



**SNCT
2025**

**Semana Nacional De Ciência
e Tecnologia**

Planeta Água: a cultura oceânica para enfrentar
as mudanças climáticas no meu território



CompartilhArte
Semana de Arte
e Cultura



**INSTITUTO
FEDERAL**
Santa Catarina
Campus
Florianópolis

Uso da cal em argamassas para impressão 3D: resultados preliminares

Caroline Fiordalise Zuchi¹ | caroline.fz@aluno.ifsc.edu.br
Eduarda Alessandra dos Santos Scalco² | eduarda.scalco@aluno.ifsc.edu.br
Alexandre Lima de Oliveira³ | alexandre@ifsc.edu.br
Andrea Murillo Betioli⁴ | andrea.betioli@ifsc.edu.br

RESUMO

Este trabalho investigou a viabilidade de utilização da cal hidratada em argamassas para impressão 3D, com foco na redução da resistência mecânica sem comprometer a extrudabilidade e a estabilidade das camadas. Foram produzidos quatro traços variando as proporções de areia, cal e água, avaliados no estado fresco (ensaio de espalhamento e extrusão) e no estado endurecido (resistência à compressão e à tração). Os resultados indicaram que, embora alguns traços apresentassem dificuldades de extrusão, a formulação com maior teor de areia e cal (traço 3) obteve o melhor desempenho, conciliando boa trabalhabilidade e resistência próxima de 14 MPa. Ressalta-se que, no contexto da impressão 3D em argamassas, não se faz necessário alcançar resistências mecânicas excessivamente elevadas, mas sim um equilíbrio entre extrudabilidade, estabilidade e desempenho estrutural. Nesse sentido, o uso da cal mostra-se uma alternativa promissora para reduzir o consumo de cimento e tornar o processo mais sustentável.

Palavras-chave: argamassa; cal hidratada; redução consumo cimento; sustentabilidade; impressão 3D.



1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil tem investido em soluções tecnológicas que permitam maior racionalização e eficiência nos métodos construtivos. Nesse contexto, a impressão 3D desponta como uma possibilidade promissora, capaz de reduzir significativamente o tempo de execução das obras, a necessidade de mão de obra e a geração de resíduos. Wangler et al. (2019) destacam que a impressão 3D demanda alta dosagem de cimento Portland para garantir a fluidez, mas isso reduz a eficiência no uso de materiais. Para viabilizar a técnica de forma sustentável, é necessário desenvolver ligantes alternativos, explorando composições mais ecológicas com substituição parcial do cimento convencional.

A redução da resistência da argamassa para impressão 3D se justifica porque, assim como na alvenaria estrutural, não é necessário um material com alta resistência para garantir o desempenho do conjunto. Argamassas na faixa de 6 a 10 MPa já são suficientes para edificações de vários pavimentos, evitando o uso excessivo de cimento e tornando o processo mais sustentável. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar argamassas para impressão 3D produzidas com diferentes teores de areia e cal hidratada, a fim de obter as características necessárias para garantir a impressibilidade da mistura (fluidez, extrudabilidade) e desempenho mecânico, com o intuito de reduzir o consumo de cimento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração dos traços, foi utilizado cimento Portland composto com pozolana, CP II Z, a areia natural fina, passante na peneira 600 μm , e cal hidratada. A preparação da argamassa iniciou-se com a mistura dos componentes secos em argamassadeira planetária, operando em baixa rotação por 2 minutos. Em seguida, a água foi incorporada ainda em baixa velocidade e, posteriormente, a mistura foi mantida em rotação elevada por mais 2 minutos.

Para análise das argamassas no estado fresco, foram realizados ensaios de espalhamento na mesa de consistência (NBR 13276, 2016), respeitando-se a abertura de 28 ± 2 cm, e extrusão manual em aplicador de argamassa (Betoli et al., 2025). No estado endurecido, analisou-se a resistência à compressão e à tração das argamassas, conforme norma NBR 13279 (2005).

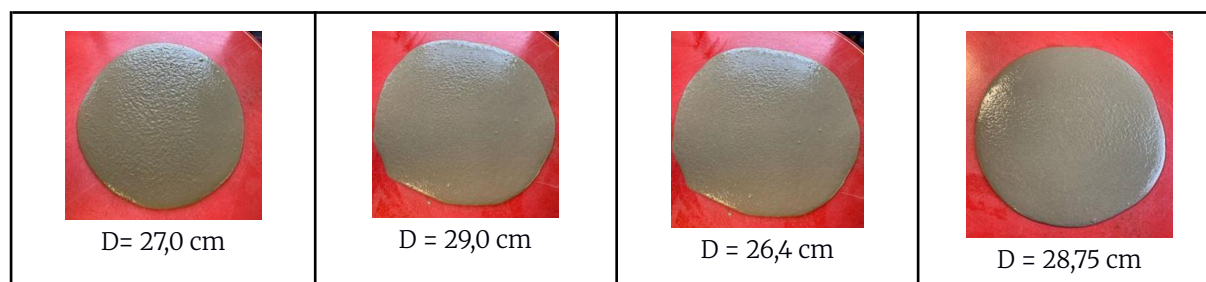
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram produzidos 4 diferentes traços (em massa), variando as proporções de areia, cal e água. O traço 1 - 1: 0,13: 4,55: 0,72 (cimento: cal: areia: água) com consumo de



cimento de 337,7 kg/m³; traço 2 - 1: 0,20: 3,45: 0,90, cimento 380,1 kg/m³; traço 3 - 1: 0,34: 5,15: 1,29, cimento 266,3 kg/m³; o traço 4 - 1: 0,28: 4,08: 1,00, cimento 335,1 kg/m³. Na Figura 1 observa-se que as argamassas apresentaram abertura dentro do intervalo estipulado (28 ± 2 cm) sem segregação ou exsudação.

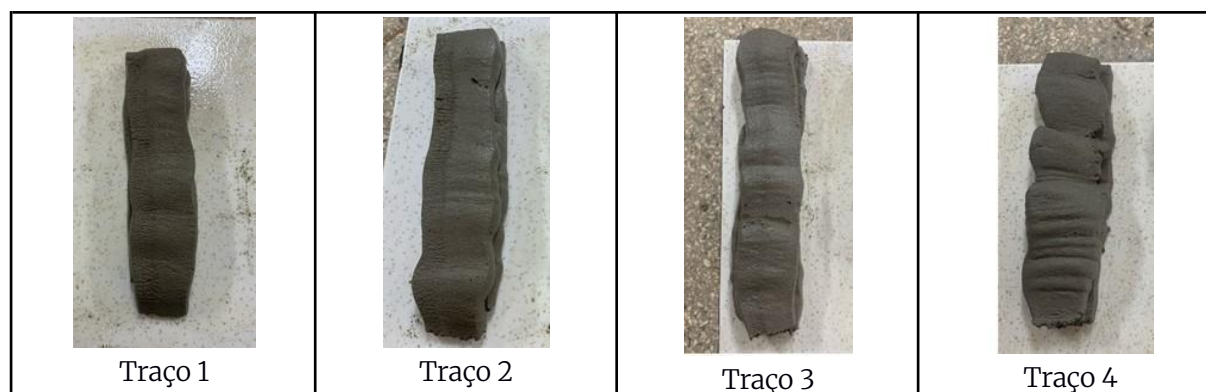
Figura 1 – Ensaio de espalhamento em mesa de consistência



Fonte: Autores.

A Figura 2 mostra o ensaio de extrusão manual. Os traços 1 e 2 mostraram dificuldade na extrusão, exigindo grande esforço inicial e resultando em uma argamassa mais seca e quebradiça, pouco adequada à impressão 3D. O traço 4 teve boa saída no início, mas acabou entupindo a bisona, interrompendo o fluxo. Já o traço 3 apresentou o melhor desempenho, com baixa tensão de escoamento e boa coesão durante a aplicação.

Figura 2 – Extrusão manual das argamassas

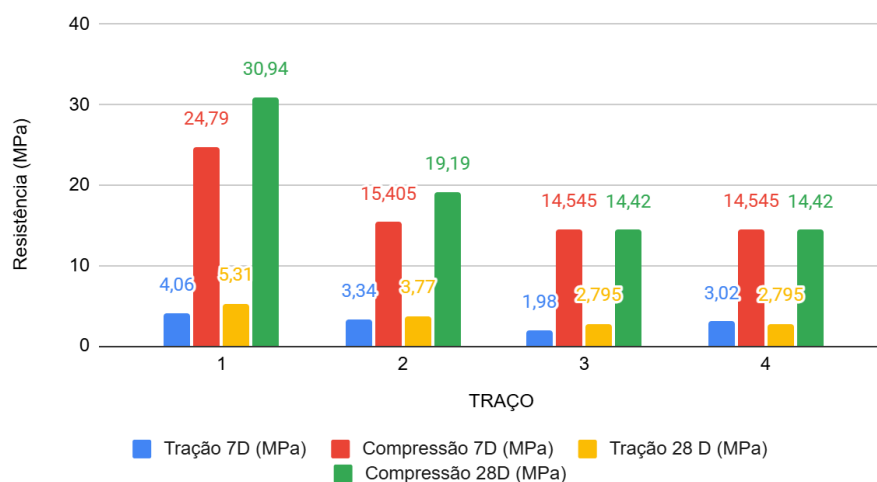


Fonte: Autores.

Conforme Figura 3, observa-se os resultados obtidos do ensaio de resistência à compressão e à tração para os diferentes traços testados. O traço 3, por analogia, seria um traço para o assentamento de bloco de 8 a 10 MPa, com a possibilidade de 10 pavimentos.



Figura 3 – Valores de resistência à tração e à compressão aos 7 e 28 dias de idade



Fonte: Autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a incorporação de cal em argamassas para impressão 3D pode reduzir o consumo de cimento, mantendo desempenho mecânico satisfatório e assegurando extrudabilidade adequada. O traço 3 (1: 0,34: 5,15: 1,29, cimento:cal:areia:água) destacou-se como a formulação mais adequada, evidenciando o potencial do uso da cal como caminho inovador e sustentável na construção civil digital. Como etapa seguinte, será realizada a aplicação deste traço em testes diretamente na impressora 3D, de modo a validar sua performance em condições reais de extrusão e deposição.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. São Paulo, 2016.

_____. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação de resistência à tração e à compressão. São Paulo, 2005.

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. <https://doi.org/10.46421/sbta.v15.6833>

WANGLER, T. et al. Digital concrete: a review, **Cement Concrete Research**, v.123, set. 2019, <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2019.105780>