



## INFLUÊNCIA DO RESÍDUO DE FIBRA DE VIDRO NAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS E NA MICROESTRUTURA DE BLOCOS DE CONCRETO UTILIZADOS EM PISO TÁTIL INTERTRAVADO.

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.6.23.VII-021>

Eduardo da Silva Miranda (\*), Luiz Henrique de Araujo, Rebeca Camile Henrique de Almeida, Wesley Fêu dos Santos, Gabriela Barbosa Bruno.

\* Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN campus São Gonçalo do Amarante miranda.silva@academico.ifrn.edu.br

### RESUMO

A busca pela reutilização de resíduos tem impulsionado o desenvolvimento de estudos científicos e tecnológicos buscando a sua adição/substituição em materiais da construção civil, visto que quando aplicados em materiais como o concreto, podem resultar na melhoria de propriedades específicas, e contribuir para uma trazendo uma alternativa sustentável propondo uma possível do uso do cimento e, conseqüentemente, do consumo de clínquer. O piso tátil, se mostra uma alternativa potencialmente viável por ser um elemento com demandas de capacidade estrutural específica, além de fluidez e durabilidade, além da sua relevância em proporcionar autonomia à população portadora de deficiência visual sendo um dos produtos da indústria da construção civil mais utilizados para levar autonomia à população portadora de deficiência visual. Estudos na área apontaram, que após adição de fibras de vidro no concreto, a resistência à compressão axial diminuiu consideravelmente, pelo fato da trabalhabilidade do material ser reduzido (BONIFÁCIO; GODINHO, 2014). Neste contexto, foi estudada a influência do resíduo da fibra de vidro - RFV substituindo parcialmente o cimento, nas propriedades físico-mecânicas dos blocos de concreto do piso tátil. Inicialmente foram selecionados os materiais e realizado as caracterizações físicas e químicas. Como segunda etapa, foi adotado o traço do concreto com os percentuais (0%, 1%, 2%, 5%) de RFV, analisando as características no concreto fresco e endurecido. O resultado final foi analisado a viabilidade de produção dos pisos táteis, através dos blocos de concreto com adição de RFV, contribuindo, também, para a sustentabilidade na indústria da construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduo da fibra de vidro; piso intertravado; sustentabilidade.

### ABSTRACT

The search for the reuse of waste has driven the development of scientific and technological studies seeking its addition/replacement in civil construction materials, since when applied to materials such as concrete, they can result in the improvement of specific properties, and contribute to bringing a sustainable alternative proposing a possible use of cement and, consequently, the consumption of clinker. The tactile floor is a potentially viable alternative because it is an element with specific structural capacity demands, in addition to fluidity and durability, in addition to its relevance in providing autonomy to the visually impaired population, being one of the most important products of the civil construction industry. used to bring autonomy to the visually impaired population. Studies in the area have shown that after adding glass fibers to concrete, the resistance to axial compression has considerably decreased, due to the fact that the workability of the material is reduced (BONIFÁCIO; GODINHO, 2014). In this context, the influence of fiberglass residue - RFV, partially replacing cement, on the physical-mechanical properties of the tactile floor concrete blocks was studied. Initially, the materials were selected, and the physical and chemical characterizations were carried out. As a second step, the concrete mix with the percentages (0%, 1%, 2%, 5%) of RFV was adopted, analyzing the characteristics of fresh and hardened concrete. The final result was analyzed the feasibility of producing tactile floors, through concrete blocks with addition of RFV, also contributing to sustainability in the civil construction industry.

**KEY WORDS:** Fiberglass waste; interlocked floor; sustainability.

### INTRODUÇÃO

Atualmente, conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente, 76 milhões de pessoas no mundo possuem deficiência visual, necessitando de equipamentos, como por exemplo o piso tátil, para alcançarem sua autonomia e independência. Os pisos táteis, por suas características diferenciadas de textura e coloração, permitem identificar eventuais obstáculos através do contato dos pés ou de bengalas (NBR 16537:2013). O pavimento com blocos



de concreto, também denominado pavimento intertravado, possui a vantagem de ser versátil do ponto de vista de arranjos arquitetônicos, comunicação visual e sinalização horizontal; tanto para pistas de rolamento de veículos quanto para calçamentos laterais de vias públicas e praças (BALBO, 2005).

Por outro lado, no ano de 2014, cerca de 216.000 toneladas de compósitos de fibras de vidro foram fabricadas no Brasil, segundo a Associação Latino-Americana de Materiais Compósitos (ALMACO), onde aproximadamente 49% são destinados somente à indústria da construção civil. Em geral, são mais de 50 mil aplicações em vários processos industriais, entre tanques, barcos, ônibus, orelhões e peças de aviões. Estima-se que, no mundo, 8 milhões de toneladas de polímero de fibra de vidro sejam produzidas, gerando 1,5 milhão de toneladas de resíduo no processo (FENG et al, 2016), causando grandes prejuízos ambientais e econômicos. É evidente a ampla utilização da fibra de vidro, como também sua relevância na indústria de materiais de construção, todavia, destacam-se os riscos ao meio ambiente gerados pelo seu descarte irregular.

Uma opção aparentemente vantajosa para o uso do RFV está na reinclusão deste material na construção civil, através do seu uso no concreto. Pesquisas efetuadas, nesta área, revelaram resultados excepcionais a respeito das características mecânicas das peças de concreto reforçadas com fibra de vidro (KEMERICH et al, 2013). Na tentativa de que as características do RFV sejam semelhantes as características da fibra o referido estudo buscou a partir da utilização de resíduos de fibras de vidro avaliar sua influência nas propriedades do concreto para aplicação em piso tátil intertravado.

### OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como objetivo realizar o estudo acerca da influência do resíduo da fibra de vidro, substituindo parcialmente o cimento, utilizado na fabricação de concreto para blocos pré-moldados aplicados no piso tátil intertravado, buscando uma alternativa de utilização deste material usualmente descartado. Foi avaliado as propriedades do concreto fresco com as adições de 0%, 1%, 2% e 5% de RFV.

Para verificarmos a influência da utilização do RFV nas propriedades físicas e mecânicas dos traços de concreto produzido, foi realizado o ensaio de resistência à compressão axial conforme previsto pela ABNT NBR 9778:2005. Também analisamos o comportamento estrutural e microestrutural da matriz hidratada do concreto através do ensaio de difração de fluorescência de raio-X (FRX) como também correlacionar as propriedades mensuradas com as previstas pela ABNT NBR 9781:2013;

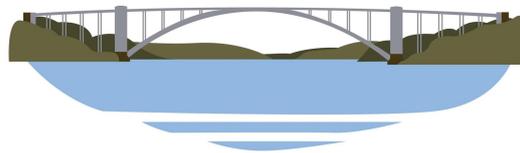
### METODOLOGIA

Materiais e ferramentas que foram utilizados na pesquisa:

- a) Cimento Portland (CP V - ARI);
- b) Agregado miúdo (Pó de pedra);
- c) Resíduo da fibra de vidro (RFV);
- d) Água;
- e) Moldes cilíndricos com dimensões 10 x 20cm;

Inicialmente, foi realizada a caracterização do pó de pedra utilizado através dos ensaios de granulometria, massa unitária e massa específica, além disso, para conhecer as propriedades químicas do resíduo utilizado, o ensaio de FRX. A Figura 1 indica o RFV utilizado no estudo e a Figura 2 o pó de pedra.





**Figura 1: Resíduo da fibra de vidro. Fonte: Autor do trabalho, 2022.**



**Figura 2: Pó de pedra durante processo de secagem. Fonte: Autor do trabalho, 2022.**

Como segunda etapa, foi realizada a dosagem do concreto pela adaptação das equações: relação água/materiais secos, teor de argamassa e consumo teórico de aglomerante, conforme ABNT NBR 12655:2015, e tendo como referência a resistência necessária aos 28 dias de  $\geq 35$  MPA.

Avaliando o trabalho de (BONIFÁCIO; GODINHO, 2014) e através de reuniões com a equipe, ficou definido que seriam produzidas quatro composições de mistura, sendo uma de referência, sem RFV, e três misturas com substituição do cimento por 1%, 2% e 5% de RFV. Para atingir o FCK planejado, o traço de concreto utilizado como referência foi 1: 2,54 : 0,50 : 0,5% sendo na sequência respectivamente: cimento, pó de pedra, água e aditivo. O aditivo utilizado foi o viscocrete -6500, um aditivo superplastificante para concreto de alto desempenho com longa manutenção da trabalhabilidade. Foi utilizado nesse traço com o objetivo de reduzir a quantidade de água para resultar em uma alta resistência à compressão, além de manter a facilidade de molde em fôrma. A Figura 3 apresenta a realização do traço com fibra.



**Figura 3: Produção do concreto com 2% de RFV. Fonte: Autor do trabalho, 2022.**



Como terceira etapa, foi realizada a caracterização do concreto no estado fresco através da verificação de uniformidade e a classificação do concreto será feita através do ensaio de Slump Test, conforme ABNT NBR NM 67:1998, com moldagem dos corpos de prova cilíndricos conforme ABNT NBR 5738:2003.

Como quarta etapa, foi realizada a caracterização do concreto no estado endurecido através dos ensaios de resistência à compressão axial dos corpos de prova cilíndricos, conforme a ABNT NBR 5739:2007, nas idades de 7 e 28 dias.

## RESULTADOS

Conforme o andamento do cronograma do projeto, foi realizada a caracterização do pó de pedra, onde foi constatado que o mesmo possui sua maior porcentagem retida na peneira 1,19mm (Tabela 1), apresentando grande quantidade de material fino sendo comumente utilizada para traços na fabricação de pisos intertravados em fábricas de pré-moldados. Como a areia possui seu diâmetro máximo de 2mm, a equipe concluiu que não haveria a necessidade de adicionar este agregado ao traço, pois o pó de pedra já possui as propriedades necessárias para chegarmos ao resultado esperado.

**Tabela 1. Resultados do ensaio de granulometria.**

Fonte: Autor do trabalho, 2022.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA			
PENEIRA (mm)	MASSA RETIDA(g)	% RETIDA	% RETIDA ACUMULADA
4,75	2,4	0,48	0,48
2,38	61,2	12,24	12,72
1,19	113,1	22,62	35,34
0,59	87,1	17,42	52,76
0,3	56,7	11,34	64,1
0,15	78,6	15,72	79,82
FUNDO	100,9	20,18	100
SOMA	500	-	-

Os resultados obtidos nos ensaios de massa específica e massa unitária, se apresentam como característicos ao agregado miúdo. Os ensaios foram realizados conforme a NBR NM 52 e NBR NM 45 respectivamente. Os resultados obtidos se encontram na Tabela 2.

- Resultado massa específica: 2,659g/cm<sup>3</sup>

**Tabela 2. Resultados do ensaio de massa unitária.**

Fonte: Autor do trabalho, 2022.

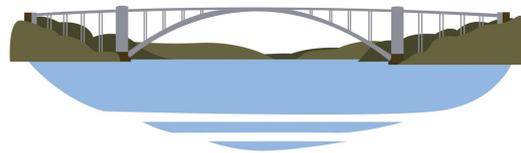
MASSA UNITÁRIA			
PESAGEM	MASSA DO AGREGADO (g)	VOLUME DO RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	MASSA UNITÁRIA (g/cm <sup>3</sup> )
1	33,737	23314,5	0,001447039396
2	33,65	23314,5	0,001443307813
3	34,106	23314,5	0,001462866456
MÉDIA	33,6935	-	-

Foi realizada a análise do RFV, através do ensaio de fluorescência de raio - x, onde foi constatado que o mesmo possui em sua composição os seguintes elementos e suas respectivas proporções fixadas na Tabela 3. Na composição do resíduo também é comum visualizarmos a presença de boro e potássio.

**Tabela 3. Resultados da análise por fluorescência de raio x.**

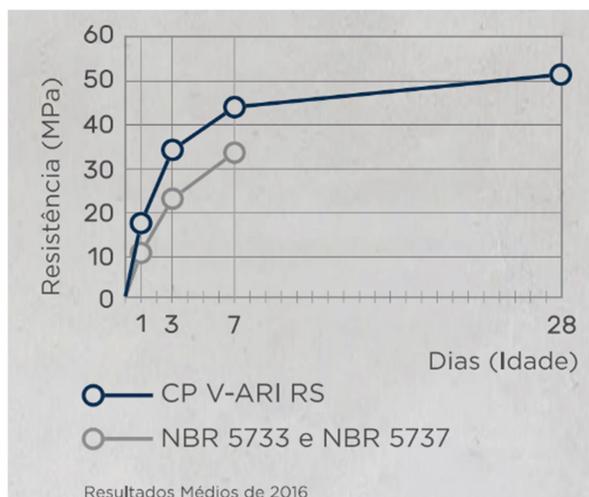
Fonte: Autor do trabalho, 2022.

COMPOSIÇÃO	PROPORÇÕES (%)
CaO	34097%
ZnO	18249%



CuO	16602%
Fe2O3	11744%
MgO	7202%
Al2O3	7031%
SiO2	5075%

Também foi realizado a caracterização do cimento Portland (CP V – ARI) definido para ser utilizado na pesquisa, já que o mesmo com suas propriedades apresenta uma alta resistência já nos primeiros dias de cura. Estes valores podem ser verificados na figura 4.



**Figura 4: Gráfico de desempenho do CP V – ARI. Fonte: Cimento Nacional, 2023.**

Após a caracterização dos materiais que foram utilizados, foi realizado o cálculo para dosagem do concreto, e posteriormente a produção dos traços em cada proporção de substituição do cimento Portland pelo RFV. Para o concreto no estado fresco, foi realizado o ensaio de slump test com o objetivo de verificar a trabalhabilidade do mesmo. A figura 5 apresenta a leitura do ensaio de slump test.



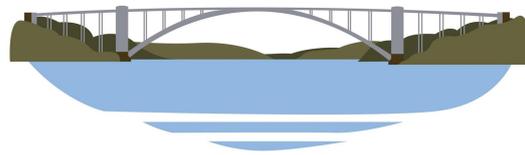


Figura 5: Resultado do ensaio de slump test. Fonte: Autor do trabalho, 2023.

Após a produção do concreto, foi realizado o processo de moldagem utilizando corpos de prova cilíndricos com dimensões 10 x 20cm, contabilizando um total de 16 corpos de prova moldados, sendo 4 para cada traço, pois o ensaio de compressão axial foi realizado nas idades de 7 e 28 dias. Para se obter uma média, ficou decidido realizar o rompimento de dois corpos de prova por traço e idade, onde no final foi verificado que o traço com 2% aos 28 dias obteve a maior resistência, estando nos parâmetros exigidos por norma para piso tátil, e o menor com 5% também na idade de 28 dias. Os traços com 1% e 2% mantiveram resistências próximas. A figura 6 apresenta os resultados.

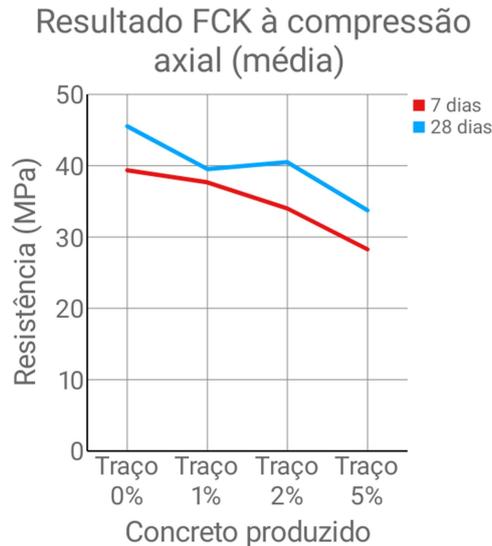


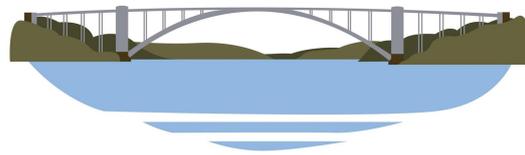
Figura 6: Resultados obtidos no ensaio de compressão axial. Fonte: Autor do trabalho, 2023.

## CONCLUSÕES

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi observado o comportamento do concreto com o uso do resíduo da fibra de vidro como tentativa de substituição parcial do cimento na produção de blocos de concreto utilizado em piso tátil intertravado. A partir da análise dos resultados obtidos até o momento, notou-se que ao adicionar o RFV substituindo parte do cimento Portland, houve uma fluidez maior no concreto, se apresentando como sendo mais plástico, obtendo o mesmo resultado do slump test em todos os traços. Entretanto, também ocorreu uma queda da resistência após verificar os resultados obtidos através do ensaio de compressão axial, chegando ao seu limite exigido por norma para piso tátil de concreto com 2% de RFV. Pode ser considerado que esse estudo trouxe pontos positivos, pois, apresentou possibilidade de produção de concreto com até 2% de RFV trazendo o benefício ambiental, evitando assim o descarte inadequado, e consequentemente atribuindo um destino mais adequado. Considerando que a pesquisa se encontra em seu estado inicial, recomenda-se que em estudos futuros sejam analisadas a permeabilidade do concreto e sua resistência à abrasão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9781: **Peças de concreto para pavimentação - especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 21 p.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 67: **Concreto - determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998. 8 p.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738: **Concreto - procedimento para moldagem e cura de corpos de prova**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 9 p.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739: **Concreto - ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018. 9 p.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12142: **Concreto - determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010. 5 p.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: **Argamassa e concreto endurecidos - determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. 4 p.



7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 45: **Agregados - determinação da massa unitária e do volume de vazios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2006. 8 p.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: **Agregado miúdo - determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009. 6 p.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16537: **ACESSIBILIDADE - SINALIZAÇÃO TÁTIL NO PISO**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 44 p.
10. BONIFÁCIO, Jéssica Spricigo da Rocha; GODINHO, Daiane dos Santos da Silva. **ESTUDO DO EFEITO DAS FIBRAS DE VIDRO E POLIPROPILENO NAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DO CONCRETO**. 2014. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/3028/1/J%c3%a9ssicaSpricigoRochaBonif%c3%a1cio.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2023.
11. BALBO, José Tadeu. **Pavimentos viários e pisos industriais de concreto**. In: Concreto: ensino, pesquisa e realizações, 2005. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001500459>.
12. ALMACO. Disponível em: <[http://www.almaco.org.br/feicon/04\\_noticias2.html](http://www.almaco.org.br/feicon/04_noticias2.html)>. Acesso em: 14 mar. 2022.
13. FENG, J.; GUO, Z. **Temperature-frequency-dependent mechanical properties model of epoxy resin and its composites**. Composites Part B: Engineering, v. 85, p. 161– 169, 2016.
14. KEMERICH, Pedro Daniel da Cunha; PIOVESAN, Maurício; BERTOLETTI, Luísa Lima; ALTMAYER, Sabrina; VORPAGEL, Tatiane Hohm. **FIBRAS DE VIDRO: CARACTERIZAÇÃO, DISPOSIÇÃO FINAL E IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS**. Santa Maria: Reget/ufsm, v. 10, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/223611707590>. Acesso em: 11 mar. 2022.