



Uso de filer calcário dolomítico e modificador de viscosidade em argamassa para impressão 3D

Andrea Murilo Betioli | andrea.betioli@ifsc.edu.br¹

Ana Clara Kuhn Martins | ana.km04@aluno.ifsc.edu.br²

Tamara Carolina Alves de Lima | tamara.l@aluno.ifsc.edu.br³

Rafael Andrade de Souza | ras@aluno.ifsc.edu.br⁴

Juliana Machado Casali | juliana.casali@ifsc.edu.br⁵

Editais PROPPI Nº 02/2025

Trabalho de Pesquisa

DT 4 - Inovação Tecnológica, Processos Produtivos e Futuro das Tecnologias

Resumo:

A impressão 3D tem se destacado na construção civil devido ao seu potencial de automação, redução de custos e liberdade geométrica, sendo o desempenho das misturas diretamente dependente do controle reológico no estado fresco. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do filer calcário dolomítico e de um aditivo modificador de viscosidade (VMA) nas propriedades de argamassas destinadas à impressão 3D. A metodologia consistiu na produção de dois traços experimentais, mantendo-se constante a relação água/cimento e o teor de superplastificante, com variações nos teores de filer e VMA. Foram avaliados o índice de consistência, a densidade de massa e a extrudabilidade manual. Os resultados evidenciaram que o traço com maior teor de finos e VMA apresentou elevada viscosidade e baixa extrudabilidade, resultando em falhas de continuidade e coesão dos cordões. Por outro lado, a redução desses teores proporcionou melhor equilíbrio entre fluidez e estabilidade, permitindo extrusão contínua, maior homogeneidade e integridade dos elementos formados.

Palavras-chave: impressão 3D; argamassa; filer; modificador de viscosidade; extrudabilidade.

Introdução

A impressão 3D de concretos (3DCP) tem se destacado na construção civil por seu potencial de automação, redução de custos e liberdade geométrica. No entanto, o desempenho dessas misturas depende do controle reológico, especialmente quanto à extrudabilidade e à estabilidade das camadas. Nesse contexto, filers minerais e aditivos

¹ Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

² Estudante do curso de graduação de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

³ Estudante do curso de graduação de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

⁴ Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

⁵ Servidor do Departamento Acadêmico de Construção Civil do Instituto Federal de Santa Catarina.

modificadores de viscosidade (VMA) são fundamentais, pois promovem melhor empacotamento de partículas, coesão e tixotropia, reduzindo a segregação (Araújo, 2022).

Apesar dos avanços, ainda há lacunas na compreensão da atuação combinada desses materiais, configurando um desafio na dosagem de misturas imprimíveis. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do fíler e do aditivo modificador de viscosidade (VMA) nas propriedades no estado fresco de argamassa para impressão 3D.

O estudo integra ensino, pesquisa e extensão ao abordar a impressão 3D. No ensino, atualiza a formação em materiais cimentícios; na pesquisa, investiga propriedades reológicas ainda pouco consolidadas; e na extensão, transfere soluções ao setor construtivo, ampliando o impacto acadêmico e tecnológico.

Fundamentação teórica

A impressão 3D de concretos (3DCP) tem se consolidado como uma tecnologia promissora na construção civil, permitindo a fabricação de elementos camada a camada, com redução de custos, resíduos e maior liberdade geométrica (Araújo, 2022; Barbosa, 2022). No entanto, o sucesso do processo depende diretamente das propriedades reológicas das misturas, especialmente quanto à extrudabilidade e construtibilidade, que exigem um equilíbrio entre fluidez e capacidade de suporte das camadas (Hasse *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o uso de fílers minerais como adição tem sido amplamente investigado. Materiais finos atuam no refinamento da matriz, promovendo melhor empacotamento de partículas, aumento da coesão e melhoria das propriedades mecânicas (Tavares *et al.*, 2025 ; Araújo, 2022).

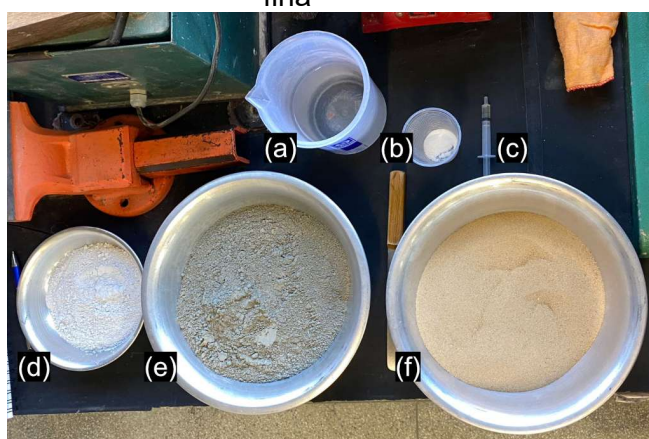
Paralelamente, os aditivos modificadores de viscosidade (VMA) desempenham papel essencial. Esses aditivos aumentam a viscosidade e a tensão de escoamento, promovendo maior coesão e estabilidade das misturas, além de reduzir a segregação e melhorar a aderência entre camadas (Hasse *et al.*, 2020).

Adicionalmente, a literatura aponta que a combinação entre fílers e VMA é estratégica para o desenvolvimento de misturas otimizadas, uma vez que os materiais finos contribuem para o empacotamento e os VMAs ajustam a viscosidade e a tixotropia do sistema (Araújo, 2022).

Procedimentos metodológicos

Para esta pesquisa, utilizou-se o CP II Z 40 e areia fina. Como adição mineral o fíler calcário dolomítico, aditivo modificador de viscosidade (VMA) à base de celulose e aditivo superplastificante (SP).

Figura 1 – Materiais utilizados: (a) água, (b) VMA, (c) SP, (d) fíler, (e) CP II Z 40 e (f) Areia fina



Fonte: Autoria própria (2026).

A definição das misturas baseou-se no traço de referência 1:1,5:0,15:0,005 (cimento Portland, areia, fíler e SP, em massa). A partir desse referencial, foram realizados ajustes experimentais para adequação às necessidades desta pesquisa, resultando em duas composições denominadas T1 e T2. Mantiveram-se fixas a relação água/cimento e a proporção de superplastificante (SP), alterando o teor do fíler e do VMA, sendo suas proporções detalhadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Traços argamassas, valores expressos em proporção de massa unitária em relação ao cimento Portland

Nomenclatura	Cimento	Areia	Fíler	VMA	SP	Água
T1	1	1,15	0,30	0,0025	0,001	0,45
T2	1	1,15	0,25	0,0015	0,001	0,45

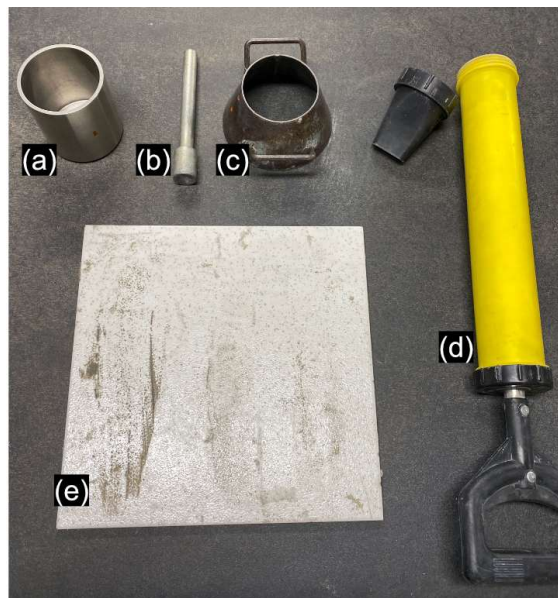
Fonte: Elaborada pelo autor.

A sequência de mistura da argamassa iniciou com a homogeneização dos materiais secos na argamassadeira planetária por 2 min, em seguida adicionou-se água e, por último, misturou-se mais 2 min. Após isso, o misturador é desligado e adiciona-se o aditivo e mistura por 2 min.

Imediatamente após a mistura, realizou-se o ensaio de espalhamento (*flow table*) para determinar o índice de consistência, conforme NBR 13276 (ABNT, 2016). Na sequência determinou-se a densidade de massa da argamassa, norma NBR 13278 (ABNT, 2005).

Para avaliar a extrudabilidade manual foi utilizada a metodologia de Martins *et al.* (2023) para análise visual comparativa. Os demais equipamentos auxiliares utilizados nos ensaios podem ser observados na Figura 2.

Figura 2 – Equipamentos: (a) recipiente com capacidade de aproximadamente 400 cm³, (b) soquete metálico, (c) molde tronco-cônico, (d) aplicador de argamassa e (e) placa cerâmica 30 x 30 cm



Fonte: Autoria própria (2026).

Resultados e discussões

A caracterização das argamassas no estado fresco evidenciou o impacto da composição na extrudabilidade e na estabilidade visual após a extrusão. Os resultados do índice de consistência e densidade de massa estão sistematizados na Tabela 2.

Tabela 2 – Propriedades das argamassas no estado fresco

Amostra	Índice de consistência (mm)	Densidade de massa (g/cm³)
T1	195	1,74
T2	235	1,77

Fonte: Elaborada pelo autor.

Para o traço T1, o índice de consistência foi de 195 mm indicando uma mistura com elevada consistente, situando-se abaixo do intervalo de (280 ± 20) mm, comumente aceito para a otimização da extrudabilidade. Essa condição resultou em um fluxo descontínuo no bico extrusor, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Avaliação da extrudabilidade manual do traço T1: (a) vista superior e (b) vista lateral

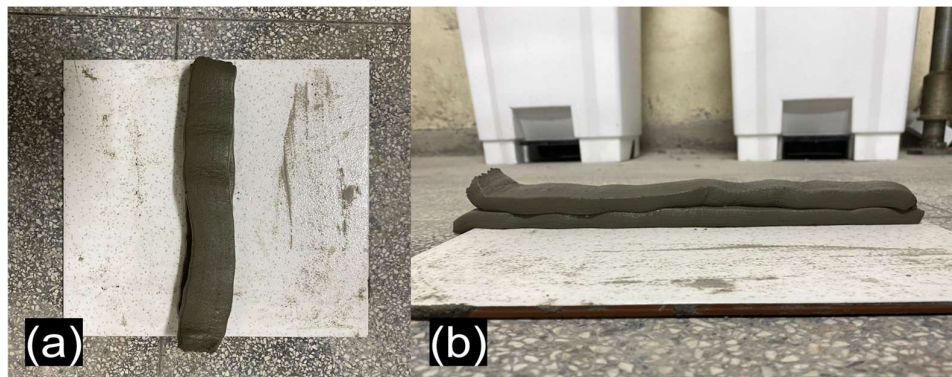


Fonte: Autoria própria (2026).

A análise visual dos cordões da amostra T1 revela a ocorrência de rupturas por cisalhamento e falhas de adesão, o que levou a necessidade de redução do teor de filer e do aditivo VMA, resultando no traço T2. Este traço demonstrou um comportamento mais

próximo do ideal para sistemas de extrusão. Com um índice de consistência de 235 mm, a mistura exibiu uma redução na resistência à extrusão, mantendo a coesão e homogeneidade necessária para a integridade dos cordões (Figura 4).

Figura 4 – Avaliação da extrudabilidade manual do traço T2: (a) vista superior e (b) vista lateral



Fonte: Autoria própria (2026).

A densidade de massa teve uma discreta variação de 1,74 a 1,77 g/cm³, sugerindo um teor menor de ar no traço T2.

Considerações finais

Os resultados indicam que o objetivo foi alcançado, evidenciando a influência do fíler calcário dolomítico e do VMA nas propriedades reológicas das argamassas para impressão 3D. A continuidade observada nos cordões do traço T2 é atribuída ao ajuste nos teores de finos e VMA, que permitiu uma deformação plástica mais uniforme sob pressão. Em contraste com o traço T1, este apresentou superfícies mais lisas e ausência de descontinuidades longitudinais, indicando que a tensão de escoamento foi superada de forma estável e contínua durante a extrusão.

Os procedimentos adotados mostraram-se eficazes para a avaliação no estado fresco, embora a extrusão manual represente uma limitação, sugerindo estudos futuros com sistemas automatizados.

A pesquisa contribuiu para a formação acadêmica ao integrar ensino, pesquisa e extensão, além de aproximar o estudo das demandas do setor construtivo. Como

continuidade, recomenda-se a análise das propriedades no estado endurecido e a otimização das misturas com foco em desempenho e sustentabilidade.

De modo geral, os resultados reforçam a importância da combinação entre fillers e VMA no desenvolvimento de materiais cimentícios para impressão 3D.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Campus Florianópolis, que concederam as bolsas de Iniciação Científica (IC).

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos — Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ARAÚJO, Rísia Amaral. **Avaliação de misturas cimentícias para impressão 3D com desempenho térmico otimizado**. 2022. 125f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

BARBOSA, Marcella de Sena. **Desenvolvimento de compósitos para impressão 3D com consumo de cimento reduzido por meio de adições minerais**. 2022. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

BETIOLI, A. M., ZUCHI, C. F., SCALCO, E. A. dos S., SOUZA, R. A. de, CASALI, J. M., & OLIVEIRA, A. L. de. (2025). Avaliação da extrudabilidade de argamassas para impressão



3D: efeito da adição de diferentes finos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 15. DOI: <https://doi.org/10.46421/sbta.v15.6833>. **Anais [...]**. Porto Alegre, 2025.

HASSE, Jessica Amanda; RUBIN, Ariane Prevedello; QUINTANILHA, Lucas Carvalho; REPETTE, Wellington Longuini. Increasing structuration rate of 3D printable concretes: the effect of viscosity enhancing admixtures. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 13, n. 4, e13412, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-41952020000400012>

MARTINS, K. C. M.; FERREIRA, A. C. C.; TINOCO, M. P.; REALES, O. A. M. Dosagem de concretos para impressão 3D considerando a operacionalização da impressora e o sistema de bombeamento. In: ANAIS DO 64º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - CBC2023 – 64CBC, 2023, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2023.

TAVARES, Gabriela Fernandes; RESENDE, Brenda Rosa Lavandeira de; ALMEIDA, Kelly Camilo de; COSTA, Kaleby Rodrigues da; MELO FILHO, Gilberto Antônio de; LIMA, Daniel Flávio Pires de. Desenvolvimento de materiais compósitos para impressão 3D com adição de microssílica: avanços em sustentabilidade e resistência estrutural. **Revista DELOS**, Curitiba, v. 18, n. 71, p. 1–21, 2025.