AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE TIJOLO ECOLÓGICO AUTO ADENSÁVEL COM RESÍDUOS DE PÓ DE TONER E FIBRAS ÓPTICAS

Vinícius de Santi Phelippe Nunes[1]

[1]Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente - SP, Brasil
(viniciusdesanti@gmail.com)

Resumo: A geração de resíduos como pó de toner, não biodegradável e potencialmente poluente, motiva seu reaproveitamento. Este estudo avaliou um tijolo solo-cimento auto adensável com 5% de toner e fibras ópticas. Produzido sem aditivos, apresentou coloração escura, baixa resistência e fragilidade, atribuídas ao excesso de água. A translucidez foi ineficaz e houve problemas com as fibras. A proposta mostrou-se tecnicamente inviável nas condições analisadas.

Palavras-chave: Fibra óptica; Pó de toner; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem buscado soluções mais sustentáveis diante da escassez de recursos naturais, do aumento dos custos de produção e das crescentes exigências ambientais. Isso vem incentivando o desenvolvimento de materiais alternativos e o reaproveitamento de resíduos (C. Sekhar; Nayak, 2018). Nesse contexto, sistemas construtivos à base de solo destacam-se por seu baixo impacto ambiental, menor consumo energético e redução nas emissões de carbono quando comparados a materiais convencionais (Vilela et al., 2020). Entre esses, os tijolos de solo-cimento, também conhecidos popularmente como tijolos ecológicos, apresentam vantagens por não demandarem processo de queima, contribuindo para maior eficiência energética e sustentabilidade (Nunes; Simões, 2025).

Paralelamente, o aumento da geração de resíduos industriais e eletrônicos tem se tornado um desafio ambiental extremamente relevante, especialmente no caso do pó de toner, que não é biodegradável e possui composição potencialmente nociva à saúde humana e ao meio ambiente (Parthasarathy, 2021). Sua composições tem elementos como negro de fumo e cromo, consideramos potencialmente cancerígenos para humanos (Nunes; Simões, 2025). Sua destinação inadequada pode resultar na contaminação do solo, do ar e da água, o que reforça a necessidade de alternativas para seu reaproveitamento. Além disso, resíduos de fibra óptica, provenientes do setor de telecomunicações, também apresentam dificuldades de descarte, sendo pouco explorados em aplicações construtivas (Liu et al., 2023).

Diante desse cenário, a incorporação de resíduos em materiais de construção tem sido amplamente investigada nos últimos anos como estratégia alinhada aos princípios da economia circular e da sustentabilidade (Algoso; Silva, 2024). Em especial, o desenvolvimento de compósitos com propriedades auto adensáveis surge como uma alternativa promissora, pois permite melhor acomodação do material sem necessidade de vibração mecânica, otimizando o processo construtivo.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar um tijolo solo-cimento auto adensável e translúcido com incorporação de resíduos de pó de toner e fibras ópticas, visando analisar sua viabilidade técnica e seu potencial como alternativa sustentável para a construção civil.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados consistiram em solo argiloso, previamente coletado e preparado por meio de destorroamento e peneiramento em laboratório, cimento Portland CP-II como agente estabilizante, resíduos de pó de toner provenientes de cartuchos de impressão a laser descartados e resíduos de fibra óptica oriundos de sobras de instalações de telecomunicações. A água empregada foi potável, sendo utilizada para promover a trabalhabilidade da mistura. Não foram utilizados aditivos químicos.

Para a produção do Corpo de Prova experimental, foi confeccionada uma forma prismática em madeira com dimensões de 20 cm × 10 cm × 10 cm (comprimento x largura x altura). Nas faces longitudinais (20 cm), foram realizados furos circulares de 8 mm de diâmetro, distribuídos

simetricamente, permitindo a inserção de resíduos de fibra óptica. As fibras, com comprimento de 12 cm, foram posicionadas atravessando a forma, resultando em aproximadamente 1 cm excedente em cada extremidade. A disposição foi organizada em 4 fileiras e 11 colunas, com espaçamento uniforme entre os elementos.

A mistura do tijolo ecológico foi preparada na proporção de 1:7 (cimento:solo). Parte do cimento foi substituída em 5% por resíduos de pó de toner, incorporados à mistura seca de forma homogênea. A adição de água foi realizada gradualmente até a obtenção de consistência fluida, com o objetivo de proporcionar comportamento auto adensável ao material.

Após a homogeneização, a mistura foi vertida na forma contendo as fibras ópticas, com leva aplicação de vibração mecânica por meio de um martelo de borracha. O conjunto foi mantido em condições ambientais até o início da pega e, posteriormente, submetido ao processo de cura por 28 dias. Ao final desse período, o elemento foi desmoldado para avaliação qualitativa de suas características físicas, integridade estrutural e desempenho quanto à translucidez.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta o tijolo confeccionado, momentos antes da desforma após 28 dias de cura.



Figura 1. Bloco sem desforma.

Após a desforma, observou-se que o material apresentou coloração predominantemente escura, atribuída à incorporação do pó de toner, o que já indicava uma alteração nas características visuais do compósito em relação aos tijolos convencionais de solo-cimento (Nunes; Simões, 2025). O elemento moldado também apresentou formação maciça, sem presença de vazios aparentes na superfície externa, evidenciando que a consistência fluida adotada foi suficiente para permitir o preenchimento da forma sem necessidade de adensamento mecânico, conforme ilustrado na Figura 2.



Figura 2. Bloco com desforma.

Entretanto, ao realizar o processo de desmoldagem, verificou-se que o tijolo apresentou baixa resistência mecânica, com comportamento frágil e tendência à desagregação. Essa condição é atribuída principalmente ao elevado teor de água utilizado para alcançar o caráter auto adensável, o que comprometeu a coesão interna e a adequada ligação entre as partículas de solo e cimento (Seghiri et al., 2024). A ausência de aditivos plastificantes ou superplastificantes também pode ter contribuído para a necessidade de maior adição de água, impactando negativamente o desempenho mecânico do material (Mahi et al., 2026).

Outro aspecto relevante observado foi a dificuldade associada à presença das fibras ópticas. Durante a retirada do elemento da forma e tentativas de manuseio, verificou-se que as fibras atuaram como pontos de fragilidade, favorecendo o surgimento de fissuras e até a ruptura do corpo de prova (Yelne et al., 2024). Além disso, o corte ou acabamento das extremidades das fibras mostrou-se um processo problemático, podendo induzir tensões localizadas e comprometer ainda mais a integridade do material.

No que se refere à proposta de obtenção de um material translúcido, os resultados foram pouco satisfatórios. Apesar da correta inserção das fibras ópticas ao longo do elemento, a passagem de luz foi mínima e praticamente imperceptível em condições usuais, indicando que a configuração adotada (quantidade, espaçamento e diâmetro das fibras) não foi suficiente para promover o efeito desejado. Esse comportamento pode estar associado tanto à baixa eficiência das fibras utilizadas quanto à elevada opacidade da matriz, intensificada pela coloração escura do toner (Chiadighikaobi et al., 2023).

A Figura 3 apresenta o aspecto geral do elemento após o período de cura e desmoldagem, evidenciando sua coloração, fragilidade mecânica e a disposição das fibras ópticas incorporadas ao longo do corpo de prova.



Figura 3. Bloco com patologia.

De modo geral, os resultados indicam que, embora a proposta tenha sido executada conforme planejado, houve limitações relacionadas à dosagem da mistura, à ausência de aditivos e à interação entre os materiais incorporados. Tais fatores comprometeram tanto o desempenho mecânico quanto a funcionalidade pretendida, evidenciando a necessidade de ajustes metodológicos para viabilizar a aplicação da técnica em estudos futuros.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos indicam que a incorporação de resíduos de pó de toner e fibras ópticas em tijolo solo-cimento auto adensável, nas condições estudadas, não apresentou desempenho satisfatório. Apesar da formação de um elemento maciço, o material apresentou baixa resistência mecânica e elevada fragilidade, principalmente em função do excesso de água utilizado para garantir a autoadensabilidade e da ausência de aditivos que pudessem melhorar a coesão da mistura. Além disso, a inserção das fibras ópticas contribuiu para a formação de pontos de descontinuidade, comprometendo a integridade do elemento, e não proporcionou efeito translúcido significativo. Dessa forma, a proposta mostrou-se tecnicamente inviável na configuração adotada, não sendo realizados novos ensaios. Recomenda-se, para estudos futuros, a otimização da dosagem, o uso de aditivos e a revisão da disposição e tipo de fibras, visando melhorar o desempenho mecânico e funcional do material.

REFERÊNCIAS

ALGOSO, Sidney Garcia; SILVA, Leandro de Oliveira. Tijolo Ecológico E Os Benefícios Para O Meio Ambiente. 27 nov. 2024.

C. SEKHAR, Darshan; NAYAK, Sitaram. Utilization of granulated blast furnace slag and cement in the manufacture of compressed stabilized earth blocks. **Construction and Building Materials**, v. 166, p. 531–536, mar. 2018.

CHIADIGHIKAOBI, Paschal Chimeremeze *et al.* A Review of the Structural Properties of Translucent Concrete as Sustainable Material. **The Open Construction & Building Technology Journal**, v. 17, n. 1, p. e18748368268119, 9 out. 2023.

LIU, Yingjie *et al.* SNR Model of Optical Fiber Acoustic Sensing System Based on F-P Structure. **Photonics**, v. 10, n. 6, p. 676, 11 jun. 2023.

MAHI, Mohammed Amar *et al.* Self-compacting earth-based concretes with complete replacement of natural aggregates by excavated soils and recycled concrete aggregates, stabilised with low-carbon binders: A performance-based case study from the Grand Paris Express. **Case Studies in Construction Materials**, v. 24, p. e06047, jul. 2026.

NUNES, Vinícius de Santi Phelippe; SIMÕES, Rebeca Delatore. Estudo E Caracterização Física De Tijolos Solo-Cimento Utilizando Resíduos De Pó De Toner. **Estudo E Caracterização Física De Tijolos Solo-Cimento Utilizando Resíduos De Pó De Toner**, v. 17, p. 1–13, 2025.

PARTHASARATHY, Meera. Challenges and Emerging Trends in Toner Waste Recycling: A Review. **Recycling**, v. 6, n. 3, p. 57, 29 ago. 2021.

SEGHIRI, Mehdi *et al.* Impact of waste Brick and Limestone Fillers on Self-Compacting Concrete Properties. **Brazilian Journal of Technology**, v. 7, n. 4, p. e76009, 18 dez. 2024.

VILELA, Alan Pereira *et al.* Technological properties of soil-cement bricks produced with iron ore mining waste. **Construction and Building Materials**, v. 262, p. 120883, nov. 2020.

YELNE, Hemangi *et al.* Feasibility & analysis of translucent concrete. **Materials Today: Proceedings**, v. 103, p. 587–593, 2024.