

## APLICAÇÃO DA FIBRA INORGÂNICA RESIDUÁRIA NA MODIFICAÇÃO DO CONCRETO CONVENCIONAL

Fábio Remy de Assunção Rios<sup>1</sup>

Camila Karla Medeiros Silva<sup>2</sup>

Karolynne Marques Nunes<sup>3</sup>

Maria Ellen Martins de Alcântara Pereira<sup>4</sup>

Artigo

### Resumo

Este trabalho teve o objetivo de analisar a viabilidade da aplicação da fibra inorgânica residuária na modificação do concreto convencional. O estudo é do tipo experimental, para o desenvolvimento do experimento foram confeccionados seis corpos de prova diferentes de argamassas com adição de 0,5% de fibra de vidro residuária em relação à quantidade de cimento. Para avaliação do comportamento dos elementos na argamassa, utilizou-se quatro tipos de amostras: concreto convencional (referência), concreto modificado com fibra de vidro residuária nas idades de 7, 14 e 28 dias, onde foram efetuados ensaios de consistência no estado fresco e resistência à compressão axial no estado endurecido. Após as análises, observou-se que todos os concretos com adição de fibra de vidro residuária diminuíram a resistência à compressão, quando comparados ao concreto de referência. O concreto modificado com fibra de vidro residuária e cura de 7 dias apresentou redução de 14,20%, o de 14 dias 18,89% e o de 28 dias 22,41%. Isso ocorreu provavelmente pelo entrelaçamento das fibras no interstício do concreto, provocando vazios, reduzindo a resistência das fibras processadas pela indústria.

**Palavras-chave:** Concreto. Fibras inorgânicas. Vidro. Propriedades dos materiais.

### APPLICATION OF RESIDUARY FIBER INORGANIC IN THE MODIFICATION OF THE CONVENTIONAL CONCRETE

### Abstract

This work aimed to analyze the viability of the application of waste inorganic fiber in the modification of conventional concrete. The study is of an experimental type, for the development of the experiment, six different specimens of mortar were made, with the addition of 0.5% of residual glass fiber in relation to the amount of cement. To evaluate the behavior of the elements in the mortar, four types of samples were used: conventional concrete (reference), concrete modified with glass fiber residues at the ages of 7, 14 and

<sup>1</sup>Doutor em Ciência e Engenharia dos Materiais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor dos cursos graduação em Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo da UNIFACISA – Centro Universitário. E-mail: [fabiojemy@gmail.com](mailto:fabiojemy@gmail.com).

<sup>2</sup>Graduada do Curso de Engenharia Civil da UNIFACISA – Centro Universitário. E-mail: [camilamedeiros\\_cm@hotmail.com](mailto:camilamedeiros_cm@hotmail.com).

<sup>3</sup>Graduada do Curso de Engenharia Civil da UNIFACISA – Centro Universitário. E-mail: [Karolynne\\_marques\\_nunes@hotmail.com](mailto:Karolynne_marques_nunes@hotmail.com).

<sup>4</sup>Graduada do Curso de Engenharia Civil da UNIFACISA – Centro Universitário. E-mail: [camilamedeiros\\_cm@hotmail.com](mailto:camilamedeiros_cm@hotmail.com).

28 days, where consistency tests were carried out in the fresh state and resistance to axial compression in the hardened state. After the analysis, it was observed that all the concretes with addition of residual glass fiber decreased the compressive strength when compared to the reference concrete. Concrete modified with waste glass fiber and cured for 7 days showed a reduction of 14,20%, 14 days for 18,89% and 28 days for 22,41%. This was probably due to the intertwining of fibers in the concrete interstice, causing voids, reducing the strength of the fibers processed by the industry.

**Key-words:** Concrete. Inorganic fibers. Glass. Material properties.

## 1 INTRODUÇÃO

O concreto é um dos elementos mais antigos desenvolvido pelo homem, mesmo assim, ainda apresenta alguns problemas e preocupações aos seus usuários, dentre eles as fissurações. Em razão disso, nos últimos anos, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos sobre a adição de novos materiais ao concreto, tais como: fibras, aditivos, entre outros (GOES et al, 2016).

A inclusão de novos materiais a argamassa tem a intenção de melhorar as propriedades do concreto convencional. Nesse sentido, é importante ressaltar, que a fibra de vidro tem sido um dos materiais mais utilizados pela indústria da transformação, entretanto, verificou-se que alguns processos de fabricação de compósitos têm gerado grande quantidade de rejeitos ou sobras para o meio ambiente. A fibra de vidro é um material de longa duração, todavia, quando disposta incorretamente no meio ambiente pode gerar danos à natureza, haja vista que são necessários mais de quatro mil anos para sua decomposição (PICELI, 2010).

Assim, a partir das inquietações com as avarias desses materiais na natureza emerge o conceito de Desenvolvimento Sustentável, apregoado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, no ano de 1987, o qual concentrou-se em três eixos relevantes: o crescimento econômico, a equidade social e o equilíbrio ecológico. Fundamentado nessa concepção,

[...] o conceito de desenvolvimento sustentável passou a ser assimilado pelas lideranças empresariais na forma de Sistema de Gestão Ambiental, incorporando um novo modo de produzir sem comprometer o meio ambiente. Movidas pela demanda de seus consumidores e exigência do Governo, que estabeleceu uma legislação ambiental cada vez mais rígida e determinada, muitas empresas tiveram que adequar seus processos industriais, para desenvolver e implantar sistemas de gestão de seus processos e/ou produtos, de maneira que os atendessem. Neste sistema, empresários começaram a verificar que uma postura ambientalmente correta na gestão dos processos refletia-se diretamente na produtividade, qualidade e conseqüentemente, em melhores resultados econômico-financeiros (MIRANDA; MORETTO; MORETO, 2019, p. 3).

As políticas de meio ambiente e sustentabilidade orientam práticas menos agressivas ao ecossistema, bem como a gestão adequada dos resíduos danosos dos processos produtivos, a exemplo das fibras inorgânicas, as quais preveem a reciclagem ou a reutilização desses insumos. No entanto, como as matérias primas básicas destes materiais são baratas e estão amplamente disponíveis, não há estímulo econômico significativo para a reciclagem dessas fibras (VIANA, 2018). Outra alternativa é a minimização e o reaproveitamento de resíduos dos processos produtivos. Assim, um material deixa de ser resíduo pela sua valorização como matéria-prima para a produção de novos produtos (SILVA, 2019).

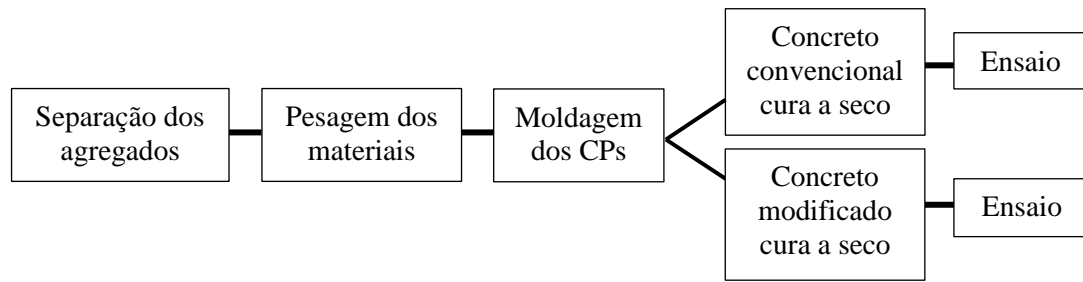
Na construção civil, muitos resíduos que seriam lançados no meio ambiente, ocasionando impactos negativos estão sendo incorporados como agregados e adicionados ao concreto. Pois, devido suas características e trabalhabilidade eles tornam-se adaptável a numerosas estruturas, originando materiais mais resistentes e sustentáveis. Além dessas prerrogativas, devido ao baixo custo o concreto mostra-se altamente acessível.

Atualmente, vários tipos de fibras se encontram habilitadas a serem empregadas nas matrizes cimentícias, tais como: fibras de aço, vidro, carbono, polipropileno, dentre outras. O desenvolvimento de pesquisas sobre essa temática tem crescido ao longo do tempo, todavia, carece ser mais explorada. Posto isto, esse estudo teve o objetivo de analisar a viabilidade da aplicação da fibra inorgânica residuária na modificação do concreto convencional.

## **2 METODOLOGIA**

O estudo realizado é do tipo experimental, que de acordo com Rodrigues Jr (2018, p. 7), “consiste essencialmente em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis capazes de influenciá-lo e definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto”. A pesquisa foi realizada no período de maio de 2019 a março de 2020, nos laboratórios de Mecânica dos Solos e Materiais de Construção da UNIFACISA - Centro Universitário e Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Os ensaios foram empreendidos seguindo os subsequentes passos (Figura 1):

Figura 1: Fluxograma do programa experimental.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Para o desenvolvimento da presente investigação científica, procurou-se avaliar à influência da fibra de vidro residuária na argamassa e no concreto endurecido, buscando analisar a real interatividade entre a fibra e a matriz cimentícia. Em relação ao quantitativo de fibra de vidro nos compósitos cimentícios, observou-se na literatura o predomínio de uma porcentagem em torno de 1% da massa total. Para facultar a comparação e análise desse estudo com outros trabalhos realizados sobre o tema, foram utilizados quatro tipos de amostras, compostas por concreto convencional (referência) e concreto modificado com fibra de vidro residuárias, nas idades de 7, 14 e 28 dias.

Em relação aos materiais e procedimentos, utilizou-se no experimento o cimento Portland CP V ARI RS, por este apresentar maior velocidade de hidratação e menor teor de adições minerais. Em seguida, adicionou-se a fibra de vidro residuária coletada em uma indústria, tratada com limpeza cuidadosa, de modo a retirar as impurezas presentes nos resíduos e operar a separação dos agregados (Figuras 2 e 3).

Figura 2: Fibra de vidro residuária.



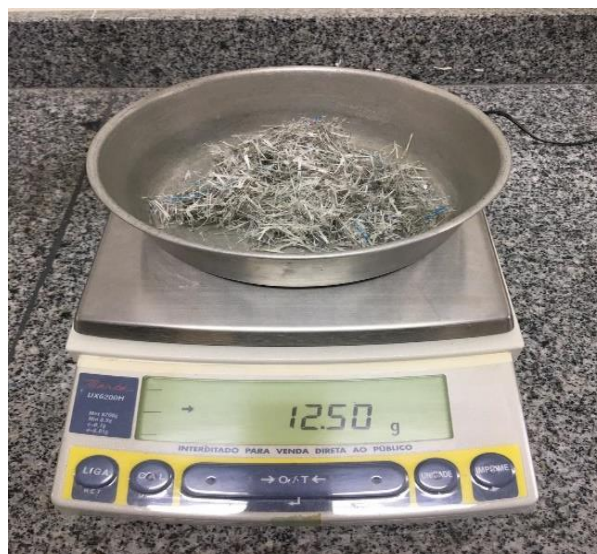
Figura 3: Fibra após a separação.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Após o procedimento de limpeza dos resíduos industriais, efetivou-se a conferência das dimensões e quantidades específicas a serem incorporadas ao concreto, bem como a pesagem das fibras na balança de precisão (Figura 4). Este último procedimento foi importante para assegurar a quantidade correta de fibras a ser adicionada no concreto.

Figura 4: Pesagem das fibras na balança de precisão.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

6

Para o preparo do concreto utilizou-se os seguintes materiais: cimento, areia, água e fibra de vidro residuária. As quantidades utilizadas para cada traço estão dispostas na tabela 1.

Tabela 1: Mistura da argamassa e quantidades utilizadas para cada traço.

Mistura da Argamassa	Traço	Consumo do material *fa/c (Fator água/cimento)			
		Cimento	Areia	Água	Fibra de vidro (FV)
Referência	1:2,3:fa/c 0,55	125,0 g	287,5 g	0,55 ml	-
CPmodificado	1:2,3:fa/c 0,55	125,0 g	287,5 g	0,55 ml	0,62 g

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Para preparação da argamassa foram realizadas análises relativas à consistência, fator água/cimento e do agregado tipo areia média, através de ensaios de granulometria, passante na peneira 10" (malha de 2mm), conforme as determinações da NBR 5734/1989 (Figuras 5 e 6). Em seguida, foi feita a pesagem do material que correspondeu a 1000 gramas de areia média. Nesse procedimento adicionou-se um conjunto de peneiras, areia até o topo e um vibrador mecânico, ativado por 30 segundos com a finalidade de executar o processo de peneiramento. Considerou-se esse tempo razoável para permitir a separação e classificação prévia dos diferentes tamanhos de grãos da amostra.

Figura 5: Material agregado e peneiras para granulometria.



Figura 6: Máquina de peneiramento.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

7

Ao final do processo de granulometria, realizado em consonância com a norma ABNT NBR 7211/2009, houve a segregação do material selecionado para o experimento. Seguidamente, foi preparada a argamassa para o ensaio de consistência no estado fresco (*table flow*) através do seu abatimento (Figuras 7 e 8).

Figuras 7 e 8: Ensaio de consistência no estado fresco na mesa *table flow* por abatimento.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Após o abatimento da argamassa, preencheu-se o molde com o respectivo material para análise. A seguir, cuidadosamente, foi retirada a matriz metálica, deixando uma amostra de argamassa em forma de tronco de cone em cima da mesa de consistência. Neste processo empregou-se a manivela para 30 giros e golpes durante 30 segundos, (NBR-7215/1996). Na sequência, mediu-se o diâmetro vertical e horizontal da argamassa espalhada com o auxílio de uma trena, determinando-se o índice de sua consistência. É importante destacar, quanto maior o diâmetro da argamassa obtido na mesa de consistência, mais fluido é seu comportamento no estado fresco. A mistura para o preparo dos corpos de prova foi realizada por meio de uma argamassadeira eletromecânica (Figuras 9 e 10).

Figura 9: Mistura manual da argamassa com a fibra de vidro.



Figura 10: Mistura mecânica da argamassa com Argamassadeira eletromecânica (Contenco - Modelo I 3010).



Dados da pesquisa, 2020.

Na preparação do material, adicionou-se de forma paulatina fibras residuárias tratadas na argamassa preparada. Ulterior a esse processo, realizou-se a transferência do cimento fresco para a argamassadeira eletromecânica, de modo a misturar os insumos. Ato contínuo, os moldes foram preenchidos com a argamassa, compactados e submetidos à vibração para o aprimorado do preenchimento interno do material na matriz. Finalizando-se essa etapa, os moldes foram identificados e direcionados para a secagem a seco. A cura ao ar livre desenvolveu-se durante 24 horas, após esse período realizou-se a desforma, e na sequência a colocação dos CPs na câmara a seco para o processo final de cura até o momento do ensaio de resistência (Figuras 11 e 12).

Figura 11: Corpos de prova recém moldados.



Figura 12: Cura dos corpos de provas moldados para ensaio de resistência.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

As fibras foram adicionadas ao concreto com teor de 0,5% do volume total, exceto para a amostra de referência, a qual não possui adição de fibra. De acordo com a NBR-7215 (ABNT, 1996), utilizou-se um desvio relativo máximo de 6% e definiu-se as idades de 7, 14 e 28 dias para avaliação da resistência à compressão axial no estado endurecido. Essa etapa dos procedimentos foi realizada na prensa eletro-hidráulica (Figuras 13 e 14).

Figura 13: Prensa Hidráulica para rompimento.



Figura 14: Corpo de prova após o rompimento.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Para análise das variáveis de comportamento da resistência entre o concreto com adição de fibras de vidro e o concreto de referência, utilizou-se o *Multiple Range Test* de Duncan, a um nível de confiabilidade de 0,95. Além disso, fez-se a opção de 6 CPs para cada idade e ensaio, ou seja, 6 repetições para cada tratamento. Os procedimentos sucederam-se em conformidade com a norma de referência NBR-7215 (ABNT, 1996).

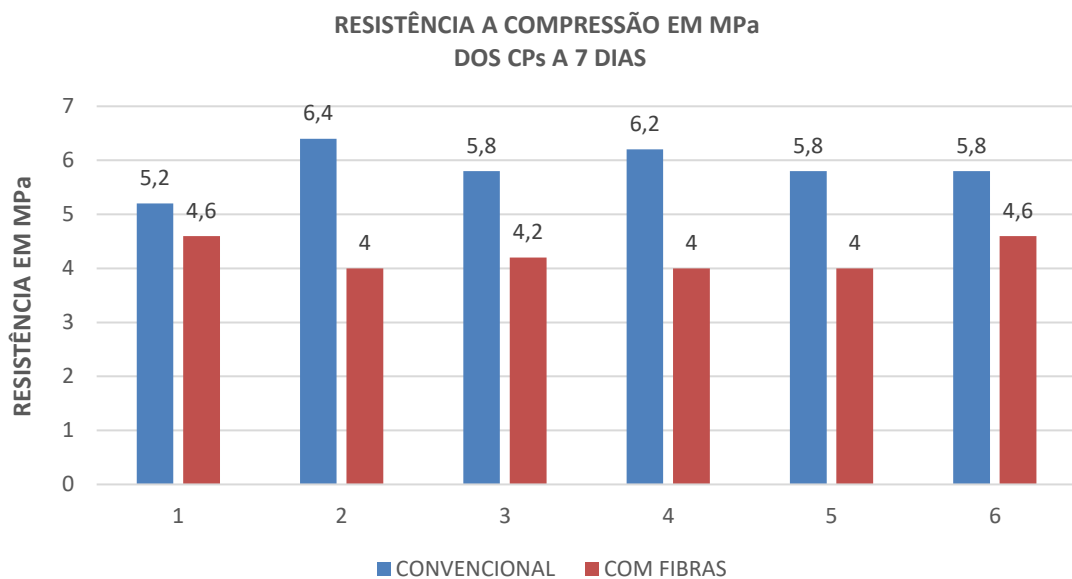


### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises comparativas acerca da resistência à compressão entre o concreto produzido com adição de fibras de vidro residuárias, nas idades de 7, 14 e 28 dias e o concreto de referência apresentaram resultados diferentes, conforme demonstram as informações a seguir:

No tocante as observações relativas aos ensaios com adição de fibras de vidro residuárias de 7 dias de idade, os dados revelaram que os concretos confeccionados com tais fibras obtiveram resistência inferior aos convencionais, uma redução em torno de 14,20%. Isto pode ter ocorrido devido ao entrelaçamento das fibras no interstício do concreto, provocando vazios e promovendo, conseqüentemente, a redução da resistência e das propriedades originais (Figura 15).

Figura 15: Comparativo do desempenho da resistência do concreto convencional e do modificado com fibras de vidro.

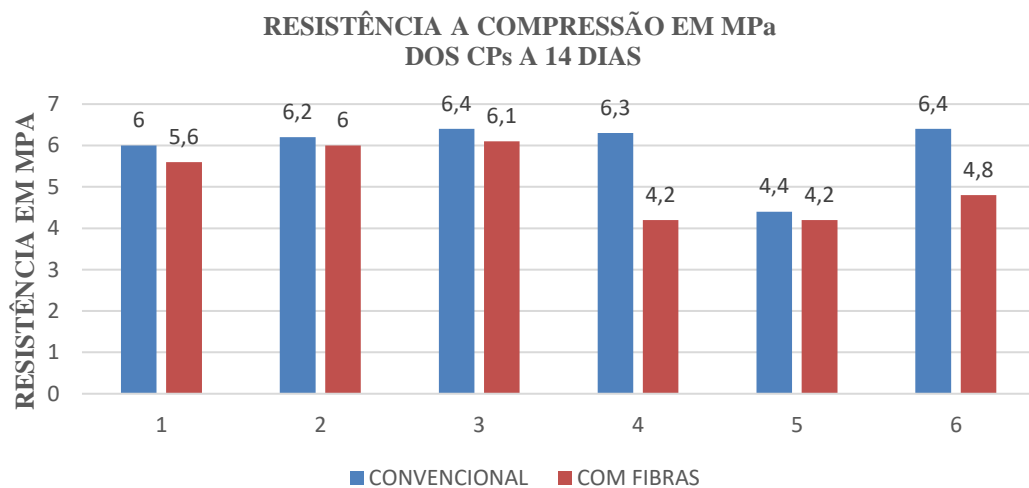


Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Dessa forma, depreende-se que a adição da fibra de vidro residuária não contribuiu para melhoria da resistência do concreto a compressão axial, ao contrário, sua inclusão propiciou a redução quando comparada ao concreto convencional. Corroborando esses resultados, estudos realizados por Bonifácio e Godinho (2020) com fibra de vidro, demonstraram que os concretos com a incorporação dessas fibras tiveram uma queda na resistência à compressão axial em relação ao traço de referência.

A respeito da resistência do concreto na idade de 14 dias, observou-se uma variação em decorrência da adição de 0,5% de fibras. O concreto modificado com a respectiva idade apresentou uma resistência menor à compressão de 18,89% em relação ao concreto sem fibra (referência). Este resultado decorreu, possivelmente, em decurso do aumento nos índices dos vazios e do preenchimento dos interstícios com fibras, que, por conseguinte, influenciaram na resistência a flexão. Entretanto, percebe-se uma aproximação maior dos percentuais quando comparado ao concreto de referência, ocasionalmente devido à idade do concreto, que pode ter favorecido o incremento da resistência (Figura 16).

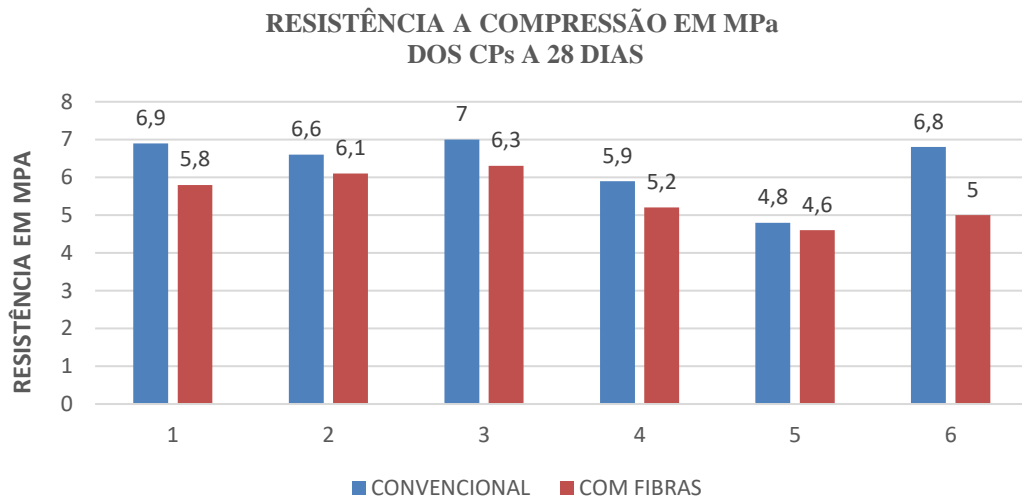
Figura 16: Comparativo do desempenho da resistência do concreto convencional e do modificado com fibras de vidro.



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Os resultados apresentados sugerem, que a eficácia da fibra no concreto está associada ao seu desempenho como ponte de transferência de tensão na fissura do material, evitando assim, um rompimento brusco. Assim, a quantidade de fibras adicionadas à mistura exerce forte influência sobre a capacidade de reforço a flexão. Portanto, quanto maior o teor de resíduos agregado, maior será o número de fibras desempenhando a função de ponte de transferência de tensão e aumentando o reforço pós-fissuração do concreto (BONIFÁCIO; GODINHO, 2020; CARVALHO; MOTA, 2018). Comportamento semelhante verificou-se no concreto com idade de 28 dias, conforme demonstra figura 17, a seguir:

Figura 17: Resistência média dos CPs convencional e com fibras de vidro.



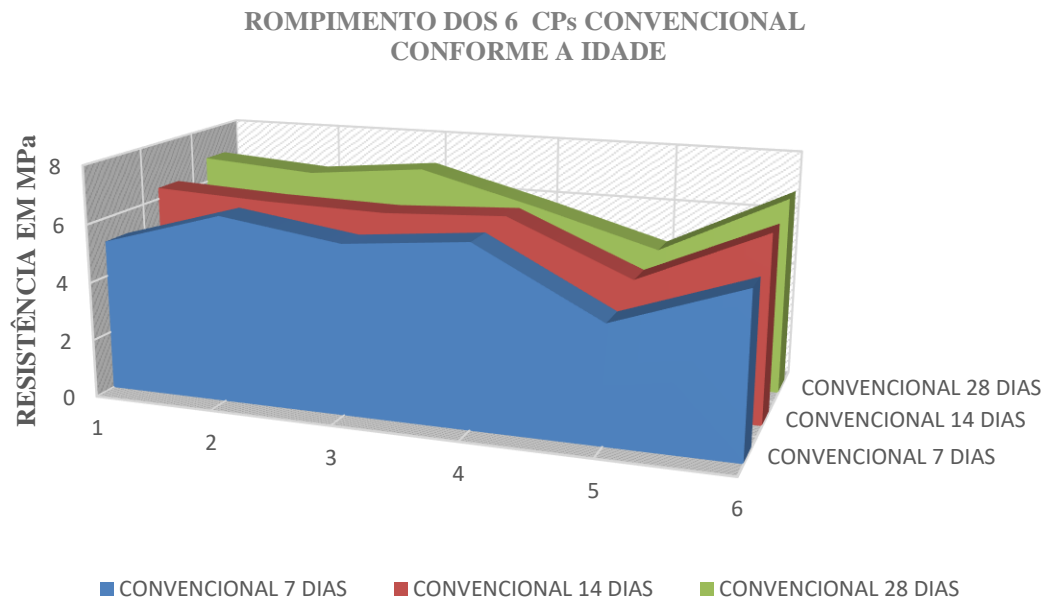
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Os dados apurados demonstram que houve alteração na resistência do concreto modificado com fibras de vidro residuárias, supostamente, resultante dos fatos elencados anteriormente nos experimentos com concretos nas idades de 7 e 14 dias, que podem influenciar na resistência final. No cômputo geral, houve redução de 22,41% na resistência do concreto modificado em relação ao convencional, provavelmente devido ao processo de enrijecimento e reações químicas presentes no material que degradaram às fibras de vidros, criando pontos de fraqueza a compressão. Todavia, averigou-se que a resistência do material tende a estabilizar-se quando este atingir o ponto máximo de resistência aos 28 dias.

Dessa forma, verificou-se que o aumento da quantidade de resíduos de fibras de vidro no concreto pode acarretar a redução da trabalhabilidade da mistura, principalmente quando se emprega teores mais elevados de resíduos, que, por conseguinte, podem influenciar na resistência final. Sobre essa questão, é importante ressaltar, que quanto maior o diâmetro da argamassa obtida na mesa de consistência (*table flow*), mais fluido é seu comportamento.

Em relação à resistência do concreto convencional nas idades de 7, 14 e 28 dias, observou-se variações no desempenho e no comportamento dos materiais, conforme demonstra a figura 18.

Figura 18: Resistência média dos CPs convencional.



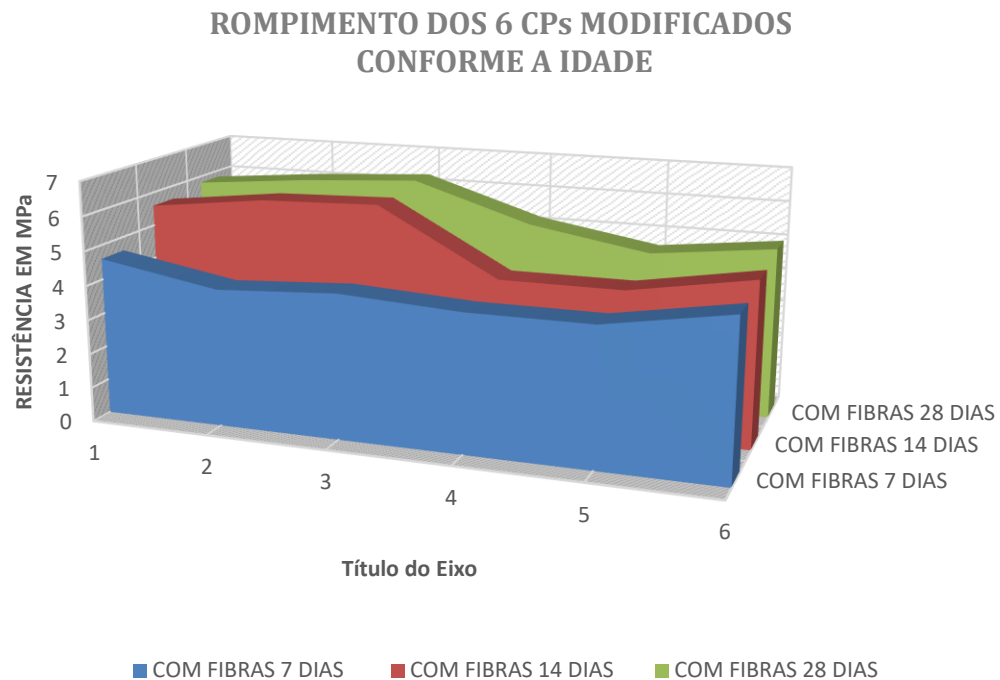
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Os dados exibidos indicam que houve uma alteração na resistência do concreto convencional nas idades pre-estabelecidas anteriormente, que se elevou progressivamente, conforme a quantidade de corpos de provas rompidos, ocasionados possivelmente pela reação de cura do concreto, idades variadas, perda de calor, sobretudo, nas primeiras horas de reação exotérmica.

Relativo ao concreto modificado, na sequência verificou-se que sucedeu-se uma variação na resistência, proporcionalmente nas idades investigadas nos experimentos. Essa alteração decorreu da adição da percentagem de fibras de vidro que influenciou no desempenho do concreto, alterando assim, suas propriedades e comportamento. Posto isto, verifica-se que o concreto modificado com fibras de vidro nas idades analisadas apresentou diminuição na resistência do concreto (Figura 19).

Essa alteração eventualmente ocorreu devido à retração provocada pelo acréscimo de fibras residuária nos espaços dos interstícios do compósito, bem como pela compactação do material. Pois, o aumento da quantidade de resíduos de fibras de vidro pode acarretar a redução da trabalhabilidade da mistura, principalmente aquelas com teores mais elevados de resíduos, e, portanto, influenciar a resistência final do material.

Figura 19: Desempenho da resistência média dos CPs com a adição da fibra de vidro.



Essas afirmações remetem aos estudos de Silva et al., (2018, p. 253), os quais reforçam que “os traços com fibras não alcançaram resistência maior que o traço base sem fibras [...]”, haja vista que a incorporação desse constituinte na argamassa não demonstrou eficácia quando submetida a compressão axial. De maneira oposta, verificou-se, que o traço do concreto convencional sem fibras obteve uma maior resistência que os demais elementos agregados ao concreto.

Em relação ao ensaio do slump test, Silva et al., (2018, p. 255) constataram que “as fibras de vidro reduzem significativamente a trabalhabilidade, havendo grande dificuldade quanto a dosagem dos traços, sendo necessário a adição de aditivo plastificante”. Esse problema também foi notabilizado no ensaio do slump test, o qual demonstrou dificuldades na trabalhabilidade da argamassa com adição de fibras de vidro, possivelmente, por não ter sido inseridos aditivos na mistura desse estudo.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados apresentados demonstraram que o concreto modificado com fibra de vidro residuárias nas idades de 7, 14 e 28 dias diminuiram a resistência à compressão axial em relação ao concreto de referência, em decorrência da quantidade de fibras

residuária adicionadas e do fator água/cimento ter influenciado na trabalhabilidade e no resultado final dos materiais. Com isso, conclui-se que as adições de fibras residuárias tendem a melhorar as propriedades mecânicas de tração e flexão do concreto, no entanto, o agregado desses componentes pode reduzir a resistência à compressão axial.

Outro fato a ser ressaltado nesse estudo é a questão do coprocessamento das fibras residuárias. Pois, estas ao passarem anteriormente por um processo de degradação na indústria, produzem alterações nas suas características mais nobres. Essas mutações, por sua vez, favorecem a diminuição do desempenho das fibras e comprometem o concreto modificado para uso estrutural. Porém, essas fibras podem ser aplicadas em outros componentes, a exemplo de placas de vedação.

Diante do exposto, recomendamos mais investigações científicas a partir da utilização de outras quantidades de fibras de vidro ao concreto e do incremento de algum aditivo, de modo a obter-se melhores resultados em estudos futuros.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7211: **Agregados para concreto** - Especificação. 2009. Disponível em: <<http://areiaovitoria.com.br/download/nbr%207211.pdf>> Acesso em: 21 ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 7215: **Cimento Portland** - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17827/material/NBR%207215%20-.pdf>> Acesso em: 20 ago. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5734: **Peneiras para ensaios - Especificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

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**. UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/3028/1/J%C3%A9ssicaSpricigoRochaBonif%C3%A1cio.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2020.

CARVALHO, Leonardo Lima Costa.; MOTA, Carla Araújo. Uso de Fibras de Aço para Execução do Concreto Armado. **Revista Boletim de Gerenciamento**. v. 8, n. 8, p. 65-74, 2019. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/413>. Acesso em: 28 ago. 2020.

GOES, Caroline Marção Wolf de.; FONTANINI, Patrícia Stella Pucharelli.; PIMENTEL, Lia Lorena.; JACINTHO, Ana Elisabete Paganelli G. Avila. Análise da aplicação de concreto com adição de macrofibras estruturais sintéticas e microfibras de vidro anti-crack ar em pisos. **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, v. 12, n. 1, p. 40-53, 2016. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/reec/article/view/37400>. Acesso em: 28 ago. 2020.

MIRANDA, Bruno.; MORETTO, Izabela.; MORETO, Rafael. **Sustentabilidade- ODS 18: Gestão ambiental nas empresas**. São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/18-gestao-ambiental.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2020.

PICELI, Garon. **Reutilização da fibra de vidro permite ciclo de produção sustentável**. 2010. Disponível em: <https://www.clickfozdoiguacu.com.br/reutilizacao-da-fibra-de-vidro-permite-ciclo-de-producao-sustentavel-7437/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

RODRIGUES JR, José Fernando. **Pesquisa Experimental**. 2018. Disponível em: [http://www.escritacientifica.sc.usp.br/wp-content/uploads/MPCC\\_5\\_DataAnalysis06-PesquisaExperimental.pdf](http://www.escritacientifica.sc.usp.br/wp-content/uploads/MPCC_5_DataAnalysis06-PesquisaExperimental.pdf). Acesso em: 22 jul. 2020.

SILVA, Rita de Cássia da Costa.; CARDOSO, Sara Grasielle Pereira.; BARBOSA, Isa Lorena Silva. Estudo do concreto reforçado com fibras de vidro. **Revista Científica de Engenharia Civil - RECIEC**, v. 01, n. 01, 2018. Disponível em: <http://anais.unievangelica.edu.br/index.php/reciec/article/view/3355/1642>. Acesso em: 22 jul. 2020.

SILVA, Daniel Augusto Medeiros da. **Análise da eficiência térmica de argamassa com adição de fibra de coco seco**. Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Angicos/RN, 2019. 76p. Disponível em: [https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/2477/2/DanielAMS\\_MONO.pdf](https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/2477/2/DanielAMS_MONO.pdf). Acesso em: 22 jul. 2020.

VIANA, B. M. **Avaliação do impacto dos principais materiais empregados em embalagens considerado aspectos relacionados com sua produção e ciclo de vida: Comparação com os materiais plásticos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais e Manufatura) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Carlos-SP. 2018. 97p.

Recebido em 05/dez/2020

Aprovado: 11/mar/2021