

## **RESISTÊNCIA MECÂNICA DE TIJOLOS MACIÇOS DO TIPO SOLO-CIMENTO COMPOSTOS PARCIALMENTE POR REJEITO MINERAL**

**João Victor da Cunha Oliveira<sup>1</sup>**  
**Frankslale Fabian Diniz de Andrade Meira<sup>2</sup>**  
**Túlio César Soares dos Santos André<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Desenvolvimento de Tecnologias para a Indústria de Petróleo e Gás, Instituto Federal da Paraíba, Campina Grande – Paraíba, Brasil, joavictorwo@gmail.com

<sup>2</sup> Desenvolvimento de Tecnologias para a Indústria de Petróleo e Gás, Instituto Federal da Paraíba, Campina Grande – Paraíba, Brasil, frankslale.meira@ifpb.edu.br

<sup>3</sup> Geociências e Meio Ambiente, Instituto Federal da Paraíba, Campina Grande – Paraíba, Brasil, tulio.andre@ifpb.edu.br

### **Introdução**

A tentativa de implantar medidas mitigadoras dos impactos ambientais emerge na atualidade como fator preponderante no desenvolvimento de pesquisas de caráter científico e tecnológico, e aprimorar materiais classificados como não-convencionais dentro dessa esfera ecológica, introduzindo em suas composições subprodutos industriais, ratifica o que se é proposto no âmbito da sustentabilidade.

O tijolo de solo-cimento demonstra potencialidade quando utilizado como objeto de estudo, pois segundo Siqueira e Holanda (2015), a etapa de queima com o alto consumo de energia é eliminada, correspondendo a um material “endurecido formado por pressão e cura de uma mistura íntima homogênea de solo, cimento Portland e água em proporções apropriadas” (SIQUEIRA & HOLANDA, 2015).

Essas proporções apropriadas auxiliam na interação físico-química que provoca a estabilização do solo por meio da adição de cimento Portland, propiciando de acordo com Ferreira e Freire (2005) a realização de um tratamento com álcalis fortes para favorecer as reações do quartzo com estabilizadores alcalinos, preenchendo os vazios da mistura e expulsando a água do solo.

O resíduo mineral da scheelita aplicado à composição do tijolo de solo-cimento ratifica a fala de Castro et al. (2016), que recomendam o uso de rejeitos e subprodutos industriais em materiais cerâmicos ou quando os mesmos trazem flexibilidade para o uso de materiais cimentícios, além das vantagens ambientais que estão automaticamente aderidas a esta prática.

Para Albuquerque et al. (2008), o uso do solo-cimento no país possui mais destaque para obras de pavimentação. Assim, este trabalho objetiva diagnosticar o desempenho da resistência à compressão axial de tijolos maciços de solo-cimento compostos parcialmente por resíduo mineral da extração da scheelita, com viés de aplicação em pavimentos intertravados (pavers).

### **Material e Métodos**

O estudo foi realizado no Laboratório de Materiais de Construção, Sistemas Construtivos e Patologia das Construções do Instituto Federal da Paraíba – Campus Campina Grande (-7° 14' 24.845”; -35° 54' 54.651”, 498 m).

As matérias-primas envolvidas no estudo (cimento, solo e resíduo) foram obtidos nas proximidades da cidade de Campina Grande-PB. O cimento foi comprado no comércio local e advém da fabricante Elizabeth, de classe CP II Z-32 (Cimento Portland Composto com Adição de Pozolana e Resistência aos 28 dias de 32 MPa), o solo é proveniente de recorte de bota-fora, ou seja, solo para descarte, de condomínio fechado (Atmosfera Residence) situado às margens da BR-104 na cidade de Campina Grande-PB, e o resíduo é proveniente da Mina Brejuí, que se situa no município de Currais Novos-RN.

Os traços determinados para realização dessa pesquisa primaram pela fixação do teor de 10% de cimento, para 90% de agregado miúdo de classificação areno-argiloso passante na peneira nº 4# (4,76 mm), com a água de amassamento variando de 5 a 10% em peso total do tijolo, dimensionado para deter

2.000 g (2,00 Kg), totais. A aplicação do rejeito mineral firmou-se de forma simultânea, que conforme a quantidade de resíduo era adicionada, a de solo era reduzida, em frações de 9% (Tabela 1).

Tabela 1. Formulações em percentuais

Formulações	Composições em Percentuais		
	Cimento	Solo	Rejeito
B	10 %	90 %	0 %
B1	10 %	81 %	9 %
B2	10 %	72 %	18 %
B3	10 %	63 %	27 %
B4	10 %	54 %	36 %
B5	10 %	45 %	45 %

O processo de fabricação dos modelos iniciou com a homogeneização dos materiais a seco com o auxílio de sacos plásticos, que, por conseguinte foi direcionado para a homogeneização a úmido manualmente, com a massa de 1 tijolo por vez, pois o laboratório do Campus não é dotado de homogeneizador para auxiliar nesse procedimento. Depois de prensados, os tijolos permaneceram em temperatura ambiente nas primeiras 24 horas, para que então fossem submetidos ao processo de secagem acelerada em estufa com temperatura constante de 200°C também por um período de 24 horas.

Depois de secos, os tijolos foram reservados até atingirem o período total de 28 dias, para que então fossem submetidos ao ensaio de resistência à compressão axial. A NBR 10836/2013 determina que, para a realização deste ensaio, que as suas superfícies sejam planas e paralelas, que a velocidade da carga de ruptura seja uniforme e à razão de 500 N/s (50 kgf/s), e que o mesmo permaneça centrado na máquina quando realizado o ensaio. Utilizou-se a prensa hidráulica SHIMADZU Modelo ServoPulser com capacidade para 10 Toneladas, equipamento pertencente ao Laboratório de Engenharia de Pavimentos da Universidade Federal de Campina Grande, para rompimentos dos protótipos. Para quantificar os resultados obtidos, utilizou-se a Equação 1.

$$f_t = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Onde,  $f_t$  = Resistência à compressão (MPa);  $F$  = Carga de ruptura do corpo-de-prova (N);  $S$  = Área de aplicação da carga ( $\text{mm}^2$ ).

Para cada traço estudado, foram fabricados 3 corpos-de-prova com o objetivo de observar as possíveis diferenciações de resultados.

## Resultados e Discussão

O resíduo mineral da extração da scheelita quando aplicado ao tijolo de solo-cimento traz benefícios e malefícios, e a dosagem dessa terceira matéria-prima que vai deliberar as melhorias almejadas. Devido ao grande percentual de finos, o rejeito provoca um aumento da plasticidade, fator percebido durante o processo de homogeneização a úmido, pois o percentual passante nas peneiras ABNT n° 4 (# 4,76 mm), n° 8 (# 2,38 mm), e n° 10 (# 2,00 mm), foi 100%.

A NBR 10834/2013 determina que a amostra ensaiada (cada traço analisado) apresente média dos valores de resistência à compressão igual ou maior que 2,0 MPa, e nenhum dos valores individuais deve ser inferior a 1,7 MPa, com idade mínima de 7 dias. Os corpos-de-prova foram ensaiados com idade de 28 dias de hidratação (Figura 1).

Foi observado que a interação do rejeito com a composição em solo-cimento apresenta-se de maneiras diferentes quando o percentual aumenta na mistura, demonstrando que dentre os 6 traços desenvolvidos, o B3 determina maior resistência à compressão quando comparado com os demais. Entretanto, os outros também possuem a viabilidade de uso, uma vez que os resultados também atenderam aos limites mínimos recomendados pela NBR 10834/2013.

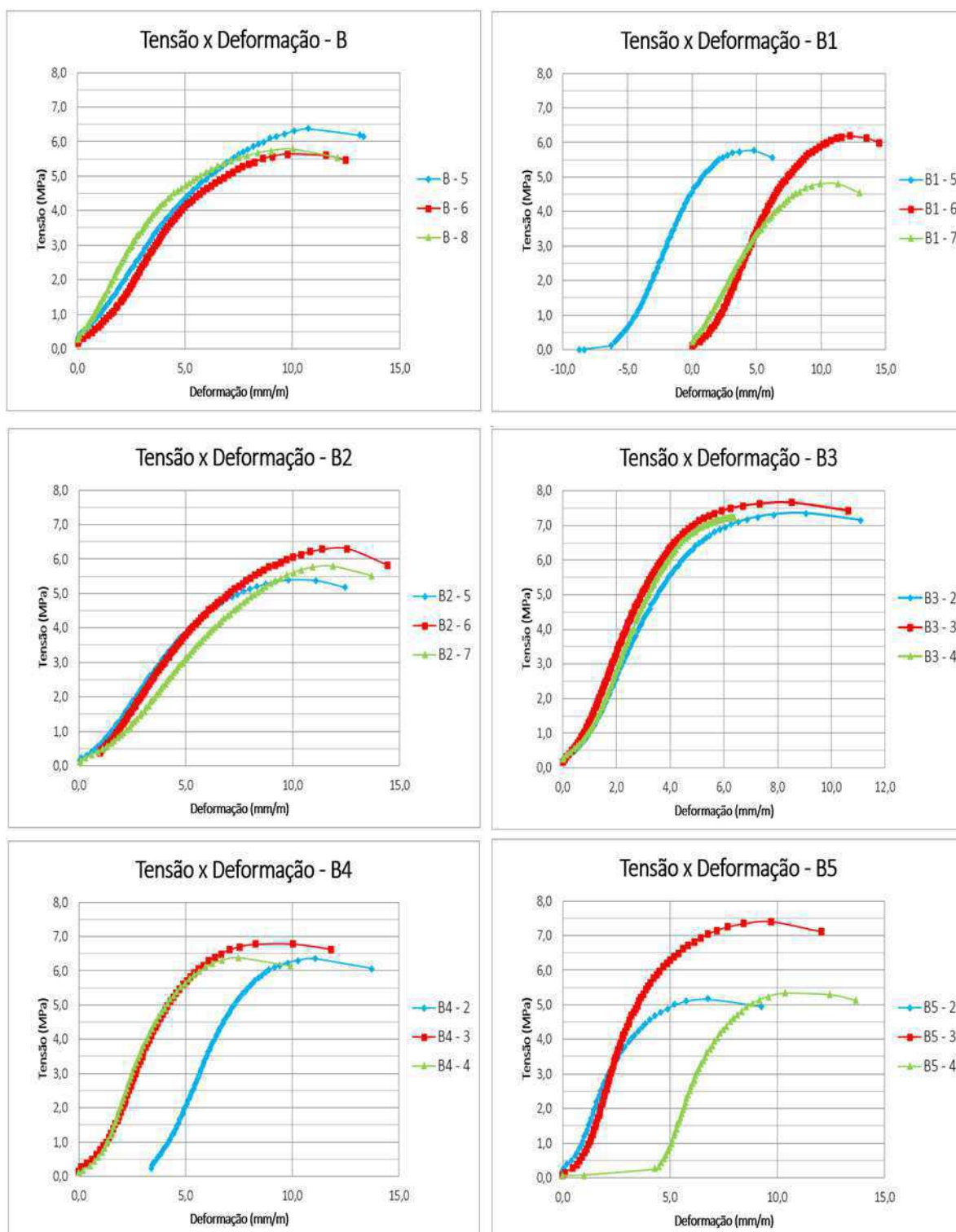


Figura 1. Relação tensão x deformação.

## Conclusão

Nesta pesquisa, o traço B3, que possui 27% de resíduo incorporado, foi o que melhor demonstrou desempenho para o ensaio de compressão, com resistência máxima de 7,674 MPa, quase 5 vezes maior do que a norma prescreve para valores individuais, e com média de 7,453 MPa, quase 4 vezes maior do que a norma resguarda para a média dos 3 modelos rompidos. A aplicação em pavimentos intertravados pode ser viável quando o tráfego for leve, devido a média de 7,453 MPa corresponder a 74,53 kgf/cm<sup>2</sup>. Em relação aos outros traços estudados, o que trouxe menor desempenho quanto à resistência foi o traço B1, com média de 5,576 MPa, mas que também atende ao requisito de classificação da NBR 10834/2013. Outras variáveis como resistência à abração e absorção de água poderão trazer pontos de

vista diferenciados para designar a melhor composição de solo-cimento-resíduo a ser utilizado como matéria-prima na fabricação de tijolos maciços de solo-cimento para pavimentos intertravados.

### **Agradecimentos**

Ao CNPQ pela bolsa concedida na modalidade PIBITI. Ao IFPB pela estrutura laboratorial fornecida para desenvolvimento desta pesquisa. Os Autores também agradecem à Yokiny Chanti Cordeiro Pessoa pela disponibilização da prensa hidráulica utilizada na conformação dos tijolos, e ao Laboratório de Engenharia de Pavimentos (LEP/DEC/CTRN/UFCG), em especial à professora Lêda Christiane de Figueirêdo Lopes Lucena, por realizar os ensaios de resistência à compressão axial.

### **Referências**

- ALBUQUERQUE, L. Q. C. DE, BISCARO, G. A., NEGRO, S. R. L., OLIVEIRA, A. C. DE, C., L. ALVES DE; LEAL, S. T. Resistência a compressão de tijolos de solo-cimento fabricados com o montículo do cupim *Cornitermes cumulans* (Kollar, 1832). *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.2, p.553-560. 2008.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10834 – Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10836 – Bloco de solo-cimento sem função estrutural – Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.
- CASTRO, M. A. M., COSTA, F. G. DA, BORBA, S. C., FAGURY NETO, E.; RABELO, A. A. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de blocos de solo-cimento formulados com coprodutos siderúrgicos. *Matéria*, v.21, n.3, p.666-676. 2016.
- FERREIRA, R. DE C.; FREIRE, W. J. Desempenho físico-mecânico de mini painéis de terra crua tratada com aditivos químicos. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.3, p.585-597. 2005.
- SIQUEIRA, F. B.; HOLANDA, J. N. F. Effect of incorporation of grits waste on the densification behavior of soil-cement bricks. *Cerâmica*, v.61, n.360, p.414-419. 2015.