

## **Análise da viabilidade técnica do solo de Campo Mourão Paraná na produção de tijolo ecológico**

Lucas Silva Oliveira, Engenharia Civil, Centro Universitário Integrado, Brasil

Jean Maurício Pereira Ferreira, Engenharia Civil, Centro Universitário Integrado, Brasil

Ana Flavia Canales, Engenharia Civil, Centro Universitário Integrado, Brasil,  
Email: [anaflavia.cnls@hotmail.com](mailto:anaflavia.cnls@hotmail.com)

Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade técnica do solo de Campo Mourão, Paraná, para a produção de tijolos ecológicos. Foram produzidos tijolos com três traços diferentes afim de avaliar as propriedades físicas e mecânicas dos tijolos com base nas normas ABNT NBR 8491:2012 e ABNT NBR 10833:2012. As análises laboratoriais comprovaram que a composição do solo da região possui predominantemente argilosa e baixa proporção de areia, influenciando negativamente a resistência à compressão dos tijolos produzidos. Os resultados obtidos no ensaio de resistência a compressão comprovaram a afirmação citada acima apresentando valores inferiores aos mínimos exigidos pelas normas, indicando que além disso os traços utilizados não atendem às exigências técnicas para produção de tijolos ecológicos. Entretanto, o trabalho trouxe contribuição para o entender as limitações do solo local e sugere a necessidade de ajustes na composição granulométrica por meio da mistura de agregados arenosos e estabilizantes. Propõe-se também a produção de novos traços e a realização de ensaios complementares, visando aprimorar o desempenho mecânico dos tijolos. Embora o solo de Campo Mourão não apresente viabilidade técnica imediata, ele possui potencial para aplicações sustentáveis por meio de adequações, reforçando a importância de pesquisas na busca por alternativas construtivas ambientalmente responsáveis.

**Palavras-chave:** solo-cimento; tijolo ecológico; resistência à compressão; sustentabilidade; materiais de construção.

This study aimed to analyze the soil technique in Campo Mourão, Paraná, for the production of ecological bricks. Bricks with three different characteristics were produced in order to evaluate their physical and mechanical properties based on ABNT NBR 8491:2012 and ABNT NBR 10833:2012 standards. Laboratory analyses confirmed that the soil composition in the region is predominantly clayey with a low proportion of sand, influencing the strength and combination of the bricks produced. The results obtained in the resistance test confirmed the aforementioned statement, showing values lower than the minimum required by the standards, indicating that the mixes used do not meet the technical requirements for the production of ecological bricks. However, the work contributed to the understanding of the limitations of the local soil and suggests the need for adjustments in the granulometric composition through the mixing of sandy aggregates and stabilizers. It also proposes the production of new mixes and the performance of complementary tests to improve the mechanical performance of the bricks. Although the soil in Campo Mourão does not have immediate applications, it has potential for sustainable technical applications through adaptations, reinforcing the importance of research in the search for environmentally responsible construction alternatives.

**Keywords:** soil-cement; ecological brick; compressive strength; sustainability; building materials.

## **INTRODUÇÃO**

O setor da construção civil vem passando por significativas transformações impulsionadas pela necessidade de adotar práticas mais sustentáveis e

eficientes, com a incorporação de inovações no uso de materiais que buscam simultaneamente reduzir impactos ambientais e aprimorar o desempenho das edificações (OLIVEIRA E SOUZA, 2024).

A temática da sustentabilidade tem ganhado cada vez mais relevância, sendo amplamente debatida tanto em âmbito acadêmico quanto técnico (PIGA E MANSANO, 2015). Isso se justifica pelo fato de que a construção civil representa uma das atividades mais intensivas no uso de energia e recursos naturais, chegando a ser de 20% a 50% dos insumos naturais usados pela sociedade. Especialmente os não renováveis, englobando processos como a extração, produção e transporte de materiais (SILVA, 2014).

Nos últimos anos, observa-se uma crescente preocupação global em torno da busca por alternativas sustentáveis na construção civil, impulsionada pela necessidade de minimizar os impactos ambientais do setor. A fabricação de materiais tradicionais, como telhas, tijolos e cerâmicas, demanda elevado consumo de recursos naturais e energia. Nesse contexto, pesquisas realizadas no Brasil e em outros países, têm se concentrado no desenvolvimento de materiais sustentáveis que empregam recursos renováveis ou recicláveis, visando reduzir os danos ambientais associados à produção convencional (OLIVEIRA E SOUZA, 2024).

Usando dados do IBGE, a ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica) divulgou que o Brasil (em 2008) tem por ano uma produção de mais de 4,5 bilhões de blocos de tijolos cerâmicos. Essa quantidade alta em massa acaba sendo prejudicial ao meio ambiente, pois, a produção do mesmo envolve a queima que acaba liberando Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para atmosfera. Outro problema fundamental na produção desse tijolo é o aumento considerável de procura de sua matéria-prima, a argila. A extração em excesso desse material vem acarretando em grandes impactos ao meio ambiente como a diminuição da vida útil das jazidas, alteração da paisagem e a destruição de natureza da região da jazida (ALMEIDA, SOARES E MATOS, 2020).

Com o objetivo de diminuir esses impactos, dentre as soluções ecológicas da construção civil, consta o tijolo de solo-cimento ou tijolo ecológico, um material que, como o próprio nome indica, é fabricado através da mistura de solo, cimento e água. A partir desses três fundamentais materiais vem a fabricação, composta com uma mistura homogênea, compactada e sólida e que não passa pelo processo de cozimento de acordo com a ABNT NBR 10833:2013.

O tijolo de solo-cimento é considerado um material sustentável por atender a diversos critérios, como o uso racional dos recursos naturais, a eficiência energética, a redução ou eliminação de resíduos gerados, a baixa toxicidade, a acessibilidade e a conservação da água (SANTOS *et al.*, 2023)

Entretanto, em comparação aos tijolos cerâmicos convencionais, o tijolo de solo-cimento ainda possui baixa aplicação nos canteiros de obras brasileiros, mesmo oferecendo significativa redução dos impactos ambientais, além de

possibilitar edificações duráveis, com bom desempenho térmico e facilidade de execução (SILVA *et al*, 2018).

Com relação aos componentes do tijolo de solo-cimento, o solo é o material que compõe a maior proporção da mistura, devendo ser escolhido e coletado de forma a se consumir a menor quantidade possível de cimento. Dentro de sua composição o pedregulho e areia possuem a função de mobilizar o atrito interno entre os grãos e, proporcionar maior resistência aos esforços mecânicos. O silte diminui o atrito interno devido ao reparo das partículas ao sofrer compactação. Já a argila apresenta grande superfície específica e alto grau de plasticidade dando uma ótima compactação para a mistura (OLIVEIRA, 2011).

Santos *et al.* (2023) estudou o impacto do tipo de solo utilizado na mistura de solo-cimento nas propriedades do tijolo. Analisou solos arenosos e argilosos, e concluiu que solo argiloso apresentou resistências mais baixas em relação ao solo arenoso. Também, concluiu que a rigidez do tijolo é influenciada diretamente pelo teor de cimento.

Os autores observaram ainda que o teor de cimento apresenta influência na resistência à compressão dos tijolos. Um maior teor de cimento na mistura resultou em maiores valores de resistência. Quanto à influência do teor de cimento na durabilidade dos tijolos o estudo observou que para um menor teor de cimento resultou em maiores perdas de massa.

O tijolo de solo-cimento apresenta uma série de vantagens técnicas e ambientais como por exemplo, tempo de execução, trabalhabilidade, economia de materiais, praticidade, eficiência energética, e também contendo um grau menor no impacto ao meio ambiente contendo a reutilização de outros resíduos na sua produção. Entre os benefícios mais relevantes está a redução das emissões de gases de efeito estufa durante a fabricação, uma vez que o processo dispensa a queima e permite o reaproveitamento de resíduos vegetais e outros rejeitos, o que o torna uma opção viável, durável e de baixo custo (DIAS E THAUMATURGO, 2005).

A ABNT NBR 10833:2013 estabelece os requisitos mínimos de fabricação, dimensões, propriedades físicas e mecânicas e os procedimentos de ensaio para tijolos e blocos prensados de solo-cimento destinados à construção de alvenarias. Segundo a norma, uma boa composição de solo para aplicação na fabricação dos tijolos solo-cimento é de no mínimo 50% areia, 25 a 45% silte + argila, o cimento a ser utilizado é o Portland, e por fim, a água deve ser isenta de impurezas nocivas a hidratação do cimento.

A norma garante qualidade, durabilidade e desempenho dos tijolos ecológicos de solo-cimento, além de servir como base técnica para pesquisas, ensaios laboratoriais e certificações.

Diante do exposto, objetivo do trabalho foi analisar a viabilidade técnica do tijolo ecológico solo-cimento produzido utilizando o solo do município de Campo Mourão no estado de Paraná. Para tanto, foram enviadas amostras do solo para

realização de análises laboratoriais por empresa especializada para caracterizar e classificar o solo selecionada, posteriormente determinada a adequação do traço para confecção dos corpos de prova seguindo os critérios normativos, e por fim a realização dos ensaios de resistência mecânica à compressão utilizando tijolos solo-cimento fabricados no contexto desta investigação, também seguindo os procedimentos normativos vigentes.

## MÉTODO

Para o desenvolvimento do trabalho, foi realizada pesquisa bibliográfica em artigos, teses e revistas sobre o uso de solo na mistura de tijolos ecológicos, com a finalidade de identificar parâmetros importantes a serem observados na execução. Normativas também foram importantes para o desenvolvimento do trabalho, principalmente nas etapas de produção e ensaio da resistência mecânica a compressão do tijolo ecológico.

O desenvolvimento prático do trabalho se iniciou com uma coleta de amostra de solo de 500 gramas seguindo a norma ABNT NBR 6457:2016 a coleta foi feita na região do bairro Porto Feliz (Figura 1) no município de Campo Mourão no estado do Paraná. A amostra foi encaminhada ao laboratório especializado para fazer o ensaio de granulometria do solo. A partir do resultado, foi realizada a comparação das características do solo analisado com as características do solo apropriado, segundo a ABNT NBR 10833:2013, para se fabricar o tijolo de solo-cimento.

Figura 1 – Imagem de satélite da região do solo coletado.



Fonte: Google Earth.

Foram fabricados 30 tijolos com três traços diferentes, sendo 10 unidades para cada traço, alterando a quantidade de solo e conseqüentemente a quantidade

dos agregados. Os três traços foram elaborados conforme as características granulométricas do solo coletado. O objetivo foi verificar como a adição e subtração da proporção de solo mais os agregados se comportam na resistência mecânica a compressão final dos tijolos.

A produção dos corpos de prova dos tijolos se deu com base nos procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 10833:2013.

Primeiro os materiais foram separados e levados até a betoneira para fazer a mistura e deixa-la homogênea, logo após a mistura foi levada até a prensa hidráulica onde os tijolos foram moldados (Imagem 1a). Após a moldagem os tijolos foram armazenados em um local com ventilação aberta e umedecidos diariamente por 7 dias com o objetivo de garantir a cura adequada (Imagem 1b).

Imagem 1 – (a) tijolos na prensa e (b) tijolos armazenados



(a)



(b)

Fonte: Dos autores.

Após a conclusão dos 7 primeiros dias de cura, os tijolos foram levados ao laboratório para serem produzidos os corpos de provas seguindo os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 8491:2012 - Tijolo de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Os tijolos foram cortados ao meio perpendicularmente à sua maior dimensão por uma Serra Circular MAKITA-5007N (Imagem 2).

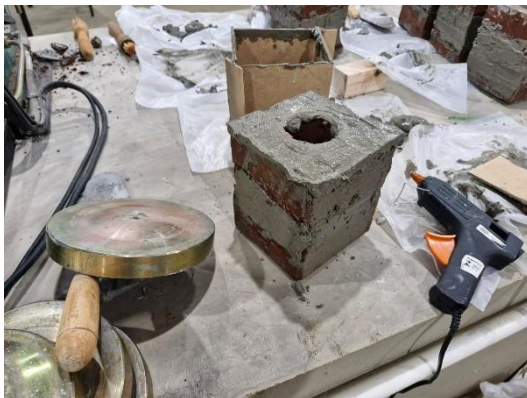
Imagem 2 – Serra Circular utilizada no corte dos tijolos.



Fonte: Dos autores.

Posteriormente foram colocadas às duas metades uma sobre a outra colando-as com uma fina camada de 2mm a 3mm de pasta de cimento Portland e água, conforme a norma ABNT NBR 8491:2012 estabelece. Em seguida, as faces em contato com a máquina de compressão foram capeadas com uma pasta de cimento (Imagem 3a). Um molde confeccionado em papelão foi utilizado como auxílio no capeamento e nivelamento das bases dos corpos de provas (Imagem 3b).

Imagem 3 – (a) corpo de prova capeado e (b) moldes de papelões para o capeamento.



(a)



(b)

Fonte: Dos Autores.

Foi realizado a medição da área da seção transversal quadrada de cada corpo de prova e identificada sua numeração. Em seguida os corpos de prova foram colocados na câmara de imersão por 24 horas (Imagem 4a). No dia seguinte foram retirados da imersão e preparados para o rompimento no ensaio de resistência mecânica a compressão (Imagem 4b).

Imagem 4 – (a) Corpos de prova em imersão e (b) Corpos de prova após 24 horas de imersão.



(a)



(b)

Fonte: Dos autores.

Para a realização do ensaio, os corpos de prova foram colocados na Prensa Digital Eletrohidráulica da marca SOLOTEST (Imagem 5).

Imagem 5 – Corpo de prova na prensa



Fonte: Dos autores.

O ensaio foi realizado para idades de 7 e 14 dias, não foi realizado aos 28 dias pois foi tomado a decisão de priorizar a análise do ganho inicial de resistência 7 e 14 dias, que já permite observar a tendência de desenvolvimento mecânico necessário conforme a norma ABNT NBR 10833:2013. Os dados obtidos para a maior carga de compressão resistente de cada corpo de prova foram anotados para posterior conversão em tensão normal de compressão resistente, e então realizada a análise de viabilidade proposta pelo trabalho.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados obtidos nos ensaios realizados com os tijolos de solo-cimento, visando avaliar seu desempenho mecânico em relação aos parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas. Os dados foram analisados para verificar o desempenho do material em relação aos requisitos das normas técnicas e para discutir como a composição do solo e a quantidade de cimento influenciam as propriedades finais dos blocos.

O resultado da granulometria do solo feito pelo laboratório trouxe em sua composição, 20% areia, 55% argila e 25% silte (Imagem 6).

Imagem 6 - Resultado da granulometria do solo

RELATORIO DE ENSAIO 13139-2025			
<b>Cliente:</b> LUCAS SILVA OLIVEIRA	<b>CPF:</b>	<b>IE:</b> não informado	
<b>Endereço:</b>	<b>Cidade:</b> Campo Mourao , Paraná	<b>CEP:</b>	<b>Telefone:</b>
<b>Proprietário:</b> LUCAS SILVA OLIVEIRA	<b>CPF Produtor:</b>		
<b>Observações:</b> JEAN MAURICIO PEREIRA FERREIRA			
<b>Data de Recebimento:</b> 25/09/2025	<b>Data de realização dos ensaios:</b> 01/10/2025	<b>Conclusão do relatório:</b> 02-10-2025	
<b>IDENTIFICACAO DA AMOSTRA NO LABORATORIO</b>		13139.2025.SOLO.1.1	
<b>PROPRIEDADE</b>		A_1	
<b>IDENTIFICACAO DA AMOSTRA (N Local, Talhão , etc.)</b>		0-40	
<b>PROFUNDIDADE (cm)</b>		0-40	
<b>Parâmetro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Resultados</b>	
Areia (Densímetro)	%	20	
Argila (Densímetro)	%	55	
Especificação do solo	-	AD5 (1.09 mm/cm)	
Silte (Densímetro)	%	24	

Fonte: Dos Autores.

Segundo os estudos realizados foi observado que este solo apresentará uma boa plasticidade e homogeneidade para a mistura devido sua alta porcentagem de argila e silte, mas, por outro lado poderá apresentar uma baixa resistência a compressão por ter apenas 20% de areia em sua composição, pois a ABNT NBR 10833:2013 diz que um dos requisitos para ter um solo adequado para fabricar tijolo ecológico seria 10 % a 50 % de material que passa na peneira com abertura de malha 75 µm, ou seja, o máximo de areia + silte presente na composição do solo deve ser 50%, e o restante seria areia, concluindo, no mínimo 50% de areia para ter um solo com uma resistência mecânica adequada seguindo a norma.

A Tabela 1 apresenta um resumo dos traços utilizados na confecção dos 30 tijolos.

Tabela 1 – Traços utilizados na fabricação

Traço	Solo (kg)	Cimento (kg)	Areia (kg)	Total (kg)
1 (1/8)	26,5	3,5	0,0	30,0
2 (1/6/3)	18,0	3,0	9,0	30,0
3 (1/5)	25,0	5,0	0,0	30,0

Fonte: Dos autores.

No que se refere à Tabela 1, o traço 1 foi elaborado conforme estudos realizados com o intuito de referenciar o traço mais comumente utilizado para a produção de tijolo ecológico dentro da engenharia civil, evitando o máximo possível de cimento na mistura a fim de fugir de um possível alto custo na produção, visto que o cimento é um material que pode impactar no custo final do produto.

Para o presente estudo optou-se por utilizar o cimento Portland CP II-F-32 por apresentar boa trabalhabilidade resultando em uma mistura mais homogênea facilitando a compactação nos moldes da prensa, e por reagir bem em processos de cura ao ar. E também por ser de fácil acesso, favorecendo a produção contínua e reduzindo custos logísticos (Fabrício, 2024).

Dentro do traço 1 foi utilizado em sua mistura a quantidade 1/8, uma medida de cimento (11,66%) para oito medidas de solo (88,34%), definido com base nos estudos de Santos *et al.* (2023).

O traço 2 teve em sua mistura a quantidade de 1/6/3, uma medida de cimento (10%) para seis medidas de solo (60%) para três medidas de areia fina (30%). Foi adicionado ao solo uma medida de areia fina para cada duas medidas de solo, com o objetivo de aumentar resistência mecânica a compressão ao traço. Visto que a granulometria do solo do presente trabalho utilizado na fabricação dos tijolos foi divergente da considerada adequada, contendo apenas 20% areia e o 80% argila + silte, utilizou-se da adição de areia para equilibrar as proporções.

Por fim, o traço 3 teve em sua mistura a quantidade 1/5, uma medida de cimento (16,66%) para cinco medidas de solo (83,34%). Como já mencionado, o solo em estudo tende a não apresentar uma boa resistência mecânica a compressão pela granulometria do solo utilizado na fabricação dos tijolos, sendo assim, uma segunda alternativa estudada foi o aumento da proporção de cimento utilizado no traço, pois, segundo a (AMERICAN CEMENT ASSOCIATION, 2025). O cimento trabalha como uma cola criando uma matriz com os agregados reduzindo os vazios entre eles e trazendo maior resistência a compressão para a mistura.

Após a secagem dos corpos de prova, a máquina Prensa Digital Eletrohidráulica da marca SOLOTEST (Imagem 5) foi ajustada com duas placas de base metálicas em contato com as superfícies dos corpos de prova. Para dar início ao rompimento seguindo a ABNT NBR 8492:2012 os corpos de prova foram levados até a prensa (Imagem 7a), e a carga foi gradativamente elevada até ocorrer a ruptura do corpo de prova (Imagem 7b).

Imagem 7 – (a) Início do rompimento e (b) Corpo de prova rompido.



(a)



(b)

Fonte: Dos autores.

A resistência a compressão simples foi calculada a partir da ABNT NBR 8492:2012 utilizando a Equação 1.

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

Onde :

- $f_t$  = resistência à compressão simples (MPa);
- $F$  = carga de ruptura do corpo de prova (N);
- $A$  = área de aplicação da carga ( $\text{mm}^2$ ).

Observação: A carga de ruptura resultado da prensa é dada em Tf(tonelada força), foi feita a conversão da unidade seguindo o seguinte passo a passo:

- 1 Passo -  $1\text{tf} = 9,81\text{KN}$
- 2 Passo -  $1\text{KN} = 1000\text{N}$

Seguindo esses passos chegou-se no resultado de Carga de ruptura do corpo de prova em N (Newtons).

A Tabela 2 apresenta todos os resultados obtidos a partir do ensaio de resistência a compressão simples, após 7 dias da produção dos tijolos.

Tabela 2 – Resistência a compressão simples aos 7 dias.

Idade (dias)	Traço	Corpos de Prova	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kN)	Resistência (MPa)	
					Individual	Média
7	1	1	19375	8,04	0,42	0,39
		2	20000	8,24	0,41	
		3	20000	6,87	0,34	
		4	19375	7,55	0,38	
7	2	1	19375	11,48	0,59	0,58
		2	20000	12,07	0,60	
		3	20000	11,87	0,59	
		4	20000	11,28	0,56	
7	3	1	19375	8,83	0,46	0,44
		2	20000	8,14	0,41	
		3	19375	8,73	0,45	
		4	20000	9,12	0,46	

Fonte: Autores.

As áreas dos tijolos foram medidas individualmente com um paquímetro, medidas pelas dimensões de altura e comprimento conforme estabelece a norma ABNT NBR 8491:2012. Com o resultado individual de cada corpo de prova foi realizado o cálculo da média de resistência a compressão, foi somado os valores individuais dos quatro corpo de provas e depois dividido por quatro resultando no valor médio. Com este pressuposto, resultou nos dados explicados abaixo.

O traço 1 apresentou uma resistência a compressão média aos 7 dias de 0,39 MPa, o traço 2 a média de 0,58 MPa e o traço 3 média de 0,44 MPa. Sendo assim, o segundo traço atingiu a maior resistência média a compressão entre os três traços ensaiados, sendo cerca de 32,75% maior que o traço 1 e 24,13% maior que o traço 3. Quando comparados os traços 1 e 3, é possível observar que o traço 3 apresenta apenas 11,36% de aumento na resistência dos tijolos ensaiados.

Os três traços apresentaram valores de resistência a compressão, individual e média, menores que o estabelecido pela ABNT NBR 8491:2012. A norma em questão estabelece que a resistência individual mínima aos 7 dias seja de 1,7 MPa e a resistência média de 2,0 MPa. Tais resultados podem ser atribuídos a composição do solo escolhido para estudo, visto que, sua composição apresenta apenas 20% de areia. Pode-se destacar que os traços 1 e 3 mantiveram um valor de resistência consideravelmente parecidos um com o outro, já o traço 2 obteve um valor de resistência a compressão maior que os demais traços, isso se justifica pela adição de areia fina utilizada na composição do traço, destacando a importância da areia na resistência a compressão da mistura, e a necessidade de estudos para o seu ajuste.

Os resultados apresentados vão de acordo com o estudo de Santos *et al.* (2023), onde também obtiveram baixas resistências a compressão quando analisado o solo argiloso, com baixa porcentagem de areia em sua composição.

Para dar sequência a avaliação do desempenho mecânico dos tijolos produzidos, foi realizado o ensaio de resistência à compressão simples aos 14 dias. Esse ensaio permite verificar se o material apresenta a capacidade mínima necessária para uso em alvenaria. A Tabela 3 mostra todos os resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão simples, após 14 dias da produção dos tijolos.

Tabela 3 – Resistência a compressão simples aos 14 dias.

Idade (dias)	Traço	Corpos de Prova	Área (mm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kN)	Resistência (MPa)	
					Individual	Média
14	1	1	20000	11,77	0,58	0,54
		2	20000	10,40	0,52	
		3	20000	10,89	0,54	
		4	20000	9,91	0,50	
14	2	1	18750	12,56	0,67	0,65
		2	19375	13,24	0,68	
		3	20000	12,75	0,64	
		4	20000	12,26	0,61	
14	3	1	20000	16,19	0,80	0,65
		2	20000	10,01	0,50	
		3	19375	13,05	0,67	
		4	20000	12,36	0,62	

Fonte: Dos Autores.

Aos 14 dias de cura, o traço 1 apresentou uma resistência a compressão média de 0,54 MPa, o traço 2 a média de 0,65 MPa e o traço 3 médias de 0,65 MPa. É possível observar que após 7 dias o traço 3 atingiu resistência próxima ao traço 2, ficando com valores médios idênticos, sendo eles os de maior resistência a compressão, cerca de 16,92% maior que o traço 1.

Os resultados apresentados vão de acordo com o estudo de Santos *et al.* (2023), onde também obtiveram baixas resistências a compressão quando analisado o solo argiloso, com baixa porcentagem de areia em sua composição, e um maior teor de cimento na mistura resultou em maiores valores de resistência.

Quando comparados os valores médios de resistência dos tijolos aos 14 dias e aos 7 dias de cura, observa-se que todos os traços apresentaram um aumento de resistência, sendo para o traço 1 cerca de 27,77%, para o traço 2 aproximadamente 11% e o traço 3 um aumento de 33%.

Observa-se que o traço 3 foi o que apresentou maior diferença após os 14 dias, e isso pode ser atribuído ao fato de sua mistura tem maior porcentagem de cimento, quando comparado aos outros. Isso se justifica por conta da cura do cimento, onde quanto mais dias se passam mais aumenta sua cura e sua resistência.

Embora todos os traços terem apresentado ganho de resistência, nenhum deles chegou ao valor mínimo de resistência a compressão exigido pela norma ABNT NBR 8491:2012.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica da produção de tijolo ecológico utilizando o solo de Campo Mourão, Paraná, a partir da análise de suas propriedades físicas e mecânicas. Foi utilizado no trabalho as normas ABNT NBR 8491:2012 e ABNT NBR 10833:2012 para a execução das pesquisas e dos ensaios realizados.

Os resultados obtidos mostraram que o solo da região apresenta composição com baixa proporção de areia, sendo predominantemente argilosa. Essa característica granulométrica trouxe uma influência direta ao desempenho mecânico dos tijolos produzidos, originando valores inferiores aos limites mínimos exigidos de resistência à compressão pela ABNT NBR 8491:2012, que traz a recomendação de resistência característica mínima de 2,0 MPa para tijolos de solo-cimento. Assim, conforme os parâmetros normativos, o traço analisado não demonstrou viabilidade técnica para a produção de tijolos ecológicos. Portanto olhando para outro lado esses tijolos ecológicos podem ser utilizados em lugares onde a resistência não seja um fator principal como: paisagismo e jardinagem, design de interiores e decoração, mobiliário personalizado, churrasqueira e em casinha de cachorro.

Contudo, o trabalho mostrou relevância fornecendo dados consistentes sobre o comportamento do solo local e suas limitações para uso direto na fabricação de

tijolo ecológico. Portanto, sugere-se a elaboração de novos ensaios laboratoriais com diferentes proporções de areia e adição de materiais estabilizantes, como cimento, ou outros resíduos industriais adequados, com o objetivo de otimizar a resistência à compressão e a durabilidade do produto final.

Conclui-se então, que o solo de Campo Mourão, na forma em que se apresenta, não atende plenamente aos requisitos normativos de resistência mecânica para tijolos ecológicos. Porém, com ajustes adequados na composição granulométrica, há potencial para o desenvolvimento de um material sustentável e tecnicamente viável. Diante disso, o trabalho contribui para o avanço de práticas construtivas mais ecológicas, adequando-se aos princípios da sustentabilidade e à busca por alternativas inovadoras na construção civil.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K.S.; SOARES, R.A.L.; MATOS, J.M.E. **Efeito de resíduos de gesso e de granito em produtos da indústria de cerâmica vermelha**: revisão bibliográfica revista *Matéria*, v.25, n.1, 2020.

AMERICAN CEMENT ASSOCIATION. 2025. Disponível em: [https://www.cement.org/cement-concrete/applications-of-cement/?utm\\_source](https://www.cement.org/cement-concrete/applications-of-cement/?utm_source)

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10833:2013: informação e documentação: citações em documentos**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491:2012: informação e documentação: citações em documentos**. Rio de Janeiro, 2012.

DIAS, D. P.; THAUMATURGO, C. **Fracture toughness of geopolymeric concretes reinforced with basalt fibers**. *Cement and Concrete Composites*, v. 27, n. 1, p. 49–54, jan. 2005

FABRICIO, A. “TIPOS de CIMENTO.” *Webartigos.com*, 2024, [www.webartigos.com/artigos/tipos-de-cimento/171709](http://www.webartigos.com/artigos/tipos-de-cimento/171709). Accessed 14 Nov. 2025.

IBGE 2008 para Seção C, Divisão 23, Grupo 234, Classe 2342-7, **Fabricação de Produtos Cerâmicos Não-Refratários para Uso Estrutural na Construção, excluídas as palavras pisos e azulejos da razão social**.

PIGA, T. R.; MANSANO, S. R. V. **Sustentabilidade ambiental e história: uma análise crítica**. *Revista Perspectivas Contemporâneas*, v. 10, n. 2, p. 174-195, mai./ago. 2015.

SILVA, Arthur Santos; GHISI, Enedir. Comparative analysis of the thermal performance of the envelope of a residential building using the simulation methods of RTQ-R and NBR 15575-1. *Ambiente Construído*, v. 14, p. 215-230, 2014.

OLIVEIRA, Clélia Ribeiro de. **Avaliação de solo-cimento reforçado com fibras de coco de babaçu para produção de tijolo modular ecológico**. 2011. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Marabá, Faculdade de Engenharia de Materiais, Marabá, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unifesspa.edu.br/handle/123456789/307>>.

OLIVEIRA, P.; DE SOUZA, G. T. INOVAÇÕES E TENDÊNCIAS DE MATERIAIS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 12, n. 3, p. 1-17, 2024.

SANTOS, C. M. *et al.* Estudo da influência de parâmetros de processo na produção de tijolo de solo-cimento. **Cerâmica Industrial**, v. 28, n. 1, p. 1-11, 2023.

SILVA, L. O. da; SANTOS, G. dos Na.; SAVARIS, W. K. Tijolo solo-cimento: fabricação e utilização em construções que visam o equilíbrio ambiental. **Rev. Conexão Eletrônica-Três Lagoas, MS**, v. 15, n. 1, 2018.

SOUZA, P. C. et al. Study for the incorporation of wood ash in soil-cement brick. **Cerâmica**, v. 68, p. 38-45, 2022.