

## **Análise Comparativa das Propriedades Mecânicas entre Tijolos de Solo-Cimento e Tijolos Cerâmicos.**

Gabriel Miranda de Souza<sup>1</sup>, Sérgio Medeiros Teles<sup>2</sup>, Isabella Christine de Paula Santos<sup>3</sup>

### **Resumo**

O tijolo de solo-cimento surgiu como um elemento que busca atender o desenvolvimento sustentável da Engenharia Civil. Novas ideias e processos, visando a sustentabilidade estão surgindo, de modo a diminuir os impactos ambientais. Infelizmente, o setor de construção civil vem se caracterizando como um dos principais poluidores e causadores desses impactos, já que o tijolo cerâmico é um dos produtos mais consumidos no mercado nacional. Dessa forma, o objetivo geral desse estudo é realizar uma análise comparativa entre os tijolos cerâmicos e tijolos de solo-cimento. Foram executados ensaios de planicidade, absorção de água, compressão e de arrancamento. Os tijolos de solo-cimento e cerâmicos apresentaram uma boa resistência a absorção de água, porém no ensaio de resistência à compressão não apresentaram um resultado satisfatório, ficando assim, abaixo da média de suas normas. Portanto, a escolha do tijolo acaba sendo realmente baseada na disponibilidade do produto e em seu custo.

**Palavras-chave:** Tijolo de solo-cimento. Tijolo cerâmico. Análise comparativa.

### **1. Introdução**

O Conselho Internacional da Construção (CIB, 2002), define o ramo da construção civil como uma das áreas que mais consome e utiliza recursos naturais, desde o processo de fabricação dos materiais até a execução na obra, gerando impactos ambientais. Segundo Villar (2005), a construção civil vem buscando desenvolver técnicas que possam solucionar problemas que envolvam o consumo excessivo de recursos naturais.

Um levantamento realizado por Salvador Filho (2007) demonstra que na construção civil ainda se utilizam métodos convencionais, havendo, com isso, a necessidade de se buscar por outros métodos que envolvam inovações tecnológicas e sustentáveis. Dessa forma, o tijolo de solo-cimento, conhecido como um tipo de tijolo modular ou ecológico, surge como um elemento que busca atender à demanda de construção sustentável. Esse tijolo é produzido a

---

<sup>1</sup>gabrielsozamsd@hotmail.com, Graduando em Engenharia Civil, Universidade de Rio Verde, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75.901-970 – Rio Verde – GO.

<sup>2</sup>sergiomteles@hotmail.com, Graduando em Engenharia Civil, Universidade de Rio Verde, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75.901-970 – Rio Verde – GO.

<sup>3</sup>isabellasantos@unirv.edu.br, Professora Ma, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Rio Verde, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75.901-970 – Rio Verde – GO.

partir da prensagem de solo, cimento e água, destacando-se por apresentar uma menor agressão ao meio ambiente na sua fabricação (LIMA, 2010).

No Brasil, os métodos de construção utilizando solo foram intensamente empregados nos séculos XVII e XIX. A partir de meados do século XIX, o solo começou a ser visto como material de segunda categoria e passou a ser utilizado, quase que exclusivamente, nas áreas rurais. Somente a partir da década de 1970 o solo-cimento passou a ser objeto de pesquisas no Brasil, sobretudo da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento do Estado da Bahia (CEPED) e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (LIMA, 2010).

Uma das principais utilizações do solo-cimento é na execução de bases de pavimentos rodoviários, sendo este um produto resultante da mistura de solo, cimento Portland e água, que após a sua compactação na umidade ótima, adquire resistência por meio das reações de hidratação do cimento. Na construção civil, o solo-cimento é utilizado como um elemento de vedação, proporcionando inúmeras vantagens para o processo construtivo, dentre os quais mais se destaca a redução do custo final de construção devido a baixa quantidade de teor de cimento na sua composição (SEGANTINI; ALCÂNTARA, 2017).

O solo-cimento se apresenta como um meio sustentável, que pode ser incorporado no ramo da construção civil de diversas maneiras, com destaque ao seu uso na produção de tijolos para alvenaria de vedação. A viabilidade do aproveitamento do solo para a fabricação desta mistura se caracteriza como uma vantagem de destaque, sendo que o mesmo é um material de grande abundância na natureza. Além disso, visto que o principal elemento da mistura é o solo, o mesmo é selecionado buscando-se a utilização da menor quantidade possível de cimento, ou seja, procurando-se obter uma economia no consumo de cimento, que é o elemento mais caro da composição (ROLIM; FREIRE; BERALDO, 1999).

Segundo Segantini e Alcântara (2017), os solos mais adequados para a confecção do solo-cimento compactado são os que possuem 100% dos grãos passando na peneira 4,8mm; de 10% a 50% passando na peneira 0,075mm; limite de liquidez  $\leq 45\%$  e índice de plasticidade  $\leq 18\%$ . Solos com essas características propiciam condições para que se tenha menor consumo de cimento e se obtenham tijolos de melhor qualidade.

O uso de tijolos de solo-cimento produzidos por meio de prensas manuais apresenta vantagens em relação ao sistema convencional, entre as quais estão controle de perdas, disponibilidade de abastecimento, baixo custo, durabilidade e segurança estrutural, economia de transporte, quando produzido no próprio local da obra, e baixa agressividade ao meio ambiente, pois dispensa a queima. A eficácia da estabilização estrutural dos tijolos prensados de terra crua, com ou sem aditivos, é avaliada, comumente, por meio de testes físico

mecânicos destrutivos como: ensaios de resistência à compressão simples, capacidade de absorção de água e durabilidade (GRANDE, 2003).

De acordo com Ferreira e Freire (2003), que estudaram a combinação de métodos destrutivos e não-destrutivos para a avaliação da eficiência da estabilização do solo e da qualidade técnica de tijolos prensados de terra crua tratada com cimento, cal e silicato de sódio. Os teores de cimento e cal foram 0%, 6% e 10%, e a dosagem de silicato de sódio foi de 4% em relação ao peso seco da mistura solo-aditivo. Após a moldagem, os tijolos foram submetidos à cura durante períodos de 7, 28, 56 e 90 dias. As propriedades físicas- mecânicas dos tijolos foram determinadas através de testes destrutivos (resistência à compressão simples) e não-destrutivos (ensaio de ultrassom). Os resultados indicaram que as adições de 10% de cimento e 10% de cal, respectivamente para solos arenosos e argilosos, foram as que promoveram melhores resultados em termos de resistência à compressão simples.

### 1.1 Objetivo geral

Dessa forma o objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise comparativa entre tijolos cerâmicos e tijolos de solo-cimento.

### 1.2 Objetivo específico

Realizar ensaios laboratoriais para analisar a resistência à compressão simples, capacidade de absorção de água e a Resistência de Aderência à tração (RA).

Verificar se os tijolos atendem as especificações normativas.

## 2. Material e métodos

Neste item são apresentadas as normas técnicas utilizadas para realizar os ensaios e observações acerca do desenvolvimento do trabalho.

### 2.1. Caracterização dos materiais

O tijolo de solo-cimento representado na Figura 1-A, pode ser nomeado também como “tijolo ecológico”. Isto se deve ao fato do mesmo não necessitar do processo de queima, como ocorre no processo produtivo dos tijolos cerâmicos convencionais, o que faz com que não proporcionem agressão ao ecossistema. Com isso, surge um material alternativo, obtido pela mistura homogênea de solo, água e um pouco de cimento Portland. O solo é o principal componente da mistura e o cimento entra em quantidade que varia de 5% a 10% do peso do solo, o suficiente para estabilizá-lo e conferir as propriedades de resistência desejadas para o composto (SOMA, 2012).

Segundo a NBR 8491 (ABNT, 2012), a resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento não deve ser inferior a 2,0 MPa aos sete dias de idade, e a absorção média deve ser inferior a 20%.

O bloco de vedação cerâmico com furos na horizontal, demonstrado na Figura 1-B, possui tamanho correspondente aos blocos comumente utilizados na região com dimensões de 9 x 18 x 28 (cm). A caracterização física e geométrica dos blocos, foram realizados conforme as prescrições da NBR 15270-2 (ABNT, 2017), com um montante de 13 unidades escolhidas de forma aleatória.

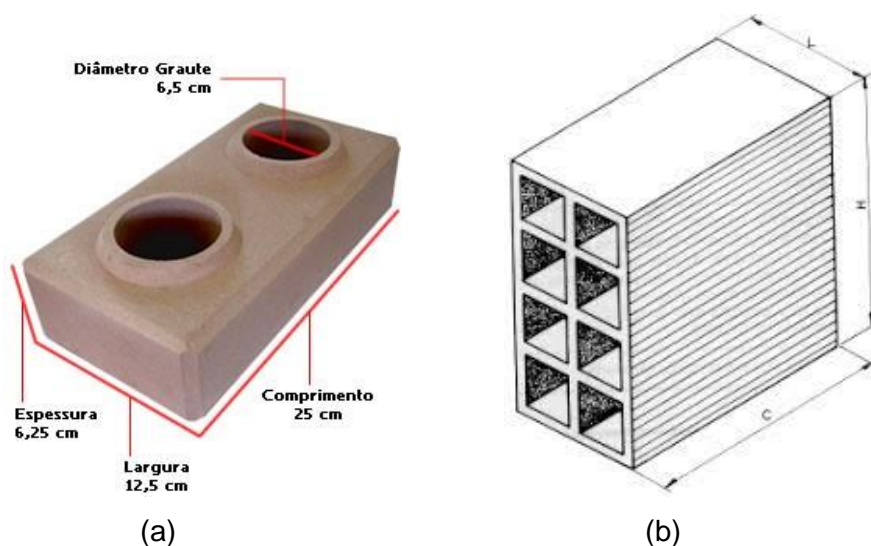


Figura 1 – Dimensões dos blocos  
Fonte: Tijolo Ecológico Autêntico (2010).

O cimento utilizado foi o cimento Portland CP II F-32, aplicado na argamassa para revestimento dos blocos cerâmicos e solo-cimento, por conter adição de fíler calcário, o qual possibilita uma melhor trabalhabilidade da mistura, seguindo os critérios da NBR 16697 (ABNT, 2018). Para a caracterização deste componente foi feito ensaio de determinação de massa específica, segundo a NBR 16605 (ABNT, 2017), e o valor da granulometria conforme a norma da NBR 16697 (ABNT, 2018).

A areia utilizada na produção das argamassas foi areia natural lavada não proveniente da britagem de rocha e nem de materiais reciclados, com denominação comercial de “média”, sendo a maior quantidade de material passante pela peneira de 1,2mm e retida na de 0,3mm, caracterizada conforme a NBR 7211 (ABNT, 2009).

## 2.2 Verificação das dimensões e planicidade dos blocos

Para a determinação das dimensões e planicidade dos blocos cerâmicos convencionais foi seguida a NBR 8492 (ABNT, 2012) para os blocos solo-cimento, e a NBR 15270-2 (ABNT, 2017) para os blocos cerâmicos.

Para a determinação das dimensões utilizou-se paquímetro da marca digimess, no tijolos cerâmicos a norma específica que é necessário medir 13 tijolos, medindo-se 3 pontos em cada face e posteriormente fazer uma média com os resultados das medições, para assim obter a dimensão real dos tijolos. Sendo assim, mediu-se tanto a face dos tijolos cerâmicos (Figura 2), como a dos blocos solo-cimento (Figura 3).



Figura 2 - Face do bloco cerâmico  
Fonte: Próprio autor (2019).



Figura 3 - Face bloco solo-cimento  
Fonte: Próprio autor (2019).

### 2.3 Determinação da absorção de água

Para determinar a resistência à compressão dos tijolos e a absorção de água, foi fundamental o entendimento das seguintes normas:

- NBR 8491 (ABNT, 2012) – tijolo de solo-cimento: requisitos;
- NBR 8492 (ABNT, 2012) – tijolo de solo-cimento: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção d'água – método de ensaio;
- NBR 15270-1 (ABNT, 2017) – componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: requisitos;
- NBR 15270-2 (ABNT, 2017) – componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: métodos de ensaios.

Com base na NBR 8492 (ABNT, 2012) tornou-se necessário utilizar no mínimo 7 tijolos para os ensaios de compressão e 3 tijolos para os ensaios de absorção. Para os tijolos cerâmicos a NBR 15270-2 (ABNT, 2017) especifica ensaiar 13 tijolos para verificação da resistência à compressão, entretanto a norma não menciona o ensaio de absorção.

Optou-se assim, por executar também 3 ensaios de absorção para os tijolos cerâmicos, para obter deste modo um comparativo com os tijolos de solo-cimento.

Para o ensaio de absorção da água, foram utilizados ao todo 6 tijolos, sendo 3 de solo-cimento e 3 cerâmicos. Para a análise da absorção, os tijolos foram primeiramente secos em estufa a uma temperatura entre 105°C e 110°C, por aproximadamente 24 horas, para obter a constância de massa (pesagens feitas após os tijolos atingirem a temperatura ambiente), obtendo-se assim a massa M1 (em gramas), do tijolo seco.

Após a primeira pesagem, os tijolos foram imersos em tanque, durante 24 horas (Figuras 9 e 10). Depois de retirados da água, foram enxugados superficialmente e pesados antes de decorrer 3 minutos. Com isso obteve-se a massa do tijolo saturado com superfície seca M2 (em gramas), como pode ser observado nas Figuras 4 e 5. A equação utilizada para determinar a absorção de água dos tijolos foi:

$$A = \frac{M2 - M1}{M1} \times 100$$

Onde:

M1 = massa do tijolo seco em estufa

M2 = massa do tijolo saturado

A = absorção de água (em porcentagem)



Figura 4 - Pesagem do bloco solo-cimento úmido  
Fonte: Próprio autor (2019).



Figura 5 – Pesagem do bloco cerâmico úmido  
Fonte: Próprio autor (2019).

## 2.4 Ensaio de compressão

Foram ensaiados 20 tijolos, sendo 13 cerâmicos e 7 de solo-cimento. O processo do ensaio foi dividido em duas etapas, pois os ensaios são diferentes para cada tipo de tijolo. A primeira etapa do ensaio tratou-se do corte dos tijolos de solo-cimento. As amostras foram fatiadas ao meio, perpendicularmente a sua maior dimensão.

Depois de cortados, os tijolos foram sobrepostos por suas duas faces maiores ligando-as com uma camada fina de argamassa, formando prismas. Como o traço da argamassa não é especificado em norma, optou-se por um traço comum 1:1 (cimento: areia). Quando já secos (cerca de 24 horas depois), os prismas foram capeados com a argamassa, com a finalidade de se obter o melhor acabamento possível. Na camada superior do capeamento, houve o cuidado de analisar a planicidade do prisma utilizando o nível de bolha (Figura 6).



Figura 6 - Bloco solo-cimento capeamento  
Fonte: Próprio autor (2019).

Os corpos de prova precisam ser os mais planos possíveis para obter bons resultados na hora da prensagem e a dimensão do capeamento não deve ser superior a 3 mm, para execução de ensaio de resistência à compressão dos tijolos. As dimensões foram medidas com precisão de 1 mm. Os corpos de prova foram colocados diretamente sobre o prato inferior da máquina de ensaio à compressão, de maneira a ficarem centrados em relação a ele. Por fim, elevou-se a carga até ocorrer a ruptura do prisma do solo-cimento (Figura 7).





Figura 7 - Ruptura do bloco solo-cimento  
Fonte: Próprio autor (2019).

Na segunda etapa tratou-se do tijolo cerâmico, onde as amostras foram apenas capeadas para a realização do ensaio, o traço utilizado foi o mesmo do tijolo de solo-cimento (Figuras 8).



Figura 8 - Bloco cerâmico capeado  
Fonte: Próprio autor (2019).

## 2.6 Determinação da resistência de aderência a tração

Conforme especificado por Girardi (2016), foram desenvolvidos ensaios laboratoriais para determinação das propriedades de dois diferentes tipos de blocos estruturais, sendo eles designados por tijolo de solo-cimento e tijolo cerâmico convencional. Criados mini paredes com o intuito de obter os seus resultados quanto a sua resistência de aderência à tração, entre preparo de base e argamassa, também foram realizados procedimentos como preparo das bases.

O preparo da base, segundo a NBR 15270-2 (ABNT, 2017) foi utilizado como referência, onde foram limpas todas as faces de cada bloco para retirada de qualquer subsídio ou agregado presente que pode provocar danos ao processo de aderência. Após o procedimento de limpeza, os blocos foram umedecidos para um processo de aplicação de base.

O chapisco foi preparado com traço convencional 1:3 (cimento:areia), aplicado por lançamento de acordo com a NBR 15270-2 (ABNT, 2017), não cobrindo necessariamente toda a superfície dos blocos, sem criar irregularidades, como pode ser observado nas Figuras 9 e 10. Para aplicação utilizou-se de uma peneira simples de madeira, com 55cm de diâmetro, para facilitar o lançamento e inserir energia de impacto para melhor aderência e criação de porosidade, o que resulta em uma maior aderência quando apresenta elevado índice de vazios.



Figura 9 - Blocos cerâmicos com chapiscos umedecidos  
Fonte: Próprio autor (2019).



Figura 10 - Blocos solo-cimento com chapiscos umedecidos  
Fonte: Próprio autor (2019).

Os materiais passaram por cura úmida durante três dias, aspergindo água à superfície até umedece-la totalmente, conforme indicado na NBR 15270-2 (ABNT, 2017), para assim, dar início ao processo de recebimento de argamassas.

No corpo de prova de blocos solo-cimento, foi realizado o assentamento de 3 unidades, um a cima do outro, também com traço 1:3 (cimento:areia). O processo foi feito para obter espaçamento de 5cm das extremidades para realização dos ensaios conforme a NBR 8492 (ABNT, 2012), pois era insuficiente o espaçamento em um único bloco para realização do ensaio.

Foram produzidos um total de 13 corpos de provas para blocos cerâmicos e 5 corpos de provas para blocos solo-cimento. Foram confeccionadas formas de madeira para que obtivesse 3cm de espessura de revestimento argamassado na face do bloco.

As argamassas foram produzidas num recipiente do tipo bacia, adequado e amplo, atendendo a quantidade necessária para aplicação. O traço utilizado foi 1:3 (cimento:areia) com fator água cimento de 0,4.

A preparação da argamassa iniciou-se com a adição de cimento e areia no recipiente, de acordo com o traço informado, logo foi adicionado água aos poucos até adquirir a consistência desejada. Posteriormente, foi adicionado 100ml de aditivo Vedalit para cada 50kg de cimento.

Para aplicação das argamassas, todos os bloco foram umedecidos novamente, posicionando as formas em cada superfície e inserindo a argamassa com uma colher de

pedreiro, e obtendo-se assim, um bom acabamento superficial com a desempenadeira, representado nas Figuras 11 e 12.



Figura 11 - Bloco cerâmico com face argamassada  
Fonte: Próprio autor (2019).



Figura 12 - Bloco solo-cimento com face argamassada  
Fonte: Próprio autor (2019).

Os corpos de prova eram logo desmoldados para o reaproveitamento das formas, cuidando-se para que a retirada não causasse descolamento do revestimento e prejudicasse o resultado final do ensaio.

Foram colocados em proteção contra mudanças do clima e todos recebendo cura úmida. O processo de cura foi realizado durante 3 dias após argamassa pronta, recebendo

chapiscos de água três vezes durante esses dias. A cura até a realização dos ensaios durou exatamente 28 dias, de modo a possibilitar o teste de aderência da mesma na base preparada.

A realização do ensaio de resistência de aderência a tração foi obtida segundo a NBR 13528 (ABNT, 2019), onde uma camada de 50 mm de diâmetro é colada sobre uma cessação de argamassa consequentemente cortada, separando-a do restante da argamassa, afim de tocar no substrato, porém o mesmo não deve ultrapassar 5mm de profundidade no substrato. Os furos foram realizados com uma serra copo com utilização de serra copo diamantada em forma cilíndrica de altura superior ao do revestimento.

### 3. Resultados e discussão

Nesta seção serão apresentados os valores obtidos durante a realização dos ensaios de planicidade, absorção de água, compressão e arranchamento.

#### 3.1 Determinação da planicidade

O ensaio de planicidade seguiu as normas da NBR 8492 (ABNT, 2012) para tijolos de solo-cimento e a NBR 15270-2 (ABNT, 2017) para tijolos cerâmicos. Os ensaios de ambos são parecidos, onde é cotado as faces dos tijolos (base, altura e largura) em 3 pontos diferentes e depois feito a média com as medidas (anexo 1 e 2).

De acordo com a norma a tolerância mínima é de  $\pm 5$ mm. Com base nos resultados ambos estão de acordo com suas normas apresentado nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Média da planicidade do tijolo solo-cimento

<b>Tijolos</b>	<b>Altura (mm)</b>	<b>Base (mm)</b>	<b>Largura (mm)</b>
<b>fabricante</b>	70	125	250
<b>média</b>	69,37	125,37	248,97

Fonte: Próprio autor (2019).

Tabela 2 – Média da planicidade do tijolo cerâmico

<b>Tijolos</b>	<b>Altura (mm)</b>	<b>Base (mm)</b>	<b>Largura (mm)</b>
<b>fabricante</b>	180	85	275
<b>média</b>	181,42	84,99	273,79

Fonte: Próprio autor (2019).

### 3.2 Determinação da absorção da água

Depois de analisada a planicidade dos tijolos, passou a ser avaliado o comparativo da absorção de água de ambos os tijolos, tendo como base a NBR 8492 (ABNT, 2012). A norma detalha que a média dos valores de absorção para tijolos de solo-cimento não pode ser maior que 20%, e os valores individuais não devem ser maiores que 22%, para tijolos com idade mínima de 7 dias. Já no caso dos tijolos cerâmicos, a NBR 15270-2 (ABNT, 2017) normalizada entre 15% e 25% a absorção de água.

A Tabela 3 apresenta os valores individuais de massa dos tijolos secos e saturados, e a Tabela 4 expõe os resultados do ensaio de absorção dos tijolos, valores individuais e sua média.

Tabela 3 – Valores de massas dos tijolos

<b>Tijolos</b>	<b>Cerâmico</b>			<b>Solo-cimento</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Massa do tijolo seco em estufa (g)</b>	2686	2645	2671	2918	2886	2831
<b>Massa do tijolo saturado (g)</b>	3164	3120	3152	3444	3442	3321
<b>Absorção da água (%)</b>	17,80	17,96	18,01	18,03	19,27	17,31

Fonte: Próprio autor (2019).

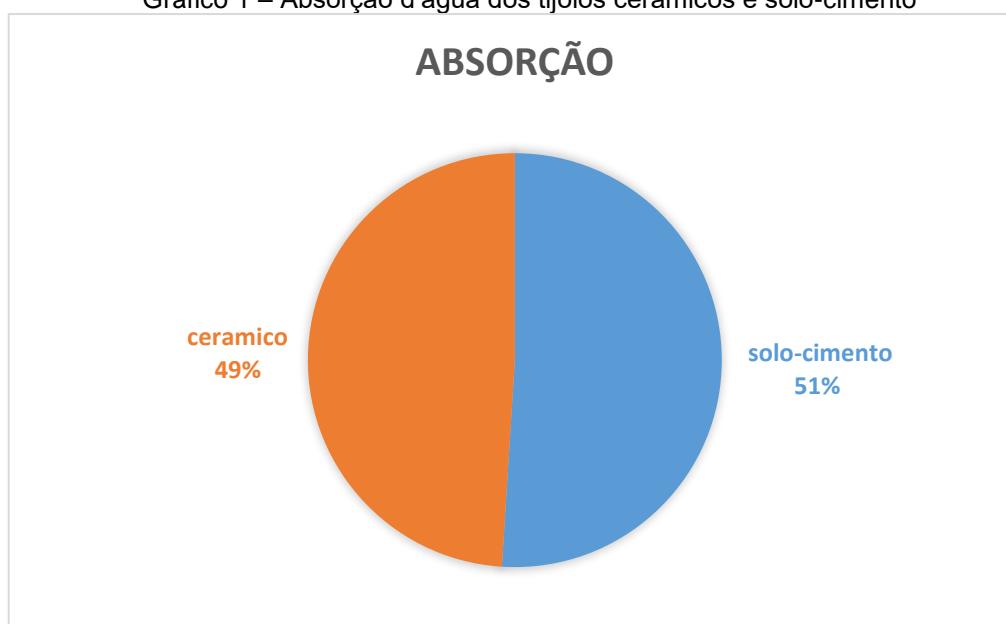
Tabela 4 – Resultado do ensaio de absorção da água dos tijolos

Tijolos	Cerâmico			Solo-cimento		
	1	2	3	1	2	3
Absorção da água (%)	17,80	17,96	18,01	18,03	19,27	17,31
Média da absorção (%)	17,92			18,02		

Fonte: Próprio autor (2019).

Pode-se observar que os tijolos de solo-cimento estão com a absorção de acordo com a NBR 8492 (ABNT, 2012), por não apresentarem valor superior a 20%. Os tijolos cerâmicos se enquadram na NBR 15270-2 (ABNT, 2017), uma vez que o valor de absorção médio está entre 15% e 25%. Como mostra no gráfico 1, comparados um ao outro o tijolo cerâmico teve uma absorção menor comparado ao solo-cimento.

Gráfico 1 – Absorção d'água dos tijolos cerâmicos e solo-cimento



Fonte: Próprio autor (2019).

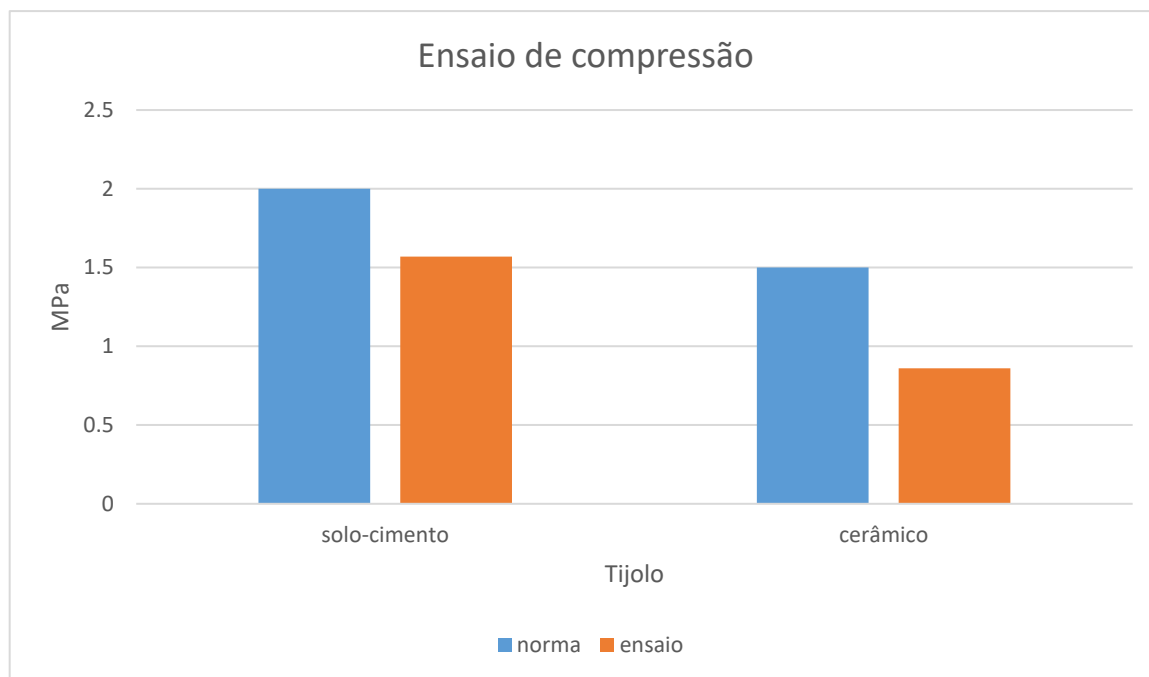
### 3.3 Determinação da resistência à compressão

Os valores individuais de resistência à compressão, expressos em MPa, são resultados da divisão da carga máxima obtida durante o ensaio pela média das áreas das duas faces e podem ser visualizados no anexo 3.

Se comparados aos valores especificados em norma (1,5 MPa para tijolos cerâmicos e 2,0 MPa para tijolos de solo-cimento), tanto os tijolos cerâmicos, quanto os de solo-cimento obtiveram resultados abaixo do esperado à compressão média. O valor de resistência média à compressão obtidos nos tijolos cerâmicos foi de 0,86 MPa, quando comparados com a resistência mínima de 1,5 MPa, apresentou uma resistência média muito abaixo do esperado. Os tijolos de solo-cimento obtiveram uma média de 1,57 MPa, onde também ficou abaixo da mínima de 2,0 MPa.

Observa-se que os tijolos cerâmicos, neste estudo, alcançaram valores de resistência à compressão inferior aos de tijolos de solo-cimento, que atingiram resistências mais uniformes, porém muito abaixo de suas normas, como pode ser observado no Gráfico 2, comparados entre si o tijolo solo-cimento atingiu uma média superior ao tijolo cerâmico.

Gráfico 2 – Resistência média dos tijolos



Fonte: Próprio autor (2019).

### 3.4 Determinação da resistência da argamassa

O ensaio foi realizado apenas com os tijolos cerâmicos, pois os tijolos de solo-cimento não apresentaram uma boa aderência com a argamassa e na realização do ensaio não suportaram o aparelho.

A NBR 13528 (ABNT, 2019) define um mínimo de 12 corpos de prova analisados para cada tipo de revestimento, sendo assim para cada tipo de preparo foram realizadas 12 sessões circulares a serem aplicadas as tensões até chegar a sua ruptura (Figura 13).





Figura 13 – Ensaio de arrancamento  
Fonte: Próprio autor (2019).

Na realização dos ensaios, a argamassa no tijolo de solo-cimento não obteve uma boa aderência e acabou se despedaçando na realização do ensaio, como pode ser observado na Figura 13, ao contrário do mesmo, o tijolo cerâmico teve uma boa aderência com a argamassa.



Figura 14 – Bloco solo-cimento arrancamento  
Fonte: Próprio autor (2019).

A NBR 13528 (ABNT, 2019) descreve que as rupturas ocorridas entre argamassa/chapisco e substrato/chapisco apresentam o próprio valor da resistência de aderência.

A Tabela 5 evidencia o número correspondente ao corpo de prova (CP) ensaiado, a força necessária para sua ruptura e o tipo de ruptura que ocorreu em cada ensaio.

Tabela 5 – Resistência potencial de aderência à tração dos tijolos cerâmicos

CPs	F (N)	A (mm <sup>2</sup> )	RA (MPa)	Local de ruptura
1	166,77	1964	0,09	Chapisco/tijolo
2	166,77	1964	0,09	Chapisco/tijolo
3	255,06	1964	0,13	Chapisco/tijolo
4	294,30	1964	0,15	Argamassa/tijolo
5	304,11	1964	0,15	Argamassa/tijolo
6	451,26	1964	0,23	Argamassa/tijolo
7	392,40	1964	0,20	Argamassa/tijolo
8	147,15	1964	0,08	Argamassa/tijolo
9	206,01	1964	0,11	Chapisco/tijolo
10	412,02	1964	0,21	Chapisco/tijolo
11	225,63	1964	0,12	Argamassa/tijolo
12	431,64	1964	0,22	Chapisco/tijolo
<b>Resistência Média</b>				0,148

Fonte: Próprio autor (2019).

#### 4. Conclusões

Tanto os tijolos cerâmicos quanto os de solo-cimento apresentaram uma variância dimensional dentro dos limites especificados em suas respectivas normas de 5mm para tijolos cerâmicos e tijolos de solo-cimento;

Os dois tijolos estudados atingiram uma regular absorção de água, onde os de solo-cimento obtiveram resultados de acordo com a NBR 8492 (ABNT 2012), por apresentarem uma média de absorção de 18,02%, não superior a 20%. Nos tijolos cerâmicos o valor de absorção médio foi de 17,92 %, estando assim entre 15% e 25%;

Os dois tijolos não obtiveram uma boa resistência a compressão, não conseguindo atingir os 2 Mpa para o tijolo solo-cimento e nem 1,5 Mpa para o tijolo cerâmico;

No ensaio de aderência de argamassa o tijolo cerâmico foi o único que conseguiu resultados esperados de acordo com o ensaio vinculado a sua devida norma;

Com base nos dados expostos, conclui-se que a escolha do tijolo empregado em uma construção deve ser em função do resultado final esperado. Caso a ideia geral da obra vise a sustentabilidade, a melhor escolha aponta para os tijolos de solo-cimento.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16697**: cimento Portland: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 16605**: cimento Portland e outros materiais em pó: determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 7211**: agregados para concreto: especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 8491**: tijolo de solo-cimento: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15720-2**: componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: parte 2: métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 8492**: tijolo de solo-cimento: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água: método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15720-1**: componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria: parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 13528**: revestimento de paredes de argamassas inorgânicas: determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

\_\_\_\_\_. **ABNT NBR 15258**: argamassa para revestimento de paredes e tetos: determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

CIB. International Council for Research and Innovation in Building and Construction. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**: A discussion document. Pretória, 2002.

FERREIRA, R. C.; FREIRE, W. J. **Eficiência da estabilização do solo e qualidade técnica de tijolos prensados de terra crua tratada com aditivos químicos, avaliadas pela combinação de testes destrutivos e não-destrutivos**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, CONBEA, 32., 2003. Goiânia.

GIRARDI, A.C.C. **Avaliação da substituição total de areia natural por RCD em revestimentos de argamassa**. Goiânia, 2016. 130 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Goiás, 2016.

GRANDE, F. M. **Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa**. São Carlos, 2003. 180 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, 2003.

INMETRO. Informação ao Consumidor. **Bloco cerâmico (tijolo)**, 2001. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>>. Acesso em: 21 set. 2019.

LIMA, R. C. O. **Estudo da durabilidade de paredes monolíticas e tijolos de solo-cimento incorporados com resíduo de granito**. Campina Grande, 2010. 107 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Campina Grande, 2010.

ROLIM, M.M.; FREIRE, W.J.; BERALDO, A.L. Análise comparativa da resistência à compressão simples de corpos de prova, tijolos e painéis de solo-cimento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.1, p.93-8, 1999.

SALVADOR FILHO, J. A. A. **Blocos de concreto para alvenaria em construções industrializadas**. São Carlos, 2007. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2007.

SEGANTINI, A. A. S.; ALCÂNTARA, M. A. M. **Solo-cimento e solo-cal**. In: INSTITUTO BRASILEIRO DO CONCRETO, IBRACON, v. 2, 3. ed., 2017. São Paulo.

SOMA, W. K. M. **Solo-Cimento**. Cáceres, 2012. Tese de doutorado, Universidade do Estado do Mato Grosso, 2012.

TIJOLO ECOLÓGICO AUTÊNTICO. **Tolerâncias dimensionais**, 2010. Disponível em: <<http://tijoloecologicoautentico.blogspot.com/2010/06/tolerancias-dimensionais.html>>. Acesso em: 20 set. 2019.

VEDACIT. **Vedalit**, 20016. Disponível em: <<http://www.vedacit.com.br/produtos/vedalit>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

VILLAR, F. H. R. **Alternativas de sistemas construtivos para condomínios residenciais horizontais**: estudo de caso. São Carlos, 2005. 139 p. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de São Carlos, 2005.

## Anexos

Anexo 1 – Tijolo de solo-cimento planicidade

Tijolos	Medidas A			Medidas B			Medidas C		
	Altura (mm)	Base (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Base (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Base (mm)	Largura (mm)
1	70,42	125,28	249,57	70,25	125,25	249,45	69,44	124,90	249,03
2	70,30	125,20	248,81	70,45	125,12	248,52	70,49	125,37	249,39
3	69,99	125,35	249,39	69,81	125,52	249,28	69,68	125,18	249,57
4	69,73	125,09	249,33	69,71	125,50	249,28	69,77	125,34	249,89
5	69,64	124,96	248,30	69,92	125,30	249,30	69,83	124,90	248,25
6	70,43	125,55	249,44	69,96	125,78	248,62	70,32	124,93	249,69
7	69,34	125,40	249,24	69,03	125,25	249,36	69,37	124,68	248,34
8	69,98	125,35	249,14	69,94	125,22	248,98	69,83	124,89	248,84
9	70,59	125,19	248,14	70,14	125,40	249,38	70,28	124,82	248,35
10	70,05	125,31	248,21	68,84	125,19	248,12	69,51	124,85	248,60
11	70,16	125,30	249,30	69,64	125,50	248,44	69,53	125,18	249,02
12	70,24	125,38	249,29	69,32	126,03	249,25	69,53	125,02	248,39
13	70,17	125,34	249,33	69,82	124,74	248,77	69,30	125,47	248,65

Fonte: Próprio autor (2019).

Anexo 2 – Tijolo cerâmico planicidade

Tijolos	Medidas A			Medidas B			Medidas C		
	Altura (mm)	Base (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Base (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)	Base (mm)	Largura (mm)
1	180,82	85,80	276,08	181,40	83,14	275,47	179,91	83,75	273,93
2	182,44	86,05	271,17	180,64	84,96	271,54	182,98	84,96	271,14
3	182,03	85,37	269,83	181,99	83,36	271,62	179,44	86,69	272,26
4	180,87	85,47	274,49	181,44	84,88	274,34	182,52	83,15	274,63
5	183,03	86,11	275,66	182,08	84,35	276,77	183,83	85,03	275,34
6	181,83	85,62	273,24	179,98	84,46	273,82	181,87	86,15	273,30
7	182,07	85,32	271,87	180,48	84,98	271,34	180,01	81,68	269,56
8	182,75	86,40	273,63	182,41	84,35	275,06	180,01	85,37	277,31
9	182,92	86,40	273,63	180,19	84,35	275,06	182,24	85,30	277,21
10	181,40	85,31	274,62	179,60	85,31	274,35	181,35	82,70	274,98
11	180,67	85,14	273,83	179,55	85,23	275,80	178,11	84,80	271,70
12	182,15	85,52	272,44	184,18	86,71	276,28	180,75	86,41	275,59
13	181,71	85,15	272,62	180,88	84,07	271,73	179,81	84,67	274,38

Fonte: Próprio autor (2019).

Anexo 3 – Valores individuais de resistência à compressão dos tijolos

	<b>Solo-cimento (MPa)</b>	<b>Cerâmico (MPa)</b>
<b>1</b>	1,42	1,06
<b>2</b>	1,33	0,91
<b>3</b>	2,18	0,75
<b>4</b>	1,77	0,98
<b>5</b>	1,76	1,19
<b>6</b>	1,49	0,95
<b>7</b>	1,40	0,76
<b>8</b>	-	0,87
<b>9</b>	-	0,63
<b>10</b>	-	0,92
<b>11</b>	-	0,62
<b>12</b>	-	0,76
<b>13</b>	-	0,78

Fonte: Próprio autor (2019).