalks, flexible pavement, slope containment as shoes and among others. For this reason a concrete was elaborated where part of the kid's aggregate was replaced by rubber of granulated tires for the evaluation of its properties both in the fresh state and in the hardened state of the concrete. Using quantitative methods, resistance tests were performed subjecting the concrete to tensile and compression tests. The tests indicated that the strength was impaired with the addition of the additive, but the concrete with the use of rubber proved to be resistant to traction.

Keywords: Rehearsal, Resistance, Modified Concrete.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com [1], um pneu demora cerca de 600 anos para se decompor, em média sua vida útil varia de 40000 a 100000 km, dependendo das condições de utilização. Um pneu pesa em torno de 6 a 10 kg, perdendo até 10% do seu peso até o fim da sua vida, os pneus comuns possuem entre 3 a 4% de aço, e o radial 10% em sua estrutura, o aproveitamento após a vida útil pode chegar até 64,7% de sua massa, o que significa uma margem expressiva de reaproveitamento para um material tão nocivo para o meio ambiente.

A reciclagem tem um papel muito importante para a redução dos impactos ambientais, no caso da borracha, ajuda a preservar a natureza, evitando a poluição do solo, água e ar.

[1] mostra que a substituição de agregados miúdos por borracha para a produção de concreto, resulta em um material durável, economicamente viável e capaz de absorver mais energia quando submetido a impacto. (exemplo: pavimentação).

O intuito deste trabalho é avaliar a ação que os resíduos de borracha de pneu causam nas propriedades do concreto, bem como na sua durabilidade e viabilidade, em relação ao concreto convencional.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para esta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Cimento: CP V ARI;
- Água proveniente: da rede de abastecimento da cidade de Ouro Preto do Oeste – RO
- Areia natural quartzosa;
- Brita 1 basáltica;
- Borracha de pneu granulada; Granulada por moinho triturador para borracha.
- Aditivo superplastificante a base de policarboxilato da marca Camargo Química.

2.1.2 Agregados Miúdos

2.1.2.1 Borracha Granulada

Possuem forma alongada, tipo fibra com comprimento aproximadamente de 30mm e espessura de 2 a 3mm. Sendo usada 15% no concreto modificado.

A borracha não possui procedimentos normalizados que a caracterize como agregado para o concreto, inicialmente tem-se que identificar as propriedades do agregado para melhor entendimento, para isso pode ser feito procedimentos para caracterizá-la como: massa unitária[3] e massa específica [4].

2.1.2.2 Areia

"Areia de origem natural ou resultante do britamento de rochas estáveis, ou mistura de ambas, cujos grãos passam pela peneira ABNT 4,8 mm e ficam retidos na peneira ABNT 0,075 mm." [5].

Para a caracterização da areia, foi feita a análise granulométrica, para obter-se o conhecimento do comportamento dos grãos, ensaios de massa unitária e massa específica, conforme NBR [2], [3], [4], [5] e [6] que determina o modo como deve ser feitos esses ensaios.

2.1.3 Agregados Graúdos

2.1.3.1 Brita 1

> Agregados graúdos são agregados cujos grãos passam pela peneira com abertura de malha de 75 mm e ficam retidos na peneira com abertura de malha de 4,75 mm, em ensaio realizado de acordo com a ABNT NBR 7211**,** com peneiras definidas pela ABNT [8].

Para a caracterização da brita, fez-se os ensaios de massa unitária e massa específica, conforme NBR [6], [7], [8], que determina o modo como deve ser feitos esses ensaios.

2.1.4 Cimento

> O cimento Portland de alta resistência inicial (CP V – ARI) tem a peculiaridade de atingir altas resistências já nos primeiros dias da aplicação. O cimento continua ganhando resistência até os 28 dias, atingindo valores mais elevados que os demais, proporcionando maior rendimento ao concreto. [10]

Para o aglomerante foi realizado o ensaio de massa específica através do frasco volumétrico de Le Chatelier, de acordo com a norma [9].

2.2 MÉTODO

2.2.1 Traço do concreto

Para se obtiver um concreto com determinada resistência utiliza-se um traço pré-estabelecido, a proporção entre cimento, brita, água, areia e aditivo que serão definidas pelo mesmo para que o material tenha resistência desejada para determinada função.

A borracha adicionada no concreto foi em relação à massa da areia definida no traço, desta forma foram realizados oito corpos de prova em laboratório com substituição de 15% do agregado miúdo por resíduos borracha, e oito corpos de prova com o concreto convencional. O traço definido foi, 1:2,19:0,37:2,31:0,48.

Traços em Massas (Kg)					
Concreto Convencional	**Cimento**	**Areia**	**Brita**	**Borracha**	**Água**
	6,24	**15,54**	**14,42**	**0**	**2,99**
Concreto Modificado	**6,24**	**13,23**	**14,42**	**2,31**	**2,99**

Tabela 1- Modificada com resíduos de borracha/Traço Convencional.
Fonte: AUTORAS, 2018.

Figura 1 - Slump Teste.
Fonte: AUTORAS, 2018.

2.2.2 Procedimento para a realização dos corpos de prova:

Inicialmente passou-se óleo nos corpos de prova, para facilitar a desforma posteriormente. Em seguida, separou-se os materiais necessários para cada traço definido. Na caixa de mistura para concreto hidratou-se a brita com 1/3 da água, depois desse processo adicionou-se a areia e o cimento. Aos poucos acrescentou-se o restante da água junto ao aditivo até a obtenção da consistência desejada.

Após esse processo, realizou-se o *Slump test* conforme a Figura 1, segundo a norma [11], onde obteve-se um Slump entre 6 a 8 cm de Slump, acrescentar mais água e repetir o teste até obter o resultado desejado.

2.2.3 Corpos de Prova

Colocou-se o concreto nos corpos de prova, dividido em três camadas, sendo 12 golpes cada, relembrando que os golpes não podem ultrapassar a camada anterior. Após moldados os corpos de prova ficaram 24 horas nos moldes para a determinação de início e fim de pega em laboratório, após esse período os concretos foram desmoldados como ilustra a Figura 2, e curados por meio de

submersão até a idade de rompimento. Sendo que, todos os procedimentos consistiram segundo a norma [12].

Figura 2 - Após desenformar dos corpos de prova.
Fonte: AUTORAS, 2018.

2.2.4 Rompimento

Após sua cura de 3 e 7 dias o concreto passou por teste de resistência de acordo com as Figuras 3 e 4, realizado pelo método do ensaio de compressão e tração diametral, sendo 3 corpos de prova para compressão e 1 corpos de prova para tração diametral. Após feito o teste dos concretos entre 3 e 7 dias, realizou-se a resistência média de acordo com a norma [13].

Figura 3- Rompimento do concreto com resíduos de borracha.
Fonte: AUTORAS, 2018.

Figura 4 - Rompimento do concreto convencional resíduos de borracha.
Fonte: AUTORAS, 2018.

3 RESULTADOS

Para a elaboração de um concreto de boa qualidade é preciso conhecer seus agregados, tanto suas características físicas como também mecânicas e granulométricas. Observe a tabela abaixo com as massas específicas e as massas unitárias dos agregados utilizados.

Ensaios (g/cm³)	Borracha de pneu	Areia	Brita	Cimento CPV-ARI
Massa específica	**1,02**	**2,63**	**2,79**	**5**
Massa unitária compactada	**0,142**	**1,38**	**1,39**	*****
Massa unitária solta	**0,072**	**1,29**	**1,24**	*****

* A massa unitária do cimento é dispensada para elaboração do traço, por isso a mesma não foi apresentada.

Tabela 2– Caracterização dos agregados.
Fonte: AUTORAS, 2018.

Os desempenhos do concreto foram verificados através das variações da resistência do novo traço de concreto criado com a substituição de 15% do agregado

miúdo por resíduos de borracha de pneu, analisando as mudanças ocorridas no novo traço comparadas ao concreto de alto desempenho, sendo analisada a resistência à compressão e resistência à tração.

Tipo de Concreto	Idade (Dias)	Resistência à Compressão (Mpa)	Resistência à Tração (Mpa)	Média da Resistência à Compressão (Mpa)
Convencional	3	12,44	4,54	11,96
		12,09		
		11,35		
	7	17,45	4,36	16,91
		17,28		
		16,01		
15% de Borracha	3	4,64	3,08	4,56
		4,53		
		4,51		
	7	6,09	3,94	5,82
		6,02		
		5,35		

Tabela 3 - Resistências dos concretos.
Fonte: AUTORAS,2018.

Verificou-se que o comportamento mecânico do concreto com 15% de borracha após seus dias de cura, apresentou uma falha devido uso do aditivo, ocorrendo à baixa resistência deste. O uso do aditivo teve a finalidade de obter um concreto de qualidade, porém o seu uso incorreto e indiscriminado prejudicou a pega do concreto e consequentemente as características finais do concreto.

4 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver uma dosagem alternativa de concreto com o uso da borracha, para que permita ter um material resistente e ao mesmo tempo contribuir para a preservação do meio ambiente através do aproveitamento de resíduos de borracha de pneu. Após a sua elaboração e testes, pode-se observar que mesmo com uso incorreto do aditivo o concreto com a borracha resiste mais a tração do que o concreto convencional. A resistência à tração do concreto convencional diminui 63,7% com três dias e 75% com sete dias comparados a resistência à compressão, já o do concreto com a borracha diminui somente 33,62% com três dias e 35,30% com sete dias.

Diante disso, o concreto com adição de 15% de borracha de pneus apresenta melhor desempenho à tração, sendo assim quando houver necessidade de melhor resistência à tração o uso deste concreto é a melhor opção, pois além de ter um bom desempenho reduzirá o montante de resíduos de pneus no meio ambiente.

5 REFERÊNCIAS

[1] MOREIRA e col. **Concreto com borracha de pneu aplicado em ciclovia**. Uberlândia. 2014.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos**. Rio de Janeiro. 2002.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 45. Determinação da massa unitária e do volume de vazios** . Rio de Janeiro. 2006.

[4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 52. Agregado miúdo-Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro. 2003.

[5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 248. Agregados-Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro. 2003.

[6] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7211 - Agregados para concreto - Especificação**. Rio de Janeiro. 2005

[7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 53. Agregado graúdo-Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água.** Rio de Janeiro. 2006.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR NM ISO 3310-1. Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico**. Rio de Janeiro. 1997.
[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6474 - Cimentos Portland e outros materiais em pó- Determinação da massa específica**. Rio de Janeiro. 1984.

[10] O MUNDO DO CIMENTO- **CP V-ARI - Cimento Portland de alta resistência inicial**-2017- https://cimento.org/cp-v-ari-cimento-portland-de-alta-resistencia-inicial/ - acesso em: 12/04/2018.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR NM 67. Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro. 1998.

[12] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738 – Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.** Rio de Janeiro. 2003.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR5739 – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto.** Rio de Janeiro. 2007.