



# AValiação DE PISO INTERTRAVADO DE CONCRETO COM BORRACHA RECICLADA E VERMICULITA

**Palavras-Chave:** Materiais alternativos, Pisos intertravados de concreto, Concreto com borracha

**Autoras:**

**Bruna Rafaela de Jesus Ferreira, FT – UNICAMP**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosa Cristina Cecche Lintz (orientadora), FT – UNICAMP**

## INTRODUÇÃO:

O piso intertravado de concreto apresenta um espaçamento entre os blocos que permite alguma penetração da água, ajudando a prevenir alagamentos, e tem sido amplamente utilizado na pavimentação de vias públicas e de espaços como calçadas, estacionamentos e praças. O descarte inadequado de pneus inservíveis é um grave problema socioambiental, por isso várias pesquisas visam empregar resíduos de pneus na fabricação de argamassas, concretos e asfaltos em substituição de parte dos agregados naturais. O presente estudo trata da avaliação do desempenho de pisos intertravados de concreto com borracha reciclada e vermiculita, por meio da análise de três traços de concreto que foram moldados e ensaiados para determinação da resistência à compressão e absorção de água aos 28 dias. O objetivo foi verificar a viabilidade técnica do emprego de tais pisos, além de proporcionar uma solução sustentável para o problema do descarte de pneus, contribuindo, assim, para a promoção de pavimentos mais eficientes, duráveis e de menor impacto ambiental.

## METODOLOGIA:

Inicialmente, foi feita, de acordo com as normas vigentes, a coleta e a caracterização física dos materiais: cimento CPV ARI, agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita 1), resíduos de borracha e vermiculita.

A partir da revisão bibliográfica, foi possível organizar, na Tabela 1, os resultados de resistência à compressão e de absorção de água, aos 28 dias, de pesquisas que fizeram uso de borracha e/ou vermiculita na composição do concreto.

Pesquisas	Traço em massa	Borracha %	Vermiculita %	Resistência à compressão (28 dias) MPa	Absorção de água (28 dias) %
SILVA <i>et al.</i> (2017)	1:0,77:1,11:0,43	0	–	60,4	3,80
		2,5	–	68,3	4,27
		5,0	–	68,6	3,05

		7,5	–	65,2	2,96
		10	–	69,2	2,96
		20	–	55,3	3,26
		50	–	42,2	3,56
SILVA <i>et al.</i> (2019)	1:1,17:2,74:0,45	0	–	50,3	5,25
		6,0	–	42,7	5,89
		9,0	–	41,6	5,24
SILVA <i>et al.</i> (2020)	1:0,77:1,11:0,48	0	–	39,9	2,02
		2,5	–	35,2	5,22
		5,0	–	43,3	5,24
		10	–	26,4	5,36
		20	–	26,4	5,26
		30	–	17,1	5,49
LINTZ <i>et al.</i> (2020)		0	0	40,3	6,45
		10	40	27,8	6,72
		20	30	22,5	7,68
		30	20	17,5	6,97
		40	10	13,4	8,17
NAVEENKUMAR <i>et al.</i> (2021)		–	5	*	–
LIU <i>et al.</i> (2022)		–	0	19,9	–
		–	10	17,4	–
		–	15	15,8	–
		–	20	13,3	–

Tabela 1 – Resultados de pesquisas utilizando borracha e/ou vermiculita no concreto.

\*Para o traço com 5% de vermiculita, os autores informam que a carga de ruptura para concreto reforçado é de 140kN, enquanto para o traço de referência é de 120kN.

Assim, considerando os traços utilizados pelos autores e as características físicas dos materiais, foi proposto o traço de referência T0 – 1:1,52:2,00:0,40 (cimento:areia:brita:água) e os traços T1 (com substituição em massa do agregado miúdo por 5% de borracha e 10% de vermiculita) e T2 (com substituição em massa do agregado miúdo por 10% de borracha e 10% de vermiculita). Em seguida, os corpos de prova foram moldados de acordo com a ABNT NBR 5738:2016, foi determinada a consistência dos concretos segundo a norma ABNT NBR 16889:2020, como pode ser visto na Figura 1, e, aos 28 dias de cura, foram realizados os ensaios de resistência à compressão, conforme Figura 2, e de absorção de água conforme a ABNT NBR 9781:2013.



Figura 1 - Abatimento do tronco de cone



Figura 2 - Máquina de ensaio de compressão

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Quanto à caracterização física dos materiais, os resultados de massa específica estão na Tabela 2.

Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	Cimento CPV ARI	Areia	Brita 1	Borracha	Vermiculita
	3,07	2,56	2,94	1,16	0,45

Tabela 2 – Massa específica dos materiais.

Outras três informações importantes dos agregados miúdo (areia) e graúdo (brita) dizem respeito à dimensão máxima característica ( $D_{m\acute{a}x}$ ), ao módulo de finura (MF) e à classificação desses agregados, conforme apresentado na Tabela 3.

	$D_{m\acute{a}x}$ (mm)	MF	Classificação
Areia	4,8	2,57	Zona Ótima
Brita 1	19	6,35	Zona 4,75 / 12,5

Tabela 3 – Resultados de dimensão máxima característica, módulo de finura e classificação dos agregados.

No que diz respeito a resistência à compressão aos 28 dias de cura, o resultado dos traços T0 e T1 estão acima da resistência mínima de 50 MPa para tráfego de veículos especiais, enquanto o traço T2 é superior ao mínimo de 35 MPa para tráfego de pedestres, veículos leves e veículos comerciais de linha, de acordo com a ABNT NBR 9781:2013. Com relação à absorção de água aos 28 dias, as amostras deveriam apresentar valor médio inferior ou igual a 6%, também segundo a ABNT NBR 9781:2013. Como pode ser observado na Tabela 4, tanto os resultados de resistência quanto de absorção se mostram satisfatórios e em atendimento à norma.

Traços	Resistência característica estimada à compressão (MPa)	Absorção média (%)
Referência (T0)	66,06	3,34
1 (T1)	50,62	3,97
2 (T2)	37,13	4,43

Tabela 4 – Resistência média à compressão e absorção média.

## CONCLUSÕES:

A partir dos resultados obtidos por diversos autores, era esperado que a presente pesquisa demonstrasse bons resultados tanto de resistência à compressão quanto de absorção de água, o que se confirmou neste estudo. Para os traços T0 e T1, a resistência característica atende à NBR 9781 para o tráfego de veículos especiais. Já para o traço T2, com substituição em massa do agregado miúdo por 10% de borracha e 10% de vermiculita, a resistência apresentada de 37,13 MPa atende à NBR 9781 para o tráfego de pedestres e veículos leves, comprovando que é possível substituir o agregado miúdo por resíduos de borracha reciclada em até 10% para os traços estudados, na fabricação de pisos intertravados. Os pisos de concreto com adição de pneus inservíveis mostraram-se uma alternativa de reciclagem necessária e ambientalmente adequada, em conformidade com a Resolução nº 416/09 do CONAMA.

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16889: **Concreto – Determinação da Consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9781: **Peças de concreto para pavimentação – Especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2013.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 416, de 30 de setembro de 2009. Brasília: DOU nº 188, em 01/10/2009, págs. 64-65.
- LINTZ, R.C.C. *et al.* Estudo da absorção acústica de barreiras de concreto com resíduos de borracha e vermiculita. In: 62º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO. São Paulo: IBRACON, 2020.
- LIU, Jingbo *et al.* Physical and mechanical properties of expanded vermiculite (EV) embedded foam concrete subjected to elevated temperatures. *Case Studies in Construction Materials*, v. 16, p. e01038, 2022.
- NAVEENKUMAR, K. *et al.* **Experimental investigation flexural behavior of reinforced concrete beam with partial replacement of vermiculite**. *Materials Today: Proceedings*, v. 46, p. 5885-5888, 2021.
- SILVA, Betolvem Cristhian Lucio *et al.* **Análise microscópica de concreto pigmentado com resíduos de borracha aplicado em piso intertravado**. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 25, 2020.
- SILVA, F. M. *et al.* **Avaliação da resistência mecânica de pisos intertravados de concreto sustentáveis (PICS)**. *REVISTA MATERIA*, ISSN 1517-7076 artigo e11778, 2017.
- SILVA, Luzilene Souza *et al.* **Concreto com borracha de recauchutagem de pneu para uso em pavimentação de baixo tráfego**. *Matéria (Rio de Janeiro)*, v. 24, 2019.