

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL E PÓ DE BRITA NA FABRICAÇÃO DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO: UMA ABORDAGEM EXPERIMENTAL

USE OF CONSTRUCTION WASTE AND CRUSHED STONE DUST IN THE MANUFACTURE OF SOIL-CEMENT BRICKS: AN EXPERIMENTAL APPROACH

Franklyn Alves de Araujo¹
Karina Estrela Egídio²

RESUMO:

A escassez de recursos naturais impõe um grande desafio para a construção civil, pois é um dos setores que possui um elevado consumo de fontes naturais, tornando evidente a necessidade de buscar soluções sustentáveis que minimizem os impactos ambientais e incentivem o reaproveitamento de materiais. Nesse contexto, a utilização de resíduos provenientes de construção e demolição (RCD) e pó de brita surgem como alternativas viáveis para substituir parcialmente o solo utilizado na produção de tijolos solo-cimento, favorecendo o reaproveitamento de materiais e o descarte adequado dos resíduos. Este trabalho teve como finalidade comparar a resistência à compressão simples e absorção de água entre tijolos solo-cimento convencionais e os tijolos produzidos com adição de resíduo da construção civil (RCD) e pó de brita em diferentes proporções. A pesquisa é de caráter experimental, quantitativa e comparativa, envolvendo a produção dos tijolos em quatro traços diferentes, um convencional e três alternativos variando a porcentagem dos resíduos em relação ao solo. Foram realizados ensaios de resistência à compressão simples e absorção de água com os corpos de prova. Os resultados apontam que todos os tijolos satisfazem os limites normativos, atingindo resistência à compressão simples com valores individuais acima de 1,7 MPa e para média valores iguais ou superiores a 2,0 MPa. Quanto a absorção de água, todos os tijolos absorveram menos de 20 %. O traço com maior proporção de pó de brita foi o que apresentou melhor desempenho de resistência à compressão simples e absorção de água. Dessa forma, conclui-se que materiais alternativos como o pó de brita e RCD são alternativas viáveis para melhoria das características dos tijolos, e ao mesmo tempo é uma solução sustentável, contribuindo para a redução de extração de fontes naturais, como o solo.

Palavras-chave: Construção civil; Materiais alternativos; Sustentabilidade; Tijolo ecológico.

ABSTRACT:

The scarcity of natural resources poses a major challenge for civil construction, as it is one of the sectors with high consumption of natural resources, highlighting the need to seek sustainable solutions that minimize environmental impacts and encourage the reuse of materials. In this context, the use of construction and demolition waste (CDW) and crushed stone dust emerge as viable alternatives to partially replace the soil used in the production of soil-cement bricks, favoring the reuse of materials and the proper disposal of waste. The purpose of this study was to compare the simple compressive strength and water absorption between conventional soil-cement bricks and bricks produced with the addition of construction waste (CDW) and crushed stone powder in different proportions. The research is experimental, quantitative, and comparative in nature, involving the production of bricks in four different mixtures, one conventional and three alternative, varying the percentage of waste in relation to soil. Simple compressive strength and water absorption tests were performed on the test specimens. The results show that all bricks meet regulatory limits, achieving simple compressive strength with individual values above 1.7 MPa and average values equal to or greater than 2.0 MPa. In terms of water absorption, all bricks absorbed less than 20 %. The mixture with the highest proportion of crushed stone powder performed best in terms of simple compressive strength and water absorption. Thus, it can be concluded that alternative materials such as crushed stone powder and CDW are viable alternatives for improving the characteristics of bricks, and at the same time are a sustainable solution, contributing to the reduction of extraction from natural sources such as soil.

Keywords: Civil construction; Alternative materials; Sustainability; Ecological brick.

¹Graduando em Engenharia Civil, Ufersa, Campus Caraúbas, e-mail: Franklyn.araujo@alunos.ufersa.edu.br

²Professora orientadora, Departamento de Engenharias, Ufersa, Campus Caraúbas, e-mail: Karina.egidio@temporarios.ufersa.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento urbano e econômico (Paixão *et al.*, 2023). Porém, segundo Almeida *et al.* (2025), embora a construção civil seja fundamental para o desenvolvimento econômico e social, ela também é uma das maiores responsáveis pela geração de resíduos urbanos com impactos ambientais bem significativos. O reaproveitamento desses resíduos surge como uma estratégia relevante para minimizar esses impactos, convertendo materiais descartados em novos insumos, colaborando para o desenvolvimento sustentável e uma economia circular.

De acordo com Fernandez *et al.* (2023), o Brasil possui uma geração de resíduos bem significativa que varia de 230 a 760 kg por habitante por ano, por outro lado, se destaca como um dos primeiros países a implementar políticas para o manejo adequado de resíduo de construção e demolição (RCD). Em escala global, a produção de RCD consegue atingir aproximadamente 6,5 bilhões de toneladas, dentre as quais, 2,6 e 3 bilhões são classificadas como resíduos inertes.

Conforme Martins (2023), o ramo da engenharia civil está sempre buscando novas ideias e soluções para promover a sustentabilidade nas etapas do processo construtivo, com o objetivo de reduzir o uso de recursos naturais, buscando fazer o reaproveitamento de resíduos na construção para que possa reduzir os impactos ambientais. Dentro desse contexto, a reciclagem e aproveitamento de resíduo advindo de construção e demolição aparecem como alternativas, sendo mais utilizados os materiais inertes. O aproveitamento desse material não só promove uma economia circular, como também ajuda a diminuir a degradação do meio ambiente.

Outra alternativa usual na construção civil para reduzir custos e utilização de matérias primas, é o aproveitamento do pó de brita proveniente de pedreiras ou de cortes de rochas ornamentais. Muitas vezes esse material produzido durante a britagem de rochas e cortes é pouco aproveitado. Porém, estudos como o de Melo *et al.* (2020), que analisaram tijolos de solo-cimento com reaproveitamento de resíduo de corte de granito; Aguiar *et al.* (2024), que investigaram a melhoria das propriedades referentes a absorção de água e resistência à compressão dos tijolos solo-cimento com adição de resíduo cerâmico reciclado; e Quintana *et al.* (2024), cujo trabalho abordou o aproveitamentos de resíduos da construção civil na produção de tijolos solo-cimento, demonstraram que a substituição parcial do solo por resíduos

representa uma alternativa exequível e sustentável, pois atingiram resultados satisfatórios nos critérios de resistência à compressão simples e absorção de água.

O tijolo solo-cimento é produzido a partir da prensagem do solo, água e cimento, que após sua cura torna-se endurecido, sem a necessidade de queima (ABNT, 1992). A performance desse material depende diretamente das características do solo utilizado, além da proporção e da qualidade dos outros componentes constituintes da mistura. No entanto, devido à grande necessidade de redução do consumo de matérias-primas naturais tem estimulado estudos e pesquisas a investigarem a possibilidade de incorporar resíduos sólidos, como o RCD e pó de brita, na composição do tijolo solo-cimento.

Considerando esse aspecto, surge a problemática de averiguar se a substituição parcial do solo por esses resíduos sólidos melhora ou não as propriedades dos tijolos, essencialmente no que se refere à resistência à compressão simples e absorção de água, aspectos importantes para a sua devida aplicação no âmbito da construção civil.

Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo o estudo e a análise comparativa entre o tijolo solo-cimento convencional composto por areia, cimento e água, e os tijolos solo-cimento produzidos com a adição de RCD e pó de brita em diferentes proporções. Foram avaliados alguns dos comportamentos físicos e mecânico dos tijolos formados pelos materiais alternativos frente ao modelo tradicional, sendo analisados parâmetros como a absorção de água e a resistência à compressão simples. Dessa forma, buscou avaliar a viabilidade técnica da utilização desses materiais na fabricação de tijolos solo-cimento, levando em conta também os benefícios ecológicos ligados à redução de extração de matérias-primas, mitigando impactos gerados pelo setor da construção.

1. METODOLOGIA

A pesquisa adotada é caracterizada como experimental, quantitativa e comparativa, utilizando tijolos produzidos em laboratório e elaborados com diferentes composições, contendo, pó de brita e RCD. O procedimento experimental iniciou com a coleta e preparação dos materiais (solo, cimento, pó de brita e RCD), seguida da produção dos tijolos utilizando fôrmas padronizadas, conforme os traços definidos. Posteriormente, iniciou o processo de cura e, em seguida foram realizados os ensaios de absorção d'água e resistência à compressão seguindo as normas técnicas. Os resultados foram averiguados a fim de avaliar o efeito da adição dos resíduos sobre as propriedades do material.

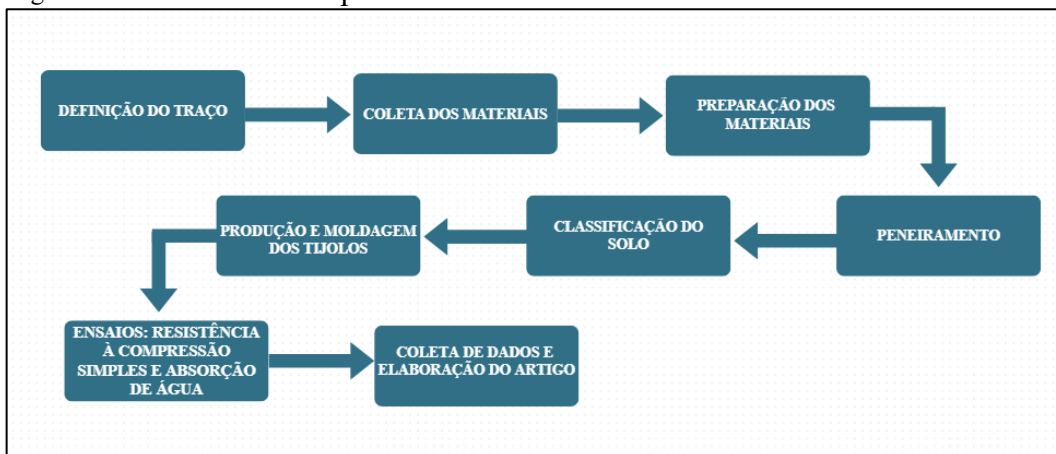
Para o estudo do tema foi feita uma revisão bibliográfica sobre sustentabilidade na construção civil, reciclagem de resíduos, características e propriedades do tijolo solo-cimento

por meio de sites como: Google Acadêmico, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), colhendo artigos e monografias que buscaram utilizar materiais alternativos em sua composição. O objetivo dessa etapa foi fundamentar teoricamente a pesquisa e identificar as lacunas científicas que justificam sua realização.

Os principais trabalhos estudados para a compreensão do texto foram Martins (2023), que propôs elaborar tijolos vazados de solo-cimento com resíduos de construção e demolição; Melo *et al.* (2021), no qual avaliaram o tijolo solo-cimento com adição de resíduo proveniente do corte de granito, adicionando 20 %, 30 % e 40 % do material em relação ao solo; Aguiar *et al.* (2024), que investigou a viabilidade técnica e ambiental da incorporação de resíduo cerâmico em tijolos de solo-cimento avaliando o impacto dessa substituição parcial do solo e cimento por resíduos na resistência, durabilidade e absorção de água dos tijolos, utilizando quatro formulações: Tr (sem resíduo), T1, T2 e T3, com 10 %, 20 % e 30 % de resíduo cerâmico respectivamente e Silva e Lafayette (2016), trabalharam tijolos de solo-cimento com acréscimos de 25 %, 50 % e 75 % de RCD para analisar as características físicas e mecânicas dos tijolos.

Diante disso, foi definido o objeto de estudo e sua importância para a sociedade e ao meio ambiente. A escolha do tema se baseia em fatores sustentáveis e ambientais; quando se fala em proporcionar uma destinação apropriada para resíduos sólidos que frequentemente são descartados de forma irregular; e acadêmicos, pois fomenta a aquisição de novos conhecimentos aplicáveis à engenharia civil, conciliando com o desenvolvimento sustentável. A Figura 1 ilustra o procedimento experimental adotado para realização do estudo.

Figura 1 – Procedimento experimental adotado



Fonte: Autoria própria (2025)

2.1. COLETA DOS MATERIAIS

A primeira etapa consistiu na coleta dos materiais para a confecção do tijolo: solo, RCD e o pó de brita. O solo utilizado na pesquisa foi extraído no Campus UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-árido), em Caraúbas-RN, no mesmo município foi coletado o RCD, proveniente da demolição de um prédio, já o pó de brita foi fornecida pela empresa Mineração Caraúbas Eireli do município de Caraúbas-RN.

A Figura 2 ilustra as etapas de coleta dos materiais: (a) coleta do solo, (b) coleta do RCD, e (c) coleta do pó de brita (pedra). Para evitar matéria orgânica, a extração do solo foi feita a partir de uma profundidade de 50 cm abaixo nível do terreno.

Figura 2 – Coleta dos materiais: (a) coleta do solo; (b) coleta do RCD; (c) coleta do pó de brita



Fonte: Autoria própria (2025)

2.2. CARACTERIZAÇÃO DO CIMENTO

O cimento utilizado na pesquisa foi o CP II -F-32-RS, disponibilizado pelo laboratório da UFERSA de Caraúbas-RN, devido ter ampla disponibilidade no mercado. As principais características do cimento conforme a NBR 1697:2018, são:

- Classe de Resistência: 32 MPa, que é o limite mínimo de resistência à compressão aos 28 dias de idade, conforme a NBR 7215.
- Sufixo RS: Indica que o cimento é resistente a sulfatos, atendendo aos requisitos específicos para essa propriedade, como a expansão máxima permitida de 0,03 % aos 56 dias, conforme a NBR 13583.

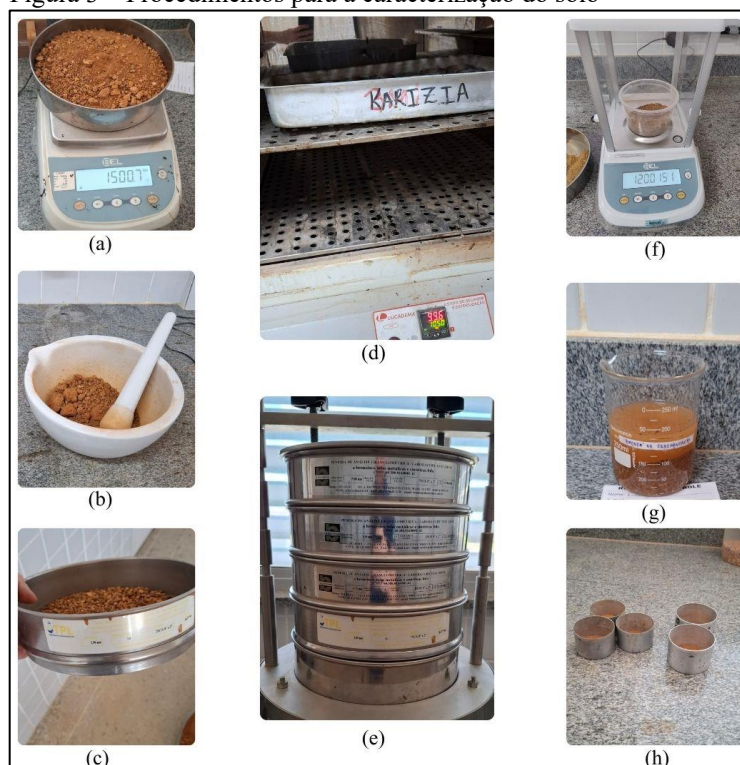
- Composição: O CP II-F é um cimento composto com material carbonático, apresentando uma composição que varia entre 75 % a 89 % de clínquer e sulfatos de cálcio, e entre 11 % a 25 % de material carbonático.

2.3. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

No mesmo local onde foi extraído o solo da Figura 2, coletou-se uma porção de 1,5 kg para utilizar nos ensaios de caracterização do solo seguindo todos os critérios da NBR 7181:2025. Todo o procedimento que pode ser visto na Figura 3 foi dividido de acordo com as seguintes etapas:

- a) Procedeu-se à coleta de 1,5 kg do solo para a caracterização, e anotado o peso total úmido;
- b) Destorroamento: Com a utilização de um almofariz e um pistilo, foi destorroado os 1,5 kg do solo para a caracterização;
- c) Peneiramento da amostra total úmida na peneira #10: A fração retida foi utilizada para a análise da granulometria grossa, enquanto a fração passante utilizada para a análise da granulometria fina;
- d) Granulometria grossa na estufa: O solo retido na peneira #10 foi lavado e transportado à estufa, onde permaneceu a uma temperatura entre 105 °C e 110 °C, por um período de 24 horas;
- e) Após 24 horas, o solo foi peneirado seguindo a seguinte ordem de peneiras: #3/4"; 3/8"; #4 e #10, sendo anotadas as massas retidas em cada peneira;
- f) Granulometria fina: Foram coletados 120 g do solo arenoso e anotado a amostra parcial úmida;
- g) Béquer com defloculante: Os 120 g de solo foram despejados em um béquer com 125 ml de defloculante e feita a análise através da sedimentação;
- h) Umidade higroscópica: Foram empregadas três cápsulas com 30 g de solo em cada para identificar a umidade higroscópica e duas cápsulas com 60 g de solo cada, para descobrir a massa específica/densidade. Após as demais coletas, o solo passante na peneira #10, foi passado na peneira #40 e coletado 120 g para fazer o teste de Limite de Liquidez (LL) e Limite de Plasticidade (LP).

Figura 3 – Procedimentos para a caracterização do solo



Fonte: Autoria própria (2025)

2.4. PREPARO DO RCD

O RCD foi fracionado em tamanhos menores, inicialmente, de forma manual com o auxílio de uma marreta e depois destinados à máquina Abrasão Los Angeles para reduzir efetivamente o tamanho dos agregados e facilitar o processo de execução e modelagem dos tijolos. Posteriormente, os resíduos foram despejados por partes na máquina de ensaio de Abrasão Los Angeles, programando-a para dar 500 giros, afim de obter partes dos finos do RCD, repetindo-se o procedimento até obter a quantidade necessária do material em kg. O aparelho (Abrasão Los Angeles), consiste em um tambor metálico giratório, no qual os materiais (agregados) são submetidos a impactos a abrasão por esferas metálicas.

A cada ciclo de 500 giros, o material é despejado em uma bandeja metálica e, em seguida submetido ao peneiramento em uma peneira básica de madeira, com abertura de malha semelhante à peneira de número 16, utilizada em ensaios de caracterização de solos, cuja a abertura é de 1,18 mm. No peneiramento é utilizado apenas a fração passante, enquanto o material retido retornava ao processo anterior (Abrasão) para uma nova rodada junto com o restante dos resíduos. Todos os procedimentos da quebra do RCD feitos nesta etapa estão ilustrados na Figura 4: (a) consiste na quebra do RCD com a marreta, (b) o processo de abrasão, e (c) o peneiramento com uma peneira convencional (peneira de pedreiro).

Figura 4 – Procedimentos da quebra do RCD: (a) quebra do RCD com a marreta; (b) abrasão; (c) peneiramento



Fonte: Autoria própria (2025)

2.5. DEFINIÇÃO DO TRAÇO

Diante das análises de literaturas técnicas, foi observado que a definição do traço na composição do solo-cimento não é única, podendo apresentar diferentes proporções e ser ajustado conforme o objetivo da pesquisa. Na pesquisa feita por Patriota (2015) com o objetivo de avaliar as propriedades físico-mecânicas do tijolo solo-cimento, produzidos com o solo oriundo do município de Araruna-PB, foram utilizados traços de 1:10, 1:12 e 1:14 (cimento:solo).

Para esta pesquisa foi adotado o traço 1:10 (cimento:solo). A partir do traço padrão 1:10, foram definidos quatro traços, um sendo o traço convencional (TCO) sem resíduo, e três traços alternativos nomeados como TA, TB e TC, substituindo parcialmente a porcentagem do solo pelo RCD e o pó de brita, variando a quantidade dos resíduos em cada traço.

As proporções dos materiais foram ajustadas conforme a Tabela 1. A tabela é composta por 3 colunas, a primeira coluna exemplifica a nomenclatura de cada traço; a segunda ilustra o teor de substituição resíduos (RCD:P) em porcentagem, por exemplo, para o traço TA, observa-se a proporção 32:12, indicando 32 % do RCD e 12 % do pó de brita; na terceira e última coluna expõe o traço final (C:S:RCD:P), referente à relação entre cimento (C), solo (S), resíduo de construção (RCD) e pó de brita (P). Adotando como exemplo o traço TA, sua composição final foi 1:5,6:3,2:1,2, referindo-se as quantidades relativas de cimento, solo, RCD e pó de brita, respectivamente.

Essas proporções de substituição foram adotadas com base em pesquisas anteriores, como exemplo, Martins (2023), que também examinou a adição de resíduos em matrizes de solo-cimento. Dessa forma, foi possível manter a coerência metodológica ao adotar parâmetros

já consolidados na literatura. Essa metodologia permite uma avaliação sistemática do impacto dos diversos níveis de substituição nas propriedades físicas e mecânicas dos tijolos produzidos.

Tabela 1 - Variação dos resíduos nos traços

Nomenclatura	Teor dos resíduos (%) RCD:P	Traço do tijolo (C:S:RCD:P)
Traço Convencional (TCO)	-	1:10
TA	32:12	1:5,6:3,2:1,2
TB	12:32	1:5,6:1,2:3,2
TC	35:35	1:3:3,5:3,5

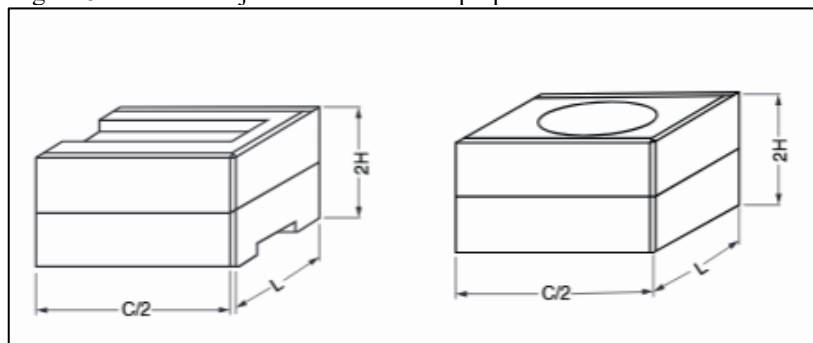
Fonte: Autoria própria (2025)

2.6. MOLDAGEM DOS TIJOLOS E CORPOS DE PROVA

Já com os traços definidos, foram elaborados os tijolos convencionais e os demais tijolos produzidos com diferentes proporções de resíduos. A moldagem foi realizada em fôrmas padronizadas seguindo as recomendações da NBR 8491:2012, seguida do processo de cura de 28 dias em ambiente controlado, ou seja, fora do alcance dos fatores que podem influenciar no processo de cura dos tijolos. Durante os 7 primeiros dias, os tijolos foram umedecidos para poder manter a hidratação adequada do cimento, conforme as recomendações da NBR 10833:2012.

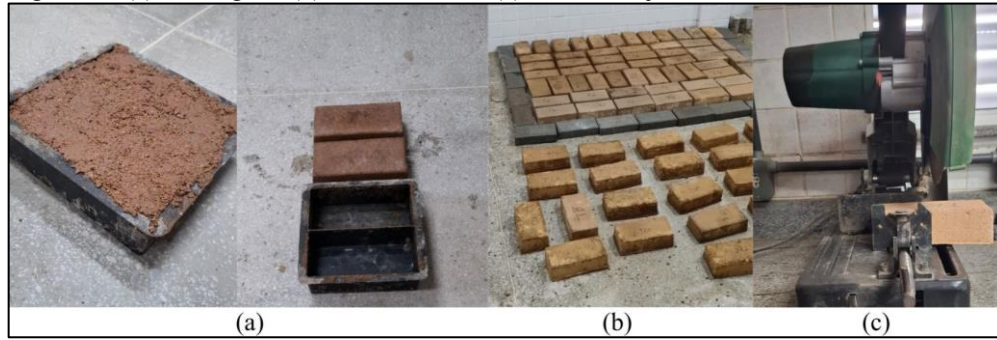
Os corpos de provas foram elaborados de forma que, para cada amostra (traço), foram separados 10 tijolos, 7 para o ensaio à compressão simples, cortando o tijolo ao meio, perpendicularmente à sua maior dimensão para depois juntar as duas partes, uma sobre a outra (superpostas) conforme a Figura 5, e 3 corpos de prova para o teste de absorção de água. O procedimento dos ensaios pode ser encontrado na NBR 8492:2012. Na Figura 6 representa as seguintes etapas: (a) moldagem, (b) umedecimento, e (c) corte dos tijolos.

Figura 5 – Corte do tijolo com metades superpostas



Fonte: ABNT NBR 8492 (2012)

Figura 6 – (a) Moldagem; (b) umedecimento; (c) corte dos tijolos



Fonte: Autoria própria (2025)

2.7. ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E ABSORÇÃO DE ÁGUA

Após o corte dos 7 tijolos de cada traço, ao meio, perpendicularmente à sua maior dimensão, foi feita a montagem dos corpos de prova para utilizar no ensaio de resistência à compressão. A NBR 8492:2012 solicita que o corpo de prova obtido anteriormente através do corte, antes de ser submetido ao ensaio, deve apresentar suas faces planas e paralelas para que haja um bom contato entre as superfícies de trabalho, podendo ser feito um capeamento com pasta de cimento Portland, com espessura de 3 mm no máximo, conforme a Figura 7. As rebarbas da pasta do cimento devem ser retiradas depois.

O procedimento para absorção de água também seguiu o descrito pela NBR 8492:2012. Dos 10 tijolos, 3 foram destinados à estufa durante 24 horas, entre 105 °C a 110 °C, para obter a massa sem umidade (secos). Posteriormente, os tijolos foram imergidos em um tanque com água durante um período de 24 horas, como ilustra a Figura 8. A imersão foi feita após os corpos de prova atingirem a temperatura ambiente. Quando retirados da água, os tijolos foram enxugados com um pano levemente umedecido e pesados (antes de decorridos 3 min), obtendo-se assim a massa dos corpos de prova saturados, e por fim podendo ser obtido a absorção de água década um.

Figura 7 – Capeamento dos corpos de prova com pasta de cimento



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 8 – Imersão dos tijolos



Fonte: Autoria própria (2025)

Após o endurecimento do material utilizado, os corpos de prova foram imersos em água por no mínimo 6 horas. Antes do ensaio foram enxugados superficialmente com um pano levemente umedecido. Todo esse procedimento foi realizado em no máximo 3 min. Os corpos de prova foram levados à prensa (máquina universal de ensaios) para poderem ser submetidos ao ensaio de compressão simples, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Corpo de prova na prensa (máquina universal de ensaios)



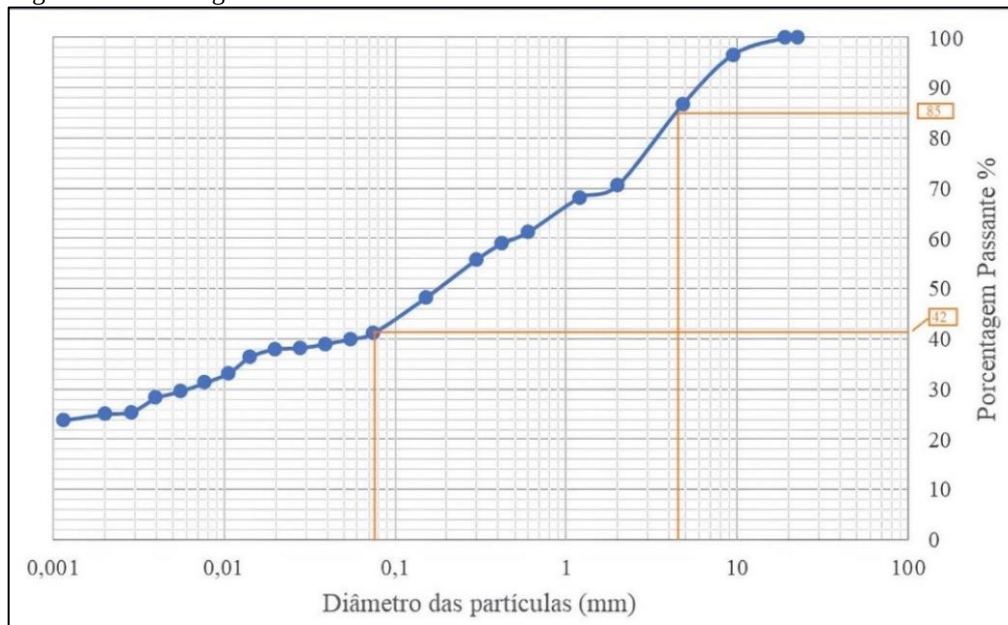
Fonte: Autoria própria (2025)

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Pode ser conferido na Figura 10 o gráfico da curva granulométrica do solo, nela também mostra a porcentagem passante de solo nas peneiras de 4,75 mm e de 0,074 mm, marcada com linhas retas de cor laranja. A Tabela 2 refere-se ao índice de consistência da fração fina, ilustra os valores de Limite de Liquidez, Limite de Plasticidade e Índice de plasticidade.

Figura 10 – Curva granulométrica



Fonte: Autoria própria (2025)

Tabela 2 – Índice de consistência da fração fina

Índice de consistência		
Limite de Liquidez (%)	Limite de Plasticidade (%)	Índice de Plasticidade (%)
37	27	10

Fonte: Autoria própria (2025)

O solo utilizado para compor o tijolo apresentou percentual de 85 % passante na peneira de nº 4,75 e 42 % de material passante na peneira de malha 200 (0,075 mm). Apresentou o Limite de Liquidez de 37 %, Limite de Plasticidade igual a 27 % e Índice de Plasticidade de 10 %. O solo caracteriza-se como SM (Areia siltosa), solo grosso com finos de baixa plasticidade. Dessa forma, não atendeu ao requisito de passar 100 % na peneira de nº 4. A ABNT NBR 8491:2012 estabelece para tijolos de solo-cimento, os solos devem ter: 100 % passando na peneira de 4,75 mm (nº 4); 10 % a 50 % passando na peneira ABNT 0,075 mm (nº 200); Limite de liquidez (LL) menor ou igual a 45 % e Índice de plasticidade (IP) menor ou igual a 18 %.

3.2. ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DOS TIJOLOS

3.2.1. RESULTADOS DAS DIMENSÕES DOS TIJOLOS SOLO-CIMENTO

A NBR 8492:2012, afirma que os tijolos podem apresentar dimensões diferentes das estabelecidas desde que o tijolo permaneça com a altura (H) menor que a sua largura (L) como representa a Tabela 3. A Tabela 4 retrata a média das dimensões dos tijolos correspondentes a cada traço analisado.

Tabela 3 – Tipos e dimensões nominais conforme a NBR 8491:2012

Tipos	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
A	200	100	50
B	240	120	70

Fonte: Adaptado de NBR 8491 (2012)

Tabela 4 – Média da análise das dimensões dos tijolos por traço

Média das dimensões de cada traço			
Traços	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)
TCO	19,71	9,96	6,30
TA	19,70	9,98	5,98
TB	19,74	9,96	5,93
TC	19,93	9,60	5,93

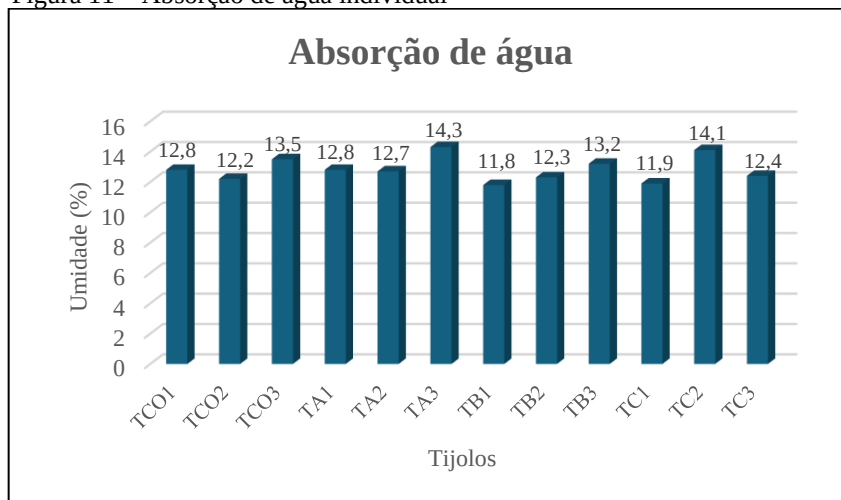
Fonte: Autoria própria (2025)

Nos resultados apresentados na Tabela 4 é possível constatar que todas as dimensões dos tijolos para cada traço estão em conformidade com ABNT NBR 8492:2012.

3.2.2. ABSORÇÃO DE ÁGUA

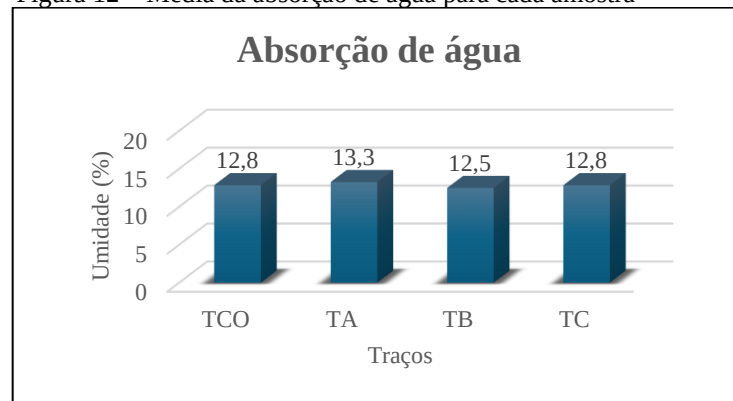
Conforme estabelecido na NBR 8491:2012, a amostra ensaiada não pode apresentar a média dos valores de absorção de água maior do que 20 % nem valores individuais superiores a 22 %, com idade mínima de sete dias. Conforme apresentado nas Figuras 11 e 12, pode-se observar que a absorção de água individual e as médias de absorção das amostras, respectivamente, não apresentaram absorção superior a 20 %. Dessa forma, todas as amostras avaliadas atenderam plenamente aos limites normativos.

Figura 11 – Absorção de água individual



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 12 – Média da absorção de água para cada amostra



Fonte: Autoria própria (2025)

Averiguando a Figura 12 na qual apresenta a média de absorção de água dos traços, é possível observar que o TB composto por 12 % do RCD e 32 % de pó de pedra foi o que menos absorveu água, enquanto o TA composto por 32 % de RCD e 12 % pó de pedra foi o que mais absorveu água. Ou seja, à medida que foi aumentado a quantidade de pó de pedra e diminuído quantidade de RCD, os tijolos tiveram uma absorção de água menor, de acordo com o TB.

O TCO e TC tiveram a mesma média, todavia, o TC possui apenas 30 % do solo, enquanto o TCO dispõe de 100 %. Tal comportamento, além de evidenciar como as proporções dos materiais influenciam na permeabilidade do tijolo, demonstra um possível avanço de melhoria na sustentabilidade ambiental, em que reduz o consumo do solo e conduz ao aumento da utilização dos resíduos que seriam descartados ao ambiente.

3.2.3. RESULTADOS DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Examinando os valores da resistência à compressão simples (RCS) dos tijolos, no período de 28 dias de cura, foi possível verificar que os resultados se encontram em conformidade com a NBR 10836:2013. A média das RCS de cada traço foi superior a 2,00 MPa, e teve valores individuais maiores que 1,70 MPa observados na Tabela 5.

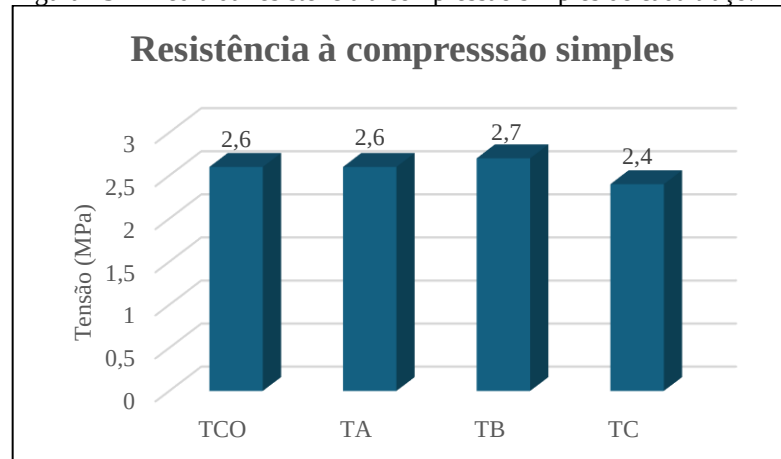
Tabela 5 – Resistência à compressão simples para valores individuais

Traço	TCO1	TCO2	TCO3	TCO4	TCO5	TCO6	TCO7
Resistência (Mpa)	2,02	2,42	2,5	2,6	2,8	2,6	3
Traço	TA1	TA2	TA3	TA4	TA5	TA6	TA7
Resistência (Mpa)	2,58	2,87	3,03	2,34	2,4	2,58	2,4
Traço	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	TB6	TB7
Resistência (Mpa)	3,34	2,41	2,95	2,71	2,5	2,63	2,65
Traço	TC1	TC2	TC3	TC4	TC5	TC6	TC7
Resistência (Mpa)	2,62	2,75	2,2	2,3	2,2	2,1	2,63

Fonte: Autoria própria (2025)

Para melhor visualização, a Figura 13 apresenta valores da média de cada traço encontrados no ensaio de resistência à compressão simples. Não houve variação significativa nos resultados obtidos em média para a resistência à compressão.

Figura 13 – Média da resistência à compressão simples de cada traço.



Fonte: Autoria própria (2025).

O traço B (TB) composto por 12 % do RCD e 32 % de pó de pedra, ambos em relação ao solo, apresentou média superior aos demais, no qual o TA é composto por 32 % de RCD e 12 % pó de pedra, e TC composto de 35 % para ambos, mudando a quantidade de solo, com apenas 30 % do solo, enquanto o TA e TB possuem 56 % do solo. Portanto, pode-se perceber que ao igualar a quantidade de RCD e pó de brita, os tijolos do TC tiveram menor resistência comparado aos demais traços.

Quando foi reduzido a quantidade de RCD e aumentado a quantidade de pó de brita no TB, os tijolos tiveram a maior resistência entre os demais traços. O traço com a média de menor resistência à compressão foi o TC que possui apenas 30 % do solo, enquanto o TCO conta com 100 %, e o TA e TB 56 % do solo.

Silva e Lafayette (2016) que trabalharam tijolos de solo-cimento com acréscimos de 25 %, 50 % e 75 % de RCD obtiveram resultados satisfatórios quanto a resistência à compressão. Os autores observaram que o traço com melhor desempenho foi o acrescido de 25 %, e atribuíram que os traços com percentual superior a 25 % resultam misturas com baixo teor de aglomerante, sem ter coesão suficiente para manter a resistência, ou seja, o solo tem melhor reação com o cimento.

4. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo comparar a resistência à compressão simples e absorção de água entre tijolos solo-cimento convencionais e os tijolos produzidos com a dição de resíduo da construção civil (RCD) e pó de brita em diferentes proporções. Diante das revisões bibliográficas e das etapas experimentais realizadas, foi possível abarcar a grande importância ambiental quando tratado de materiais alternativos na área da construção civil, tendo em vista o crescente volume de resíduos que esse setor produz.

Após análises e interpretações dos resultados obtidos, foi possível verificar que todos os traços elaborados atenderam totalmente aos requisitos normativos. Referente a resistência à compressão simples, ambos os traços demonstraram valores individuais e médias superiores ao mínimo exigido pela NBR 10836:2013. O TC composto por 32 % de RCD e 32 % pó de brita com menor teor de solo, obteve a média de 2,4 MPa, a mais baixa entre os traços, enquanto o TA elaborado com 32 % de RCD e 12 % pó de brita, obteve a mesma média do TCO, 2,6 MPa, ficando abaixo apenas do TB desenvolvido com 32 % do pó de brita e 12 % do RCD, que resultou num valor médio de 2,7 MPa.

Já em relação a absorção de água, todos os traços apresentaram valores dentro das medidas estabelecidas pela NBR 8491:2012, comprovando que a adição de resíduos não comprometeu a propriedade de absorção ou variação de umidade dos tijolos. O TCO e TC tiveram a mesma proporção de absorção de água, com média de 12,8 % cada, o TA teve a maior absorção com 13,3 % enquanto o TB teve a menor média de todas, com apenas 12,5 %.

O traço B (TB), composto por 32 % de pó de brita e 12 % de RCD, teve o melhor desempenho geral, alcançando a maior resistência à compressão simples e o menor índice de absorção de água. Esse comportamento indica que o aumento do teor de pó de brita, associado à redução controlada do resíduo de construção e demolição (RCD), contribui positivamente para a resistência à compressão e a absorção de água dos tijolos. Por outro lado, o traço TC que teve maior redução do teor de solo, apresentou os menores valores de resistência entre os traços, indicando a importância de manter o equilíbrio entre solo e materiais alternativos.

Conclui-se que, que a hipótese proposta neste trabalho foi alcançada, uma vez que ao fazer a incorporação controlada de resíduos nos traços resultou em tijolos com comportamento físico e mecânico adequado às exigências normativas já citadas, revelando o potencial desses materiais como alternativa técnica para a construção civil. Para estudos futuros, recomenda-se avaliar outras proporções de substituição e propriedades adicionais, como durabilidade e resistência à abrasão, visando ampliar as aplicações dos tijolos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Amanda de Oliveira *et al.* **Inovação sustentável na construção: tijolos de solo-cimento melhorados com resíduo cerâmico reciclado.** *Revista Caderno Pedagógico*, v. 21, n. 13, p. e12432, 2024. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/12432/6957>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- ALMEIDA, Yury Tibério Nunes *et al.* **A importância da reciclagem dos resíduos de construção civil: uma revisão sistemática.** *Revista de Gestão e Secretariado – GeSeC, São Paulo*, v. 16 N. 2, P. 01-22, 2025. São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. Disponível em: <https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/4495/3044>. Acesso em: 14 dez. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10833:2012. Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento.** Rio de Janeiro, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10836:2013. 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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12023: Solo-cimento - ensaio de compactação.** Rio de Janeiro, abr. 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697:2018. Cimento Portland - Requisitos.** Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6457:2024. Solos - Preparação de amostras para ensaios de compactação, caracterização e determinação do teor de umidade.** Rio de Janeiro: ABNT, 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7181:2025. Solo - Análise granulométrica.** Rio de Janeiro: ABNT, 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8491:2012. Tijolo de solo-cimento - Requisitos.** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8492:2012. Tijolo de solo-cimento - Análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água - Método de ensaio.** Rio de Janeiro, 2012.
- DOMINGUES, Roberta Sales; NUNES, Viviane dos Guimarães Alvim. **Perspectivas e desafios para o reuso e reaproveitamento de resíduos de construção e demolição: o contexto brasileiro.** *Plural Design, Joinville*, v.1, n. 10, p. 99-108, 2024. Disponível em: <https://periodicos.univille.br/PL/article/view/2574/1915>. Acesso em: 30 nov. 2025.
- FERNANDEZ, P. J. Llaccho; RIVERA HUAMAN, X. A.; VELASQUEZ MARIN, M. **Analysis of recovery strategies for construction and demolition waste in the last 10 years: a review of the scientific literature. Proceedings of the 21th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (LACCEI**

2023): “Leadership in Education and Innovation in Engineering in the Framework of Global Transformations: Integration and Alliances for Integral Development”, 2023. Disponível em: [PDF] Analysis of recovery strategies for construction and demolition waste in the last 10 years: a review of the scientific literature | Semantic Scholar. Acesso em: 13 dez. 2025.

LIMA, Arnon Berg Michel de. **Análise do aproveitamento de resíduo da lapidação do granilite na confecção de tijolos de solo-cimento.** 95 f. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Unidade Delmiro Gouveia - Campus do Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 202. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/15632>. Acesso em: 07 dez. 2025.

MARTINS, Leticia Matias. **Tijolos vazados de solo-cimento com resíduos de construção e demolição.** *Encontro Nacional de Aproveitamento de resíduos na Construção, 2023, Foz do Iguaçu.* Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/enarc/article/view/3023/3873>. Acesso em: 01 dez. 2025.

MELO, Fernanda Martins Cavalcante de et al. **Tijolo de solo-cimento com reaproveitamento de resíduo de corte de granito.** In: *Anais da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) do Instituto Federal de Sergipe.* v. 2, n. 1, 2020. Publicado em 27 out. 2021. Disponível em: <https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/SNCT/article/view/1007>. Acesso em: 13 dez. 2025.

NORMA MERCOSUL. **ISO 3310-1:2010 - Peneiras de ensaio - Requisitos técnicos e verificação - Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico (ISO 3310-1:2000, IDT).** Publicada em 2010.

PAIXÃO, G. B.; SANTOS, G. S.; MAROTTA, L. I. M.; DOS SANTOS, R. C. de V.; DE OLIVEIRA, I. R. B.; DE OLIVEIRA, C. R.; DE SOUZA, G. S.; SOARES, P. A. **O USO DE TIJOLOS ECOLÓGICOS COMO MATERIAL SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** *Revista Contemporânea, [S. l.], v. 3, n. 8, p. 11265–11291, 2023.* DOI: 10.56083/RCV3N8-073. Disponível em: <https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/1215>. Acesso em: 14 dez. 2025.

PATRIOTA, Tássio Gonzalez Machado. **Estudo das propriedades físico-mecânicas do tijolo solo-cimento.** Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2015. Disponível em: <https://repositorio.uepb.edu.br/handle/123456789/47829>. Acesso em: 16 dez. 2025.

QUINTANA, Luíse Lence *et al.* **Aproveitamentos de resíduos da construção civil na produção de tijolos solo-cimento.** *Observatorio de la economía latinoamericana*, v. 22, n. 9, p. e6569, 2024. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/6569/4188>. Acesso em: 18 dez. 2025.

RIBEIRO, Cristiano Cavalcanti Barros; SOUSA, José Getúlio Gomes de. **Avaliação da resistência à compressão de tijolos de solo-cimento com agregado dosado em rede simplex.** *Research, Society and Development*, v. 9, n. 6, e943962720, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/352304499_AVALIACAO_DA_RESISTENCIA_A

_COMPRESSAO_DE_TIJOSLOS_DE_SOLO_CIMENTO_COM_AGREGADO_DOSADO_EM_REDE_SIMPLEX/link/60c2c7c44585157774c7d9b3/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7InBhZ2UOiJwdWJsaWNhdGlvbiIsInByZXZpb3VzUGFnZSI6bnVsbH19. Acesso em: 9 nov. 2025.

SILVA, L.; LAFAYATTE, K. **Avaliação das propriedades do Resíduo da Construção Civil (RCC) como subsídio para confecção de tijolos de solo-cimento.** *Revista De Engenharia e Pesquisa Aplicada*, v. 2, n 1, 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Avalia%C3%A7%C3%A3o-das-propriedades-do-Res%C3%ADuo-da-Constru%C3%A7%C3%A3o-Silva-Lafayette/894d05b810f5ed7f19e7c52f37b451e3110db1ec>. Acesso em: 06 dez. 2025.