



# CONCRETO EMBORRACHADO REFORÇADO COM FIBRAS PARA PAVIMENTOS URBANOS

**Palavras-Chave:** Materiais alternativos, Borracha reciclado, Pavimento emborrachado

**Autores:**

**DIEGO LEANDRO THOMAZ, FT – UNICAMP**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> ROSA CRISTINA CECHE LINTZ (orientadora), FT - UNICAMP**

## INTRODUÇÃO:

O pavimento de concreto com fibras de aço tem sido largamente utilizado em vias públicas e de espaços como estacionamentos, praças, ciclovias e calçadas. O presente trabalho trata do estudo de concreto emborrachado reforçado com fibras de aço aplicado a pavimentos urbanos.

O desempenho técnico e aplicabilidade de concretos utilizando de borracha, proveniente de pneus, em substituição de parte do agregado miúdo, mostra-se uma alternativa à sustentabilidade em obras de pavimentos. Tem sido verificado que o consumo de agregados reciclados em pavimentos tem proporcionado redução de custo, além de promover melhorias de desempenho (STRIEDER et al., 2022).

Pacheco-Torres et al. (2018) apontam a utilização de resíduos de pneus em diversos materiais de construção, destacando o uso de concreto emborrachado como um campo emergente, não só na aplicação de concreto simples, mas também de concreto compactado a rolo (CCR), concreto autoadensável e concreto para pavimentos rodoviários rígidos.

Entretanto, Alsaif et al. (2018), Pacheco-Torres et al. (2018), Soleimani et al.(2021) e Polydorou et al. (2022) salientam que a utilização de resíduo de borracha de pneu reciclado influencia na redução da resistência à compressão. Similarmente, a incorporação de fibras de aço no concreto apresenta-se como uma alternativa aumentando a absorção de energia do compósito além de proporcionar a viabilidade de utilização de concretos emborrachado em lajes de pavimentos rígidos (Chana et al., 2019).

## METODOLOGIA:

Este estudo foi desenvolvido seguindo as etapas: revisão bibliográfica; coleta e caracterização dos materiais constituintes dos concretos; determinação do traço de concreto emborrachado para pavimentos; moldagem e cura dos corpos de prova; ensaios nos estados fresco e endurecido dos concretos; obtenção e análise dos resultados.

O traço de referência foi determinado pelo método de dosagem da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) e a partir dele

foram produzidas outras duas misturas com fibras de borracha e aço (T65 e T80).

O agregado miúdo foi parcialmente substituído por 10% de partículas de borracha de dimensão variável (entre 1,2 e 2,4 mm). As fibras de aço Dramix 3D (65/60 BG e 3D 80/60 BG) foram adicionadas às misturas, na quantidade de 20 kg/m<sup>3</sup>.

O traço de referência, em massa, 1 : 1,82 : 2,90 : 0,52 (cimento: areia : brita 1 : água), está quantificado na Tabela 1.

Quantidade de materiais (kg/m <sup>3</sup> )					
ID	Cim.	Areia	Brita	Borr.	Fibras
TR	394	717	1143	0	0
T65	394	645,3	1143	32,5	20
T80	394	645,3	143	32,5	20

Tabela 1 – Misturas empregados nesta pesquisa.

No estado fresco do concreto foi realizada a determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone, segundo a ABNT NBR16889:2020.

No estado fresco do concreto foram realizados os seguintes ensaios mecânicos:

- Resistência à tração na flexão segundo a ABNT NBR 12142:2010 (Figura 1);
- Resistência à tração por compressão diametral segundo ABNT NBR 7222:2011;
- Resistência à compressão segundo a ABNT NBR 5739:2018 (Figura 2);
- Módulo de elasticidade segundo a ABNT NBR 8522-1:2021;
- Velocidade de propagação de onda ultrassônica ABNT NBR 8802:2019;

- Absorção de água segundo a ABNT NBR 9778:2009.



Figura 2: Ensaio de tração na flexão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O ensaio realizado para determinação do abatimento (A) do traço de referência (TR) aferiu o resultado de 65 mm (classe de consistência S50 = 50 ≤ A ≤ 100 mm). Assim foi verificada a necessidade de adicionar aditivo superplastificante para se obter um maior abatimento sem fazer uso de mais água na mistura para o abatimento calculado (S100). Com esse objetivo foi utilizado o aditivo MC-Power Flow 4000 na proporção de 0,2% sobre o peso do cimento, conforme dosagem recomendada pelo fabricante.

Com o uso do aditivo afim de manter a/c = 0,52 foi obtida a consistência para os traços de 147,5 ± 12,5 mm.

Os ensaios mecânicos realizados no estado fresco dos concretos, foram obtidos nas idades

de 7 e 28 dias, executados em conformidade com as normas técnicas da ABNT, cujos resultados estão apresentados nas Tabelas 2, 3, 4, 5, 6, 7.



Figura 2: Ensaio de compressão.

As exigências e especificações de projeto de pavimentos de concreto, inerente a norma ABNT PR 1011:2021, estabelece valores de desempenho quanto a resistência à compressão entre 35 MPa a 50 MPa e resistência à tração na flexão acima de 3,8 MPa. Valores de resistência necessários para

pavimentos de concreto de vias com tráfego de veículos comerciais.

Entretanto, admitem-se, valores inferiores de resistência à tração na flexão para concretos empregados em ciclovias, passeios e parques.

ENSAIO DE TRAÇÃO NA FLEXÃO		
ID Traços	Cura: 7 dias	Cura: 28 dias
TR	4,06 MPa	4,47 MPa
T65	2,94 MPa	3,18 MPa
T80	3,29 MPa	3,47 MPa

Tabela 2 – Resultados de resistência à tração na flexão.

ENSAIO DE TRAÇÃO POR COMPRESSÃO DIAMETRAL		
ID Traços	Cura: 7 dias	Cura: 28 dias
TR	7,30 MPa	7,82 MPa
T65	6,43 MPa	7,50 MPa
T80	6,61 MPa	6,77 MPa

Tabela 3 – Resultados de resistência à tração por compressão diametral.

ENSAIO DE COMPRESSÃO		
ID Traços	Cura: 7 dias	Cura: 28 dias
TR	37,36 MPa	39,18 MPa
T65	28,27 MPa	30,50 MPa
T80	27,43 MPa	29,49 MPa

Tabela 4 – Resultados de resistência à compressão.

ENSAIO DE ULTRASSOM		
ID Traços	Cura: 7 dias	Cura: 28 dias
TR	4442 m/s	4559 m/s
T65	4159 m/s	4157 m/s
T80	4172 m/s	4119 m/s

Tabela 5 – Resultados de velocidade de propagação de onda ultrassônica.

ENSAIO DE MÓDULO DE ELASTICIDADE		
ID Traços	Cura: 7 dias	Cura: 28 dias
TR	37,28 GPa	33,62 GPa
T65	28,76 GPa	24,11 GPa
T80	30,95 GPa	27,77 GPa

Tabela 6 – Resultados de módulo de elasticidade.

ENSAIO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA		
ID Traços	Cura: 7 dias	Cura: 28 dias
TR	4,41 %	4,48 %
T65	5,14 %	6,16 %
T80	5,95 %	5,01 %

Tabela 7 – Resultados de absorção de água.

## CONCLUSÕES:

Ao analisar os resultados obtidos, conclui-se que as misturas de concreto produzidas com substituição de parte do agregado miúdo por partículas de borracha e adição de fibras de aço, não tiveram interferência na coesão e boa trabalhabilidade dos concretos no estado fresco. Quanto às propriedades dos concretos no estado endurecido, verificou-se a redução da resistência à tração na flexão, resistência à

tração por compressão diametral e resistência à compressão, justamente pela incorporação de borracha na mistura.

## BIBLIOGRAFIA:

- ALSAIF, A.; KOUTAS, L.; BERNAL, S. A.; GUADAGNINI, M.; PILAKOUTAS, K. **Mechanical performance of steel fiber reinforced rubberised concrete for flexible concrete pavements.** *Construction and Building Materials*, v. 172, 533-543, 2018.
- PACHECO-TORRES, R.; CERRO-PRADA, E.; ESCOLANO, F.; VAELA, F. **Fatigue performance of waste rubber concrete for rigid road pavements.** *Construction and Building Materials*, v. 176, 539-548, 2018.
- POLYDOROU, T.; KYRIAKIDES, N.; LAMPROPOULOS, A.; NEOCLEOUS, A.; VOTSIS, R.; TSILOULOU, O.; PILAKUTAS, K.; HADJIMITSIS, D. Concrete with a High Content of End-of-Life Tire Materials for Flexural Strengthening of Reinforced Concrete Structures. *Materials*, 15, 6165, 2022.
- SOLEIMANI, S.; ROUDSARI, S.; BANTHI, N.; ALAQQAD, R.; MOHAMMAD, N.; JUMAAH, A. Analytical and experimental study of using recycled tire products in pavement-grade concrete suited for hot weather climates. *Construction and Building Materials*, v. 312, 125343, 2021.
- STRIEDER, H. L.; DUTRA, V. F. P.; GRAEFF, A. G.; NUNEZ, W. P.; MERTEN, F. R. M. **Performance evaluation of pervious concrete pavements with recycled concrete aggregate.** *Construction and Building Materials*, v. 315, 125384, 2022.