cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

# Influência da umidade relativa no desempenho mecânico de sistemas de alvenaria de solo-cimento com juntas delgadas

Fernanda Assunção Valim, Pedro Humberto Tavares de Melo Silva,
Rodrigo Barreto Caldas e White José Santos

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

## Introdução

• Sustentabilidade: A busca pela descarbonização estimula o uso de alvenaria de tijolos de solo-cimento (TSC), solução ecológica que dispensa a queima e valoriza solos locais com baixa energia incorporada.

• Uso Estrutural: Embora a ABNT NBR 8491 normatize o TSC prioritariamente como vedação, os blocos são amplamente empregados com função portante estrutural na prática construtiva.

• Sensibilidade à Água: A matriz com terra é higroscópica. A presença de montmorilonita (fase expansiva identificada por DRX) induz variações volumétricas, microfissuração e severa perda mecânica sob umidade.

• Juntas Finas: O emprego de juntas finas (argamassa colante AC-III, composto polimérico e cola acrílica) busca elevar a produtividade e a aderência na interface bloco-junta.

## Objetivos

Avaliar experimentalmente o comportamento mecânico e modos de falha da alvenaria estrutural de solo-cimento sob diferentes níveis de umidade e saturação, utilizando três juntas finas.

• Microestrutura: Identificar a composição química (FRX), mineralogia (DRX) e isotermas de sorção/dessorção (ASTM C1498) de tijolos (TSC1 e TSC2) e das juntas.

• Prismas: Determinar resistências à compressão e ao cisalhamento (0%, 50%, 70% e 100% UR) com mapeamento 3D por Correlação Digital de Imagens (DIC).

• Paredes Estruturais: Avaliar capacidade portante e rigidez secante em paredes reais (1,20 × 2,60 m) e pequenas paredes, confrontando os dados com a ABNT NBR 16868.

## Metodologia

• Materiais e Juntas: Dois tijolos: TSC1 (Óxido de cálcio, indicador da proporção de cimento, CaO = 10,9%, matriz densa com montmorilonita) e TSC2 (CaO = 6,1%, arenoso). Três juntas: Argamassa Colante AC-III (3 mm), Composto Polimérico (3 mm) e Cola Acrílica (0,1 mm).

• Condicionamento Higrotérmico: Climatização a 23 °C em câmara (30% a 90% UR), secagem em estufa a 105 °C (0% UR) e saturação por imersão/aspersão (100% UR) conforme ASTM C1498.

• Prismas: Prismas de 4 fiadas ensaiados à compressão axial (prensa EMIC 200 tf) e ao cisalhamento direto triplo (EN 1052-3) a 0%, 50% e 100% UR com monitoramento por DIC 3D (VIC-3D).

• Paredes em Escala Real: Paredes representativas (1,20 × 2,60 m, 38 fiadas, esbeltez λ = 20,82, TSC1 + AC-III) e pequenas paredes testadas em pórtico de 300 tf nas condições seca (70% UR) e saturada.

## Resultados e Discussão

• Queda Crítica na Saturação: A saturação causou perda de resistência de 57%–59% nos prismas, 48,9% nas pequenas paredes (1,78 → 0,91 MPa) e 55,1% nas paredes reais (3,06 → 1,37 MPa), confirmando a saturação como o estado limite mais crítico.

• Degradação da Rigidez: O módulo secante das paredes caiu 22,3% (3.337 MPa a 70% UR para 2.592 Mpa a 100% UR). O confinamento geométrico e a escala atenuaram a perda de rigidez frente aos blocos isolados.

• Hierarquia das Juntas: A AC-III exibiu a maior eficiência (fpc/ftc = 0,71–0,77) e ductilidade. O composto polimérico e a cola acrílica demonstraram elevada fragilidade ao cisalhamento sob umidade.

• Ausência de Flambagem: Apesar da elevada esbeltez (λ = 20,82), as paredes não sofreram flambagem global, rompendo por esmagamento/tração, comprovando excelente coesão interfacial da AC-III.

• Inadequação Normativa: A NBR 16868 superestimou a resistência em 37,7% a 70% UR e 62,4% no estado saturado. O modelo de Yang & Wang (2019) obteve o melhor ajuste aos dados

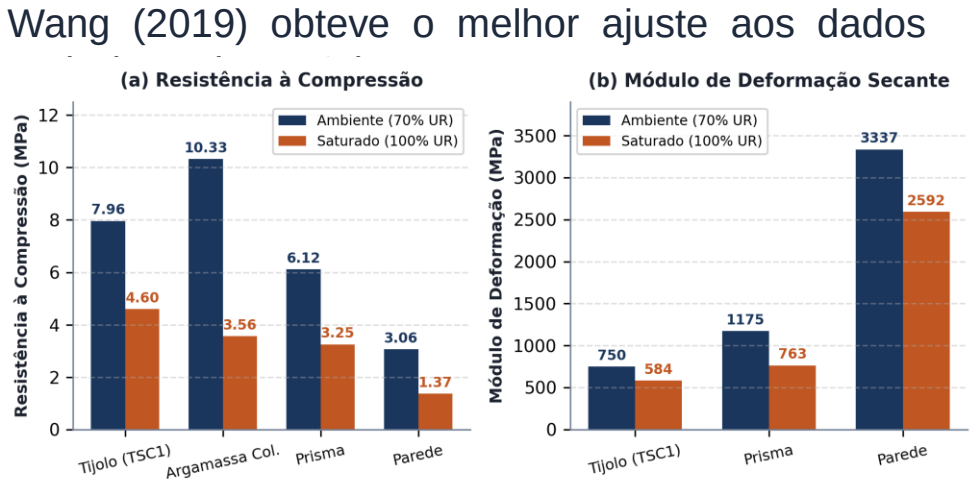



*Figura 1: Variação da resistência à compressão e módulo secante de componentes, prismas e paredes de TSC1 + AC-III nas condições 70% UR vs. 100% UR (Valim, 2025).*

## Conclusões

• Umidade como Fator Dominante: A água é o fator mais crítico no solo-cimento, reduzindo a capacidade resistente em mais de 50% sob saturação; critérios de umidade devem integrar normas estruturais.

• Superioridade da AC-III: A argamassa colante AC-III garantiu a melhor redistribuição de tensões e coesão, inibindo a ocorrência de flambagem global em paredes esbeltas (λ = 20,82).

• Revisão de Normas Brasileiras: A NBR 16868 é insegura para alvenarias de TSC saturadas (superestimativa de até 62,4%). Recomenda-se incorporar coeficientes de minoração por umidade (fator M).

## Referências e Agradecimentos

1. ABNT. NBR 8491: Tijolo de solo-cimento — Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

2. VALIM, F. A. Influência da umidade no comportamento estrutural de alvenaria de solo-cimento com juntas finas. Tese (Doutorado) — UFMG, 2025.

3. WIEHLE, P.; BRINKMANN, S. Mechanical behavior of earth masonry under varying relative humidity. Constr. Build. Mater., 2022.