

Performance à Compressão de Argamassas com Fibra de Polipropileno e Celulose Nanofibrilada

Marcelo Souza Gomes¹, Pedro Henrique Lopes Assis de Jesus², Adriano dos Guimarães de Carvalho³, Antônio Rafael de Souza Alves Bôso⁴

¹Estudante do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. Bolsista do PIC IFTO. E-mail: <marcelo.gomes3@estudante.ifto.edu.bru>

²Estudante do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. E-mail: <pedro.jesus2@estudante.ifto.edu.br>

³Docente do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. Orientador. E-mail: <agcarvalho@ifto.edu.br>

⁴Docente do Curso Superior de Engenharia Civil – IFTO. E-mail: <rafaelbosso@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

A argamassa cimentícia é amplamente utilizada na construção civil, especialmente como revestimento em painéis de alvenaria, por sua capacidade de oferecer acabamento estético, proteção contra agentes externos e contribuir para uma maior durabilidade às estruturas (SILVA *et al.*, 2018).

Diversos estudos têm investigado a adição e/ou substituição de materiais como aditivos, fibras e nano/micro componentes às argamassas, com o objetivo de melhorar seu desempenho e mitigar possíveis não conformidades.

Entre as alternativas promissoras, destacam-se as fibras de polipropileno (FPP), que atuam como reforço para limitar a propagação de fissuras, e os nano materiais, especialmente a celulose nanofibrilada (CNF), que tem contribuído para uma melhor performance de matrizes cimentícias (MÁRMOL *et al.*, 2013; ONUAGULUCHI *et al.*, 2021). No entanto, apesar dos avanços, ainda há lacunas na compreensão das interações entre esses materiais e seus efeitos combinados no desempenho da argamassa.

Neste trabalho de pesquisa optou-se analisar as variações de FPP e CNF, e como suas interações afetaram a resistência à compressão, a partir de um Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) (NETO *et al.*, 2010).

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é investigar a resistência à compressão de argamassas com a adição de celulose nanofibrilada e fibra de polipropileno em faixas pré-estabelecidas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os materiais utilizados foram o cimento Portland CP II - F 32, cal hidratada CH I (Fortex®), areia de rio lavada (média), aditivo Vedalit® (Vedacit®), água potável, fibra de polipropileno 4 mm (Neofibra), celulose nanofibrilada. CNF com estrutura agulhada, diâmetros médios entre 4 e 6 nm e comprimentos variando de 80 a 220 nm.

3.2 Métodos

A dosagem do traço de referência foi na proporção de 1: 0,736 : 5,11 (cimento : cal hidratada : areia média) em massa, com a adição de 2 ml de aditivo dosado conforme a recomendação do fabricante (400 ml de aditivo plastificante para cada 50 kg de cimento). Trata-se de uma mistura argamassada utilizada em obras regulares da cidade de Palmas e similar a já pesquisada em trabalhos desenvolvidos por Souza *et al.* (2024) e Gellen *et al.* (2025).

As quantidades de materiais foram definidas para 1 kg de cimento. Os teores de FPP e CNF variaram de 0,1 a 3 % e 1 a 20 %, respectivamente. No que tange à CNF, Onuaguluchi *et al.* (2014) avaliaram apenas teores abaixo de 0,2% em volume da pasta de cimento, existindo assim uma lacuna para o comportamento de argamassas em faixas maiores. A recomendação do fabricante para

o uso de FPP é de 0,4% (em relação a massa de cimento). Baseado em estudos de Gellen, *et al.* (2025), optou-se em avaliar uma faixa de aplicação mais ampla, neste caso específico.

As quantidades de CNF e FPP de cada mistura foram determinadas pela teoria do DCCR, ao qual pode auxiliar na busca de resultados otimizados para intervalos específicos (Tabela 1).

Tabela 1- Misturas avaliadas no planejamento experimental (x1 – CNF, x2 - FPP)

Pontos	Valores Codificados			Valores Reais (%)*	
	i	x1	x2	x1	x2
Fatorial	1	-1	-1	3,762	0,52
	2	1	-1	17,238	0,52
	3	-1	1	3,762	2,58
	4	1	1	17,238	2,58
Axial	5	-1,41	0	1,000	1,55
	6	1,41	0	20,000	1,55
	7	0	-1,41	10,500	0,10
	8	0	1,41	10,500	3,00
Central ¹	9	0	0	10,500	1,55
	10	0	0	10,500	1,55
	11	0	0	10,500	1,55

* Porcentagem em relação à massa de cimento. Fonte: Elaborado pelos autores (2025)

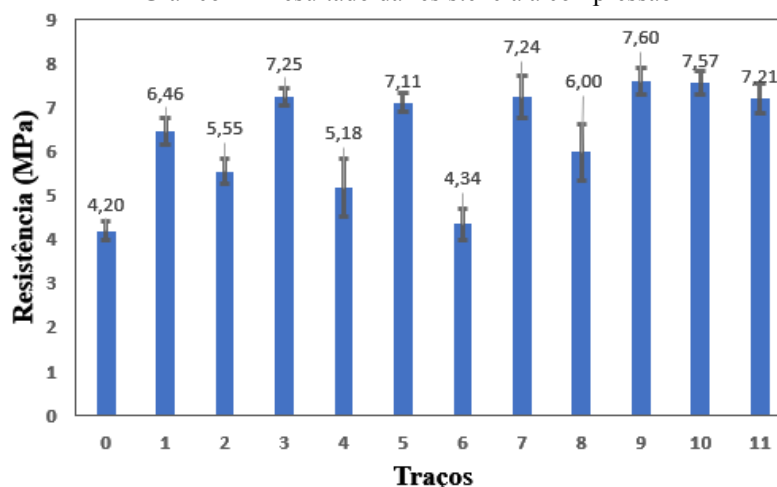
A partir do delineamento experimental proposto, foram definidas 11 misturas (i) adicionais às do traço de referência, totalizando assim 12 composições distintas de argamassas. As proporções de cimento, cal, areia, água e aditivo foram mantidas constantes em todos os traços experimentais, sendo ajustada apenas a quantidade de água nos traços com CNF, de modo a compensar a umidade proveniente da suspensão aquosa de celulose (97 % de água).

Para cada traço (i), foram moldados e curados corpos de prova prismáticos para os ensaios de resistência à compressão, conforme recomendações da NBR 13279/2005 (ABNT, 2005).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Gráfico 1 são apresentados os resultados da média da resistência à compressão aos 28 dias de cura. Para cada uma das doze misturas “i” foram moldados nove corpos de prova.

Gráfico 1 - Resultado da resistência à compressão



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

¹ A triplicata no ponto central ancora o modelo, permitindo separar a variabilidade natural do processo dos efeitos reais das variáveis e validar a qualidade dos resultados obtidos.

No Gráfico 1, observa-se que os traços 1 e 3 apresentam teores de CNF constante (menor percentual de CNF), enquanto a FPP tem um aumento de aproximadamente 2,06 %. Avaliando o resultado de compressão no Gráfico 1, observa-se que essa variação resultou num acréscimo de 0,79 MPa na resistência à compressão, indicando que a elevação do teor de FPP, quando associada a baixas concentrações de CNF, pode contribuir positivamente para a compressão. Por outro lado, nos traços 2 e 4, com quantidade maiores de CNF, mesmo com um acréscimo de FPP, apresentou um comportamento oposto, ou seja, redução de 0,37 MPa na resistência, sugerindo que concentrações mais elevadas de CNF podem comprometer a performance no que tange a esta propriedade.

Essa tendência é reforçada pelos traços 5 e 6, em que o teor de FPP foi constante, e o CNF teve um aumento de 19 %, resultando em uma redução de 2,77 MPa na resistência à compressão. Situação semelhante foi identificada nos traços 7 e 8, com teores mais elevados de CNF (mas constante), com um acréscimo de 2,9 % na FPP, promoveu uma diminuição de 1,24 MPa nos resultados.

Os traços 3, 5, 7 se destacaram por apresentarem resistência média à compressão superior a 7 MPa, evidenciando que a CNF, quando utilizada em teores moderados (até 10 %), não compromete significativamente o desempenho da argamassa — embora também não promova aumentos expressivos. Em contrapartida, os traços 2, 4 e 6, que apresentaram as menores resistências, foram justamente aqueles com os maiores teores de CNF, sendo que 4 e 6 combinam altos teores de ambas as variáveis. Esses dados reforçam a hipótese de que o uso excessivo tanto de CNF quanto de FPP tende a prejudicar as propriedades mecânicas à compressão da argamassa.

A adição de fibras de polipropileno (FPP) tende a melhorar moderadamente a resistência à compressão, especialmente por atuar como pontes (bridging) entre microfissuras, reduzindo sua propagação. No entanto, quando utilizadas em maiores quantidades, as fibras tendem a formar aglomerados, criando descontinuidades e dificultando a compactação, o que pode comprometer a transmissão de esforços (Wu e Wang, 2022).

No caso da CNF, embora sua adição seja promissora por promover interações com a matriz cimentícia devido à sua natureza hidrofílica, concentrações elevadas podem interferir negativamente no processo de hidratação e gerar microestrutura desbalanceada. Maghfouri *et al.* (2022) também apontam que certas adições como EPS e celulose em excesso tendem a aumentar a porosidade ou dificultar a formação de ligações eficientes na matriz, prejudicando o desempenho mecânico final.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão de CNF e FPP na argamassa de reboco apresentou vantagens e desvantagens. Ficou evidenciado que, embora dosagens moderadas dessas adições possam manter ou até melhorar levemente a resistência à compressão. Para este trabalho, observou-se que quantidades entre 3,76 até 10,5 % de CNF, e FPP entre 0,1 e 2,258 % proporcionaram os melhores para esta propriedade. Vale ressaltar que a interação entre estes dois materiais, em teores equilibrados, pode auxiliar para a melhora da performance à compressão de argamassas. Considerando que CNF e FPP são materiais de custo razoavelmente maior (quando comparado à agregados, por exemplo), pode-se, a partir dos resultados obtidos, determinar misturas que tenham bons resultados de compressão em diversas faixas de variação destes materiais. Por exemplo, para máxima compressão com teores menores de CNF podemos escolher a mistura 3.

A utilização da celulose nanofibrilada representa uma proposta inovadora, e seu uso controlado pode contribuir para o desenvolvimento de matrizes cimentícias que também atendem aos requisitos de norma.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq / IFTO pelo fomento, bem como à professora Raquel Marchesan por sua contribuição e apoio na pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. Rio de Janeiro, 2005.

GELLEN, A. L. B.; CARVALHO, A. G.; SOUZA, K. N.; BÔSSO, A. R. S. A.; BATISTA, P. S. FORTES, R. A.; SILVA, T. D. A.; SOUSA, A. P. G. *Otimização de Argamassas com Vidro Moído: Impacto da Água e Fibra de Polipropileno na Performance*. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n1-094>.

MAGHFOURI, M. et al. *Drying shrinkage properties of expanded polystyrene (EPS) lightweight aggregate concrete: A review. Case Studies in Construction Materials*, v. 16, e00919, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e00919>.

MÁRMOL, G.; SANTOS, S. F.; SAVASTANO JR, H.; BORRACHERO, M. V.; MONZÓ, J.; PAYÁ, J. *Mechanical and physical performance of low alkalinity cementitious composites reinforced with recycled cellulosic fibres pulp from cement kraft bags*. **Industrial Crops and Products**, v. 49, p. 422–427, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.04.051>.

NETO, B. B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como Fazer Experimentos: Pesquisa e Desenvolvimento na Ciência e na Indústria**. 4. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2010.

ONUAGULUCHI, O.; PANESAR, D. K.; SAIN, M. *Properties of nanofibre reinforced cement composites*. **Construction and Building Materials**, v. 63, p. 119–124, 2014. Disponível em: <https://daneshyari.com/article/preview/257570.pdf>.

SILVA, F. A. et al. *Influence of cellulose nanofibers on the performance of cementitious materials*. **Construction and Building Materials**, v. 180, p. 23–31, 2018.

SOUZA, K. N.; CARVALHO, A. G.; SANTOS, H. P.; MESQUITA, L. M. M.; BÔSSO, A. R. S. A. Performance à compressão de argamassas com vidro moído, pérola de EPS e fibra de polipropileno: análise a partir de um Delineamento Central Rotacional (DCCR). In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E DE EXTENSÃO DO IFTO, 15., 2024, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: Even3, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/identidade-ifto-2024/900378-performance-a-compressao-de-argamassas-com-vidro-moido-perola-de-eps-e-fibra-de-polipropileno--analise-a-partir-/>.

WU, Lei; WANG, Peng. *Effect of polypropylene fibre on cementitious mortar early shrinkage cracking using the eccentric-ring test*. **Frontiers in Materials**, v. 9, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.1052870>.