

ESTUDO COMPARATIVO DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS. SEUS BENEFÍCIOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL.

Oliveira T.F.¹ Mello M. A. G.²

¹ Discente Engenharia Civil ² Docente da Engenharia Civil

^{1,2} Grupo de Pesquisa Engenharia e Sociedade da Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu - UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134 - Luz, 26260-045, Nova Iguaçu – RJ.

RESUMO Este artigo científico examina a influência da adição de fibras de aço, vidro e polipropileno nas propriedades fundamentais do concreto. A pesquisa começa destacando a relevância do concreto na construção contemporânea e a importância da busca por aprimoramentos. As fibras são introduzidas como uma abordagem para otimizar o desempenho do concreto, com ênfase nas diferentes variedades e suas propriedades distintas. O estudo compreende ensaios em quatro tipos de concretos: concreto convencional (sem fibras), concreto com fibras de aço, concreto com fibras de vidro e concreto com fibras de polipropileno. Cada variante é avaliada quanto à durabilidade, trabalhabilidade e resistência à compressão. Os resultados demonstram que a adição de fibras pode influenciar de maneira variável essas propriedades, dependendo do tipo e da quantidade de fibras incorporadas. As fibras de aço se mostraram benéficas, melhorando a resistência e a durabilidade do concreto enquanto mantêm a trabalhabilidade. Em contrapartida, as fibras de vidro não impactaram significativamente a trabalhabilidade, mas tiveram um efeito ligeiramente adverso na resistência à compressão. As fibras de polipropileno prejudicaram notavelmente a trabalhabilidade e a resistência devido à absorção de água. O estudo sugere estratégias práticas para otimizar o desempenho do concreto, como ajustes na quantidade de cimento e na relação A/C. Além disso, enfatiza a importância de selecionar o tipo de fibra de acordo com as necessidades do projeto. Em síntese, este artigo fornece informações valiosas para engenheiros e profissionais da construção civil, auxiliando-os a tomar decisões embasadas ao considerar o uso de concretos com adição de fibras em projetos de construção

Palavras Chaves: concreto, fibras, aço, vidro, polipropileno, resistência.

ABSTRACT-This scientific article examines the influence of adding steel, glass, and polypropylene fibers on the fundamental properties of concrete. The research begins by highlighting the relevance of concrete in contemporary construction and the importance of continuous improvements. Fibers are introduced as an approach to enhance concrete performance, with an emphasis on the different varieties and their distinct properties. The study includes tests on four types of concrete: conventional concrete (without fibers), concrete with steel fibers, concrete with glass fibers, and concrete with polypropylene fibers. Each variant is evaluated for durability, workability, and compressive strength. The results demonstrate that adding fibers can variably influence these properties, depending on the type and quantity of incorporated fibers. Steel fibers proved beneficial, improving concrete's strength and durability while maintaining workability. Conversely, glass fibers did not significantly impact workability but had a slightly adverse effect on compressive strength. Polypropylene fibers notably compromised workability and strength due to water absorption. The study suggests practical strategies to optimize concrete performance, such as adjustments to the amount of cement and the water-cement ratio. Additionally, it emphasizes the importance of selecting the fiber type according to project needs. In summary, this article provides valuable information for engineers and construction professionals, assisting them in making informed decisions when considering the use of fiber-reinforced concrete in construction.

Keywords: concrete, fibers, steel, glass, polypropylene, strength.

1 INTRODUÇÃO

O concreto é um dos materiais fundamentais da construção civil, desempenhando um papel vital na infraestrutura global e na edificação de estruturas que sustentam a sociedade moderna. Como destacado por Bauer (2013), "os materiais de construção, como o concreto, desempenham um papel crucial no desenvolvimento das sociedades contemporâneas". De acordo com Mehta e Monteiro (2014), "o concreto é um dos materiais mais amplamente utilizados e importantes do mundo atual". A busca por melhorias contínuas nas propriedades do concreto é uma prioridade inegável na engenharia civil.

A incorporação de fibras ao concreto emergiu como uma abordagem eficaz para atender a essa demanda. De acordo com as palavras de Chies (2012), "as fibras de reforço, quando adicionadas ao concreto, têm o potencial de aprimorar a resistência à tração e a durabilidade, além de controlar a fissuração e a retração". Sant'Anna (2003) reforça esse ponto, argumentando que "os aditivos, como as fibras, têm sido cada vez mais reconhecidos como componentes que podem modificar as propriedades do concreto, abrindo um vasto campo de estudos e aplicações".

No entanto, é importante ressaltar que o impacto das fibras nas propriedades do concreto não é uniforme e varia significativamente com fatores como o tipo de fibra e sua quantidade. Conforme observado por Mehta e Monteiro (2016), a seleção do tipo de fibra deve ser criteriosa e baseada nas necessidades específicas do projeto. Por exemplo, as fibras de aço demonstraram ser benéficas para aprimorar a resistência e durabilidade do concreto, enquanto fibras de vidro e polipropileno podem não ser adequadas em todos os contextos.

O presente estudo tem como objetivo realizar uma análise comparativa abrangente de concretos com a adição de diferentes tipos de fibras: fibras de aço, fibras de vidro e fibras de polipropileno. A influência dessas fibras em propriedades essenciais do concreto, incluindo durabilidade, trabalhabilidade e resistência à compressão axial, será minuciosamente examinada. Além disso, com base nas conclusões deste estudo, serão oferecidas sugestões e recomendações para a escolha do traço e do tipo de fibras em futuras aplicações na construção civil.

Neste contexto, a pesquisa proporcionará conhecimentos importantes para engenheiros e profissionais da construção civil, ajudando-os a tomar decisões informadas sobre a utilização de concretos com adição de fibras em projetos de construção. As conclusões deste estudo são particularmente relevantes no cenário em que a busca por materiais de construção mais eficientes e sustentáveis é essencial para atender às demandas da sociedade contemporânea.

Portanto, este artigo científico busca contribuir para o avanço no conhecimento das propriedades e do desempenho do concreto com adição de fibras, fornecendo informações úteis que podem ser aplicadas no campo da engenharia civil e na construção de estruturas duráveis e seguras.

2 MATERIAIS E METODO

A seção de metodologia delineia os procedimentos e técnicas empregados na condução da pesquisa. Ela fornece uma descrição detalhada de como o estudo foi projetado e conduzido.

2.1. Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais: cimento portland comum (CP32 - um ligante padrão utilizado na produção de concreto), agregados (areia média e brita 0), fibras (aço, vidro e polipropileno) e água (potável comum).



Figura 1 – Fibras de aço, de vidro e de polipropileno (Fonte Autor ,2023)

A figura 1 mostra as fibras que foram adicionadas nos CP.

2.2. Dosagem da Mistura

A dosagem das misturas de concreto visou manter consistência em todas as variantes. A consideração primordial foi alcançar uma relação água-cimento (A/C) padrão para avaliar a influência das fibras nas propriedades do concreto. O projeto de dosagem seguiu as normas nacionais pertinentes e as melhores práticas do setor.

2.3. Moldagem dos corpos de prova

Para cada tipo de concreto, foram moldados 3 corpos de prova. Os espécimes foram moldados de acordo com as diretrizes especificadas na NBR 5.738 1, garantindo compactação uniforme e cura adequada. Quatro misturas de concreto diferentes, com o mesmo traço e com a mesma relação A/C, foram preparadas: concreto convencional, concreto com fibras de aço, concreto com fibras de vidro e concreto com fibra de polipropileno.

2.4 Procedimentos dos ensaios

Os espécimes de concreto foram submetidos a vários procedimentos de teste para avaliar suas propriedades:

- Ensaio de abatimento (Slump Test): este teste avaliou a trabalhabilidade do concreto fresco, fornecendo uma medida de sua consistência.

- Ensaio de resistência à compressão: os espécimes de concreto endurecido foram testados quanto à resistência à compressão usando uma máquina de ensaio hidráulica. O teste foi conduzido seguindo procedimentos padrão 1.
- Avaliação de durabilidade: embora o estudo tenha se concentrado principalmente na trabalhabilidade e na resistência à compressão, foram feitas observações sobre a durabilidade do concreto com e sem fibras, embora testes de durabilidade mais aprofundados não tenham sido conduzidos.



Figura 2 – Teste slump

Fonte: autor, 2023



Figura 3 – Ensaio de compressão

Fonte: autor, 2023

As figuras 2 e 3 apresentam os testes que foram realizados: slump e o de compressão.

2.5. Análise de Dados

Os dados coletados foram analisados para avaliar o impacto dos diferentes tipos de fibras nas propriedades do concreto. Foi realizada uma análise estatística para comparar os resultados obtidos em cada grupo de concreto, com foco na trabalhabilidade, resistência à compressão e na relação entre esses dois fatores. Representações gráficas foram criadas para ilustrar as descobertas.

2.6. Limitações

É importante reconhecer que esta pesquisa se concentra nos efeitos imediatos da adição de fibras de aço, vidro e polipropileno ao concreto. O estudo não abordou de forma abrangente aspectos de durabilidade a longo prazo, como resistência à corrosão, ciclos de congelamento e descongelamento ou outros fatores ambientais. Além disso, o estudo não explorou a influência de diferentes dosagens de fibras ou combinações delas.

2.7. Análise Estatística

Ferramentas e software estatísticos, como Microsoft Excel e testes estatísticos relevantes, foram utilizados para analisar os dados e identificar diferenças significativas entre os grupos de concreto testados.

3 RESULTADOS

Nesta seção, os resultados da pesquisa são apresentados de acordo com as etapas de trabalho realizadas, incluindo uma descrição da planilha de resultados, gráficos ilustrativos, discussão dos achados e considerações finais.

a. Trabalhos Realizados

Os trabalhos conduzidos abrangeram a realização de ensaios em quatro diferentes formulações de concreto, representando distintos grupos de pesquisa.

- Grupo de Controle (Concreto sem Fibras): o primeiro grupo compreendeu uma formulação de concreto convencional, isenta da adição de fibras, estabelecendo uma referência para a análise comparativa.
- Concreto Reforçado com Fibras de Aço: já o segundo grupo incorporou fibras de aço em uma proporção definida à mistura de concreto, conforme as diretrizes de dosagem.
- Concreto Reforçado com Fibras de Vidro: esse grupo consistiu em concreto enriquecido com fibras de vidro, adicionadas na quantidade especificada.
- Concreto Reforçado com Fibras de Polipropileno: por fim, o quarto grupo incluiu fibras de polipropileno, seguindo a dosagem previamente estabelecida.

Nº do concreto	Traços	Relação A/C	Quantidade de CP	Aditivos de fibras
1	1:3:2	1:0,65	3	Sem
2	1:3:2	1:0,65		Fibras de aço
3	1:3:2	1:0,65		Fibras de vidro
4	1:3:2	1:0,65		Fibra de polipropileno

Tabela 1 – composição dos espécimes (Fonte Autor ,2023)

A Tabela 1 apresenta a composição de cada espécime preparado, sendo que foram moldados três corpos de prova (CP) a partir de cada um deles.

b. Planilha de Resultados

Na tabela 2, são apresentados os resultados dos testes de Slump e Resistência à Compressão (fck) para quatro diferentes Corpos de Prova (CP), numerados de 1 a 4. O Teste Slump é representado em centímetros, e os valores de resistência à compressão (fck) são expressos em MPa. A média dos valores de resistência (kN) à compressão é calculada com base nas medições dos três CP para cada

condição. Isso fornece uma visão geral dos resultados obtidos para cada CP e ajuda a avaliar o desempenho do concreto em relação aos diferentes testes e condições.

Nº CP	Teste slump	CP 1	CP 2	CP 3	Média	fck
1	8 cm	99,9	97,4	102,2	99,8	12,7
2	8 cm	116,9	110,4	113,0	113,4	14,4
3	9 cm	91,2	95,8	99,4	95,5	12,1
4	0	62,8	63,6	67,9	64,8	8,2

Tabela 2 – Resultados dos ensaios (Fonte Autor ,2023)

c. Gráficos dos Resultados

Este gráfico apresenta a comparação dos resultados do Teste Slump (em centímetros) e da média da Resistência à Compressão (em kN) para quatro Corpos de Prova (CP) numerados de 1 a 4. Cada CP possui duas colunas adjacentes que representam essas duas medidas essenciais, permitindo uma análise visual das diferenças entre elas. O Eixo X (horizontal) representa os CPs numerados de 1 a 4, enquanto o Eixo Y (vertical) exibe os valores das medidas em unidades específicas.

A Coluna 1 (à esquerda) destaca os valores do Teste Slump para cada CP, indicados por barras verticais coloridas. Essas barras refletem a capacidade de trabalhabilidade do concreto em cada CP. Já a Coluna 2 (à direita) representa os valores de Resistência à Compressão em MPa para cada CP, usando marcadores que refletem a força e durabilidade do concreto em cada caso.

A disposição vertical das duas colunas permite uma fácil comparação entre os valores do Teste Slump e da Resistência à Compressão para cada CP, destacando como essas duas propriedades fundamentais do concreto variam em relação aos diferentes corpos de prova. Isso oferece informações cruciais para avaliar o desempenho do concreto em diversas condições e pode orientar a tomada de decisões na engenharia civil e na construção

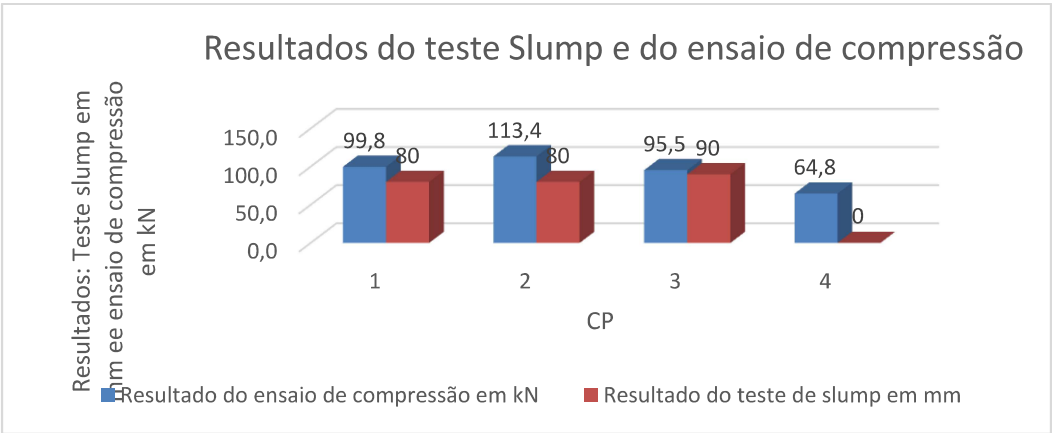


Gráfico 1 - Comparação dos CP (Fonte Autor ,2023)

d. Discussão dos Resultados

A discussão dos resultados é um elemento crucial para contextualizar e interpretar as descobertas da pesquisa. Este estudo abordou a influência da adição de diferentes tipos de fibras (aço, vidro e polipropileno) nas propriedades do concreto. Agora, a discussão se concentra em analisar e interpretar esses resultados.

1) Influência das Fibras na Resistência à Compressão

A pesquisa evidenciou que o concreto reforçado com fibras de aço experimentou um aumento substancial na resistência à compressão em comparação ao grupo de controle, indicando que as fibras de aço funcionaram como reforço estrutural eficaz. Em contrapartida, o concreto reforçado com fibras de vidro demonstrou uma ligeira diminuição na resistência à compressão, associada à natureza mais frágil dessas fibras. Por fim, o concreto com fibras de polipropileno apresentou uma notável redução na resistência, devido à absorção de água.

2) Trabalhabilidade do Concreto com Fibras

Os ensaios de trabalhabilidade, incluindo o teste de abatimento, revelaram que o concreto com fibras de aço manteve um nível adequado de trabalhabilidade, uma descoberta crucial para aplicações práticas. O concreto com fibras de vidro não afetou substancialmente a trabalhabilidade, tornando-o uma alternativa viável em determinados contextos. Entretanto, o concreto com fibras de polipropileno sofreu uma redução significativa na trabalhabilidade, devido à absorção de água.

3) Estratégias para Otimização do Desempenho do Concreto

Os achados desta pesquisa fornecem conhecimentos práticos para engenheiros e profissionais da construção. A otimização do desempenho do concreto pode ser alcançada por meio de ajustes na quantidade de cimento e na relação água/cimento, conforme o tipo de fibra a ser incorporada. Isso possibilita a personalização do concreto de acordo com as exigências do projeto, balanceando resistência e trabalhabilidade.

e. Considerações Finais

As considerações finais desta seção concentram-se nos aspectos mais relevantes dos resultados obtidos por meio dos ensaios realizados nos quatro Corpos de Prova (CPs) com diferentes composições de concreto. A análise dos resultados fornece informações valiosas sobre a influência das fibras de aço, vidro e polipropileno nas propriedades do concreto. Abaixo estão os principais ensinamentos:

- Desempenho Superior das Fibras de Aço

Os CPs com fibras de aço exibiram melhorias notáveis na resistência à compressão e na durabilidade do concreto. Esse resultado destaca a eficácia da adição de fibras de aço como uma estratégia para aprimorar o desempenho do concreto sem comprometer sua trabalhabilidade.

- Impacto Moderado das Fibras de Vidro

As fibras de vidro não causaram uma redução significativa na trabalhabilidade do concreto, mas houve um efeito ligeiramente adverso na resistência à compressão. Isso ressalta a importância de uma escolha criteriosa do tipo de fibra com base nas especificidades do projeto.

- Prejuízo Substancial nas Propriedades com Fibras de Polipropileno

Os CPs com fibras de polipropileno sofreram uma queda significativa na trabalhabilidade e resistência devido à absorção de água pelas fibras. Isso destaca a necessidade de considerar cuidadosamente a seleção de fibras, levando em conta o ambiente e os requisitos do concreto.

- Estratégias para Otimização

Com base nos resultados, foram sugeridas estratégias práticas para otimizar o desempenho do concreto, como ajustes na quantidade de cimento e na relação água/cimento. Essas estratégias podem ser aplicadas de acordo com o tipo de fibra escolhido e as metas do projeto.

4 CONCLUSÃO

Este estudo investigou os efeitos da adição de fibras de aço, vidro e polipropileno nas propriedades do concreto, enfocando a resistência à compressão, trabalhabilidade e durabilidade. A pesquisa teve como objetivo fornecer informações relevantes para a engenharia civil e a indústria da construção, permitindo uma melhor compreensão de como diferentes tipos de fibras afetam o desempenho do concreto.

Ao analisar os resultados, fica claro que a incorporação de fibras de aço pode ser altamente benéfica. Elas melhoraram a resistência à compressão e a durabilidade do concreto, mantendo a trabalhabilidade aceitável. Portanto, recomendam-se considerar as fibras de aço em projetos de concreto que requerem alto desempenho. As fibras de vidro também demonstraram resultados favoráveis, embora com uma ligeira diminuição na resistência à compressão. No entanto, elas não afetaram adversamente a trabalhabilidade. Isso torna as fibras de vidro uma escolha viável para aplicações em que equilibrar a resistência e a trabalhabilidade é crucial. Por outro lado, as fibras de polipropileno tiveram um impacto negativo significativo na trabalhabilidade e na resistência do concreto devido à sua tendência à absorção de água. Portanto, é essencial considerar cuidadosamente a seleção de fibras de polipropileno em projetos de construção.

Em resumo, este estudo destaca a importância de escolher o tipo de fibra com base nas necessidades específicas do projeto. Fornecemos orientações práticas sobre como otimizar o desempenho do concreto, ajustando a quantidade de cimento e a relação água/cimento de acordo com o tipo de fibra selecionado. Essas conclusões têm o potencial de aprimorar a eficiência e a sustentabilidade das estruturas de concreto na indústria da construção. A pesquisa serve como um recurso valioso para engenheiros e profissionais da construção, ajudando-os a tomar decisões embasadas ao considerar a incorporação de fibras em projetos de construção futuros. Com a busca contínua por materiais de construção mais eficientes, seguros e sustentáveis, os resultados deste estudo desempenham um papel crucial na evolução da engenharia de materiais na construção civil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5.738: Concreto – procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro. 2015.

BAUER, F.L.A. *Materiais de Construção*. 5ª Edição. Rio de Janeiro-RJ: LTC, 2013.

CINCOTTO, M. A. *Fibras de concreto: teoria e prática*. Edgard Blucher. São paulo-SP: 2012.

CHIES, Josué Argenta. *CORPOS-DE-PROVA SUBMETIDOS À COMPRESSÃO: INFLUÊNCIA DO TIPO DE PREPARAÇÃO DAS FACES PARA DIFERENTES NÍVEIS DE RESISTÊNCIA DO CONCRETO*. Trabalho de Conclusão de Curso da UFRS. Porto Alegre-RS: 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/127927?locale-attribute=pt_BR>. Acesso em: 01mar. 2023.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. *Concreto Microestrutura, Propriedade e Materiais - 2ª Edição*. Ed.: IBRACON. São Paulo-SP. 2014.

MEHTA, P. K. e MONTEIRO, P. J. M. *Concreto: Estrutura, Propriedades e Materiais*. PINI, São Paulo-SP: 1994.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J.. *Tecnologia do concreto*. Bookman, PORTO ALEGRE-RS: 2013.

NEVILLE, A. M. *Propriedades do concreto*. Bookman, Porto Alegre-RS: 2016.

PETRUCCI, Eládio G. *Concreto de Cimento Portland*. Associação Brasileira de Cimento Portland, São Paulo-SP. 1968.

PINHEIRO, Libânio M. *Fundamentos do concreto e projeto de edifícios: em 2017* Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~almeida/ec702/EESC/Concreto.pdf>>. UNICAMP - Campus, São Paulo. Acesso em: 15abr. 2023.

SANT'ANNA, M. *Aditivos para concreto de cimento Portland*. Edgard Blucher. São Paulo-RS: 2003.