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

Análise da interação higroscópica e mineralógica em componentes de alvenaria de solo-cimento

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

Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

Introdução

A alvenaria de solo-cimento destaca-se pelo baixo impacto ambiental, contudo sua sensibilidade à água impõe desafios estruturais. Este trabalho investigou a interação mineralógica e higroscópica de tijolos de solo-cimento (TSC) e juntas finas via DRX, MEV/EDS e curvas de sorção/dessorção (0% a 100% de UR). A presença de argilominerais expansivos regula a retenção hídrica, reduzindo a coesão interna e a resistência mecânica sob saturação.

Sustentabilidade: A construção civil consome ~36% da energia global; o solo-cimento apresenta reduzido carbono incorporado e dispensa queima.

Sensibilidade Hídrica: O contato intergranular é fortemente degradado pelo teor de água em equilíbrio, reduzindo rigidez e capacidade portante.

Mineralogia: Esmectitas (montmorilonita) causam expansão volumétrica e enfraquecimento das ligações com o aumento da umidade relativa (UR).

Juntas: Juntas de argamassa colante, polimérica e cola acrílica proporcionam produtividade e confinamento, requerendo avaliação sob UR variável.

Objetivos

• Geral: Analisar a influência da UR e teor de umidade no comportamento estrutural de componentes e alvenaria de solo-cimento com juntas finas.

• Específicos: Caracterizar microestrutura (FRX/DRX/MEV); obter isotermas de sorção/dessorção (0-100% UR); avaliar resistências à compressão e tração de tijolos e juntas; e determinar resistência e modos de falha em prismas.

Metodologia

• Materiais: Tijolos TSC1 (solo argiloso, matriz densa, maior cimento) e TSC2 (arenoso, poroso); juntas de argamassa colante AC III (3±2 mm), composto polimérico (3±2 mm) e cola acrílica (~0,1 mm).

• Caracterização: FRX e Perda ao Fogo (NBR 17086-6); DRX (radiação CuKα); MEV e EDS no CEMAEES/UFMG.

• Curvas de Sorção/Dessorção: Câmara Feutron (23°C) em 0%, 30%, 50%, 60%, 70%, 90% e 100% de UR (ASTM C1498-04a).

• Ensaios Mecânicos: Compressão axial de tijolos (NBR 8492) e argamassa colante (NBR 13279); tração na flexão em 3 pontos (ASTM C67); compressão e cisalhamento de prismas instrumentados com DTs e sistema DIC-3D.

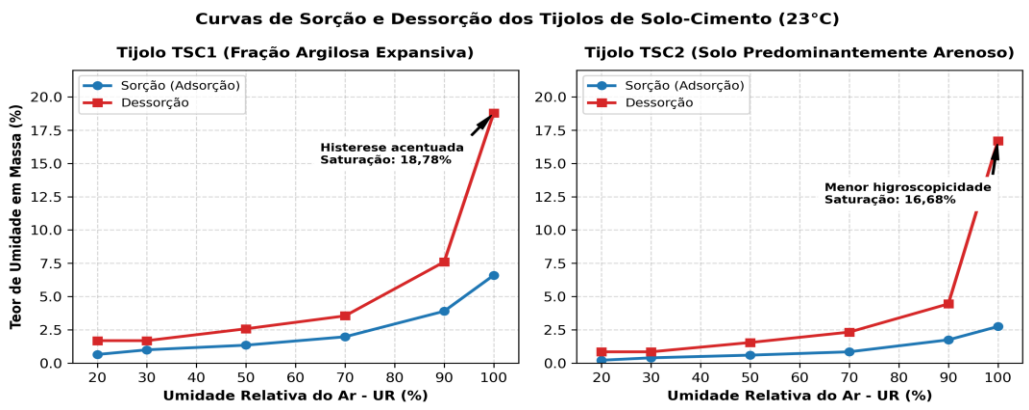
Resultados e Discussão

• Mineralogia: DRX comprovou montmorilonita em ambos os tijolos (mais abundante em TSC1) com Portlandita residual. O TSC2 apresentou solo arenoso com ilita e maior porosidade observada ao MEV.

• Histerese Higroscópica: Marcada histerese por condensação capilar nos mesoporos; na saturação o teor de umidade de equilíbrio em massa atingiu 18,78% (TSC1), 16,68% (TSC2) e 22,24% (argamassa colante).

• Degradação com a UR: Queda linear de resistência f/f50% e módulo de deformação E/E50% entre 30% e 90% UR ($\Delta f = 1 - 0{,}29 \cdot (UR-50)/100$). Na saturação houve redução crítica de 45-46% na resistência dos tijolos e 57-59% nos prismas.

• Eficiência das Juntas (f_{prisma}/f_{tijolo}): Argamassa colante AC III atingiu máxima eficiência nos prismas (0,74 para TSC1 e 0,47 para TSC2 a 50% UR; 0,71 e 0,45 saturados), acomodando deformações transversais e retardando fissuração.



Conclusões

• A UR e a saturação são fatores críticos, reduzindo em mais de 45% a resistência e rigidez estruturais.

• A montmorilonita comanda a sensibilidade hídrica, requerendo controle na seleção do solo.

• A argamassa colante AC III propiciou maior aderência e eficiência estrutural entre as juntas finas.

• Modelos empíricos normativos superestimam a alvenaria úmida, demandando calibração higrométrica.

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.

Agradecimentos: UFMG, PROPEES, CEMAEES, CAPES, CNPq e FAPEMIG.