

# SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE BLOCO CERÂMICO CONVENCIONAL E BLOCO SOLO- CIMENTO

## SUSTAINABILITY IN CIVIL CONSTRUCTION: COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN CONVENTIONAL CERAMIC BLOCK AND SOLO-CEMENT BLOCK

Amanda Morais Souza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada-PE, Brasil.

### Resumo

A cadeia produtiva da construção civil é um dos setores que mais geram impactos. Buscar soluções que favoreçam a continuidade do setor num ambiente sustentável, preservando o ambiente natural e sua biodiversidade é uma necessidade. O bloco solo-cimento surge como opção para atender essa demanda, pois além do baixo custo, sua fabricação é simples, não passa pelo processo de queima e usa-se pouca água. Assim, esse estudo apresenta a produção do bloco solo-cimento, demonstrando sua resistência, qualidade e durabilidade em comparação com a alvenaria em bloco cerâmico convencional da Olaria Maranhata fabrica local de serra talhada-PE. Para a confecção dos blocos solo-cimento foi coletada amostra de um solo disponível no laboratório da Faculdade de Integração do Sertão-FIS para realização de ensaios. Após a retirada dessa amostragem realizou-se a caracterização física no mesmo laboratório, sendo possível observar que o solo utilizado é arenoso e tem uma alta plasticidade por ter grãos de areia fina. Foram moldados 20 blocos solo-cimento com traços distintos 1:8, 1:10, 1:12. Pode-se afirmar que, os blocos moldados com traço de 1:8 apresentaram média de resistência a compressão de 2,58 Mpa, superior a resistência dos blocos cerâmicos da fabricante local. Além disso, os mesmos blocos foram submetidos ao ensaio de absorção d' água. Os blocos solo-cimento obtiveram média de absorção 7,34% sendo inferior a absorção dos blocos cerâmicos convencionais.

**Palavras-chave:** Bloco ecológico. Solo-cimento. Sustentabilidade.

### Abstract

The civil construction production chain is one of the sectors that generate the most impacts. Searching for solutions that favor the continuity of the sector in a sustainable environment, preserving the natural environment and its biodiversity is a necessity. The soil-cement block appears as an option to meet this demand, as in addition to its low cost, its manufacture is simple, does not go through the burning process and uses little water. Thus, this study presents the production of the soil-cement block, demonstrating its resistance, quality and durability in comparison with conventional ceramic block masonry from Olaria Maranhata. In the methodology, tests were carried out for the experiment. For the preparation of the soil-cement blocks, a soil sample available in the laboratory of the Faculdade de Integração do Sertão-FIS was collected for testing. After the removal of this sample, the physical characterization was carried out in the same laboratory, and it was possible to observe that the soil used is sandy and has a high plasticity for having fine sand grains. Twenty soil-cement blocks were molded with distinct 1:8, 1:10, 1:12 traits. We can affirm that, the blocks molded with a trace of 1:8 presented an average of resistance to compression 2,58 Mpa, superior to the resistance of the ceramic blocks of the local manufacturer. Furthermore, the same blocks were submitted to the water absorption test. The soil-cement blocks had an average absorption 7,34%, lower than the absorption of conventional ceramic blocks.

**Key words:** Ecological block. Soil-cement. Sustainability.

## Introdução

A sustentabilidade é um tema que têm sido alvo de diversas discussões nos últimos tempos. Isso ocorre, pois o tema abrange diversos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Além disso, está diretamente ligada a atividades e ações que provocam consequências insatisfatórias ao meio ambiente. Ângelo et al. (2004) afirmam que “o volume de resíduos causados pela construção civil em um ano chega a ser o dobro do lixo sólido urbano”.

Conforme aponta o Conselho Internacional da Construção (CIB, 2002), “a construção civil é uma das atividades que mais geram impactos ambientais, por produzir resíduos, ruídos, aumento do consumo de energia, desperdício de água, poluição, aquecimento global e exigir grande exploração da natureza”. Nos canteiros de obra é comum a observação de todos estes aspectos, a poluição causada pela construção civil pode atingir o solo a água e o ar. Uma das poluições causadas pela construção civil é o processo de confecção do bloco cerâmico convencional até a sua execução, pois, em sua fabricação utiliza-se o processo de queima.

As matérias primas principais do bloco cerâmico convencional são argila e água. Este processo de fabricação se inicia com a argila sendo misturada, desintegrada e laminada. Após essa etapa, é levada para a extrusora onde é realizado o corte dos blocos nas dimensões pré-definidas passando pela etapa de pré-secagem e depois levado a queima em fornos apropriados para que ganhe resistência e forma homogênea. Após este processo, os blocos ficam armazenados em temperatura natural e o último passo a ser realizado é a verificação da qualidade dos materiais de acordo com a ABNT (2017) na NBR 15270-1, antes de serem comercializados. Este processo pode levar até 10 dias. Em concorrência com o bloco cerâmico convencional, existe o bloco solo-cimento, também conhecido por bloco ecológico.

O bloco solo-cimento surgiu como elemento que busca suprir as necessidades da construção sustentável. Segundo a ABNT (2012) na NBR 12023, mostra que as matérias primas utilizadas para a fabricação desses blocos são apenas água, solo e cimento. O processo de fabricação do bloco ecológico é considerado simples, sendo apenas compactado e levado a cura, dando origem a um produto enrijecido, resultante da cura da mistura. A dosagem para a produção do solo-cimento tem que ser executada seguindo o que determina a ABNT (2012) na NBR 12253.

Ressalta-se que o solo do ambiente da construção pode ser utilizado na fabricação dos blocos. Este processo pode ser feito no próprio canteiro da obra, dispensando o processo de queima evitando os agentes poluentes no meio ambiente, como o gás carbônico da fabricação do bloco cerâmico convencional, possibilitando a redução de diversos impactos ambientais.

A fabricação do bloco-solo cimento tem a possibilidade de minimizar os impactos ocasionados pela construção por ter no solo, sua matéria prima principal em abundância. Os benefícios destes materiais vão desde o processo de fabricação até sua utilização na execução da obra. A utilização do solo-cimento em comparação com o método convencional destaca as suas principais características econômicas, ecológicas e sustentável, podendo resultar em menor custo em suas alvenarias.

Segundo Souza et al. (2020). “a utilização dos blocos solo-cimento pode trazer de 20 à 40% de economia na edificação, 30% no tempo de construção, 70% de argamassa e concreto e 50% de ferro e madeira, em comparação com a alvenaria convencional”. Os blocos possuem furos que favorecem a passagem das instalações elétricas e hidráulicas acarretando mais agilidade na construção, pois reduz o tempo de execução.

A alvenaria de bloco solo-cimento distribui melhor a carga de peso sobre as paredes trazendo benefício estrutural. Essa alvenaria em comparação com a alvenaria convencional tem a possibilidade de não fazer a utilização dos revestimentos das paredes, podendo diminuir os pilares e o uso das formas de madeiras, minimizando a quantidade dos materiais, sem gerar resíduos, mostrando-se uma alternativa viável e promissora. Ressalta-se que, por essas características, o bloco solo-cimento seja potencialmente mais eficaz que os blocos cerâmicos convencionais, propondo sustentabilidade e contribuindo de forma significativa para a construção futura.

Diante do exposto, o trabalho justifica-se, pois, ao analisarmos esses aspectos é importante buscar soluções, com o desafio que a construção civil saia da tradição e mostre superioridade às inovações, uma vez que o atual cenário apresenta a engenharia convencional obsoleta como uma das principais produtoras de resíduos e entulhos, que geram desperdícios e grandes custos. Neste caso, o bloco solo-cimento é de grande importância para solucionar esses problemas causados pela construção civil, sendo uma opção que busca cumprir à demanda de construção sustentável. As principais vantagens do bloco modular nas alvenarias é a redução de custos, minimizando os impactos ambientais e proporcionando obras mais rápidas e limpas.

Este trabalho se propõe a analisar o bloco modular solo-cimento através da fabricação, resistência mecânica, índices físicos, método construtivo e qualidade em comparação com o bloco cerâmico convencional, com a finalidade de mostrar a viabilidade construtiva da utilização do bloco solo-cimento, podendo contribuir para o incentivo da engenharia sustentável.

## Método

A pesquisa desenvolvida foi de caráter experimental e também de revisão bibliográfica. Inicialmente foram coletadas informações teóricas sobre os blocos de solo-cimento a partir de artigos, dissertações, teses acadêmicas e normas técnicas. Para o experimento, foram coletadas amostras do solo disponível no laboratório da Faculdade de Integração do Sertão-FIS, local onde foram realizados todos os ensaios. O solo doado para a faculdade é de origem da Fazenda Nova, município de Serra Talhada-PE. Após as retiradas dessa amostragem, o solo foi caracterizado fisicamente no laboratório de solos da faculdade onde, posteriormente analisado, as matérias primas dos blocos solo-cimento foram misturadas. A mistura foi levada a prensa manual profissional marca Sahara modelo Transformer 12,5cmx25cm onde foi realizada a compactação do solo. O molde da prensa é que dá forma à peça, após esse processo as peças estão prontas para serem empilhadas e levada ao método de cura. Os blocos foram empilhados assim que retirados da prensa, evitando assim grandes movimentações até a cura. O local onde foram armazenados foi totalmente adequado para evitar problemas indesejados nos blocos. Os blocos foram submetidos a 28 dias de cura, tempo ideal para seu transporte e utilização, alcançando 95% da sua resistência. Foram fabricados 30 blocos solo-cimento com diferentes traços: 10 blocos para cada traço 1:8; 1:10; 1:12 e utilizando 7 blocos de cada traço para o ensaio de resistência a compressão e 3 blocos para o ensaio de absorção de água.

A partir desse solo foi utilizando cimento CP II para moldar os 30 blocos solo-cimento que foram comparados com as características físicas e mecânicas dos blocos cerâmicos convencionais de vedação da Olaria Maranata. Este fabricante local doou 20 blocos. Destes, 15 blocos foram utilizados para o ensaio de resistência a compressão e 5 blocos para o ensaio de absorção de água, objetivando a realização de uma análise comparativa.

## ENSAIOS DE LABORATÓRIO

### Ensaio Realizados Para Caracterização Física Do Solo:

- Amostra de solo – preparação para ensaio de compactação e ensaio de caracterização (NBR-6458/2016);
- Determinação da massa específica dos grãos de solo (NBR 6458/2016);
- Determinação do limite de liquidez dos solos (NBR 6459/2016);
- Determinação do limite de plasticidade dos solos (NBR 7180/2016);
- Determinação do teor de umidade (NBR 6457-2016);
- Análise granulométrica dos solos (NBR 7181/2018).

### Ensaio Realizados Para Os Blocos De Solo-Cimento:

- Ensaio de Compactação (NBR 12023/2012);
- Ensaio Determinação da durabilidade através da perda de massa por molhagem e secagem (DNER-ME 203/1994);
- Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural (NBR-10834/2013);

- Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural – requisitos (NBR- 10834/2013).

## Ensaios Realizados De Resistência A Compressão E Absorção D'Água

Para esta situação foram realizados ensaios de resistência à compressão e de absorção d'água, seguindo o método de ensaio da NBR 8492 (2012), para os blocos de solo-cimento e para o bloco cerâmico convencional. Com os resultados em mãos, foi realizada uma análise comparativa entre os dois tipos blocos, analisando tanto as suas características físicas quanto as suas características mecânicas.

## Ensaios De Durabilidade

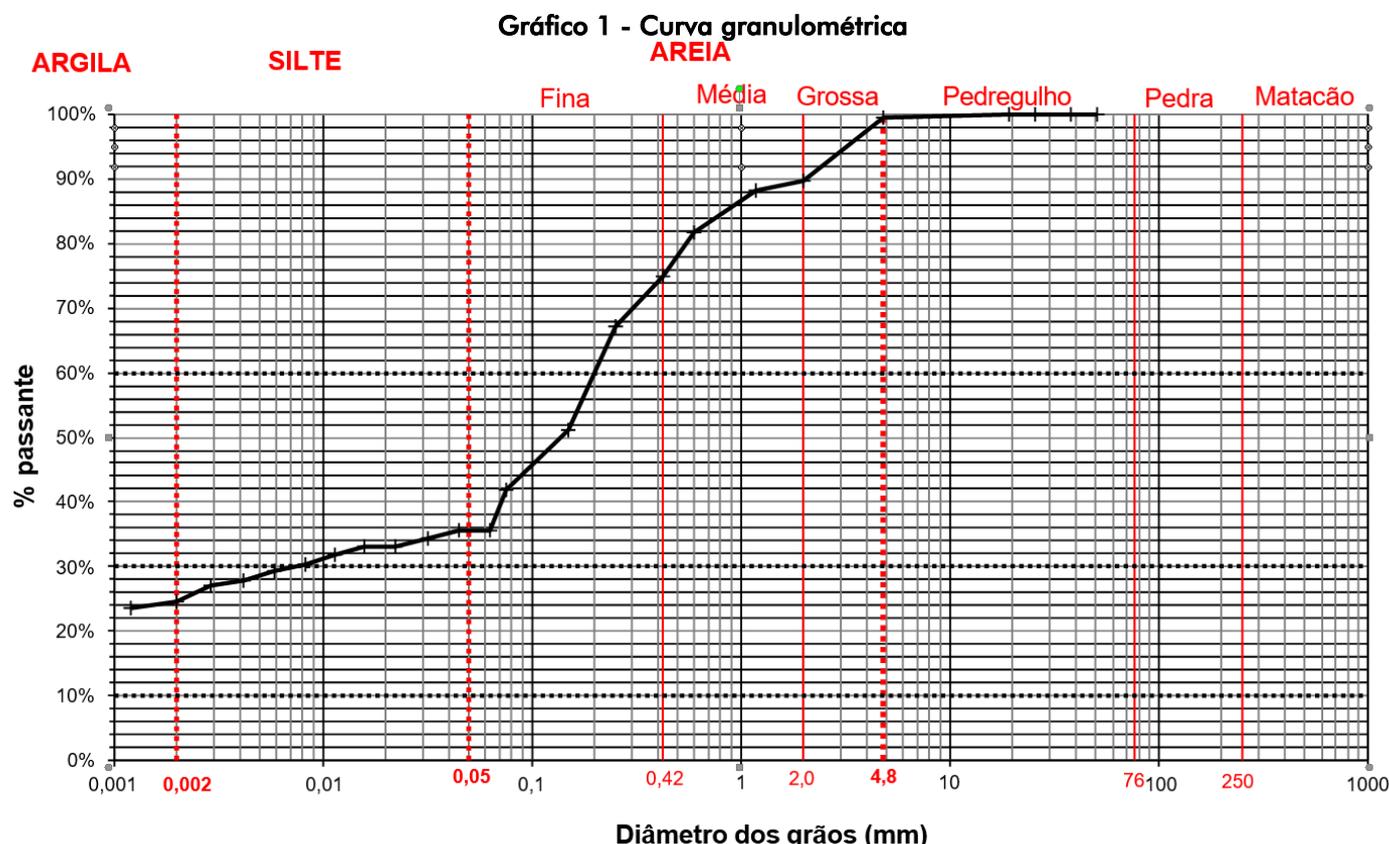
Em relação à durabilidade, os blocos foram ensaiados conforme a NBR 6457 (2016). Após os 28 dias de cura foram pesados. Em seguida, foram mergulhados em um tanque com água por mais 24h, depois pesados. Obtendo, assim, massa inicial natural e a massa úmida.

## Confeção De Blocos De Solo Cimento E Obtenção Dos Blocos Cerâmicos Convencionais

O solo da cidade de Serra Talhada-PE, localidade de Fazenda Nova, deve se adequar as condições exigidas pela norma ABNT (2013) da NBR 10833, passando na peneira 0,075 mm (nº 200): 10 a 50%; limite de liquidez:  $\leq 45\%$ ; índice de plasticidade:  $\leq 18\%$ ). Os blocos foram confeccionados utilizando a máquina manual da SAHARA que consta no laboratório de concreto da Faculdade de Integração do Sertão-FIS. A máquina foi utilizada seguindo as orientações da NBR 10833 (2013) para a fabricação dos blocos. Foram doados 20 blocos cerâmicos pela Olaria Maranata, localizada em Serra Talhada- PE.

## Resultados e Discussão

### ENSAIO DE CARACTERIZAÇÃO DO SOLO UTILIZADO PARA A FABRICAÇÃO DOS BLOCOS

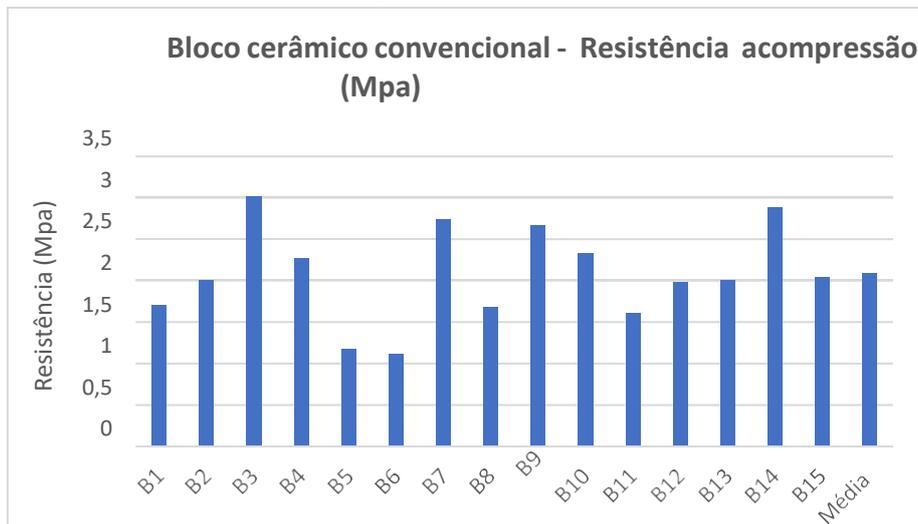


Com base nos ensaios foi possível fazer a caracterização do solo, podendo afirmar que o solo utilizado para a fabricação dos blocos é uma areia argilosa com Limite de liquidez (LL) 40, índice de plasticidade (IP) 22 e limite de plasticidade (LP) 18. Sabendo que a parcela de

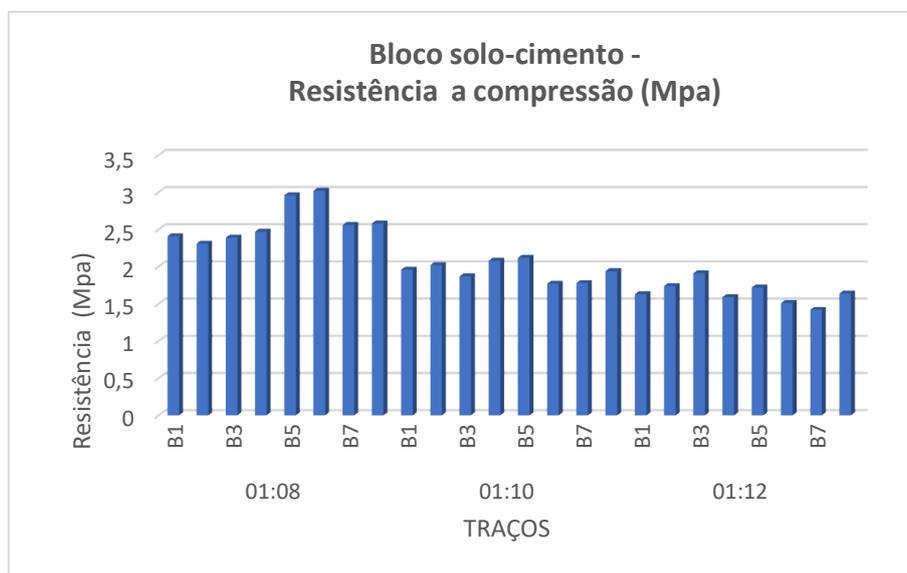
argila do solo é responsável por essa plasticidade, mesmo sendo uma areia argilosa, possui um alto limite de plasticidade porque a areia possui muito material fino. O solo possui média de 28% de argila e 35% de areia fina, sendo uma areia de alta compressibilidade, conforme ilustra o gráfico 1.

## ANÁLISE COMPARATIVA DA RESISTENCIA ENTRE BLOCO CERÂMICO CONVENCIONAL DE VEDAÇÃO E BLOCO DE SOLO-CIMENTO

**Gráfico 2 - Resistência a compressão dos blocos cerâmicos convencionais**



**Gráfico 3: Resistência a compressão dos blocos solo-cimento**



Nesta etapa, os gráficos 2 e 3 demonstram os resultados dos ensaios feitos para as 15 amostras de bloco cerâmico convencional e para as 10 amostras de cada traço do bloco solo-cimento realizada na prensa de resistência a compressão do laboratório da faculdade. Após o ensaio de resistência a compressão, permitiu identificar o melhor traço para a fabricação dos blocos solo-cimento, conforme as resistências seguintes:

- Blocos com traços 1:8 a resistência média foi de 2,58 Mpa;
- Blocos com traços de 1:10 apresentou resistência média de 1,94 Mpa;
- Blocos com traços de 1:12 a resistência média foi de 1,64 Mpa.

Em síntese, observa-se que o melhor traço foi de 1:8, pois apresentou uma maior resistência comparado aos demais. Já os 15 blocos cerâmicos convencionais de vedação que foram submetidos ao ensaio de resistência a compressão sua média foi de 2,08 Mpa. Dessa forma, realizando um comparativo com a média das resistências, os blocos solo-cimento de traço 1:8 tem uma resistência superior aos blocos cerâmicos convencionais. Segundo a ABNT da NBR 15270-1, os blocos cerâmicos convencionais usados com furos na horizontal devem ter resistência  $\geq 1,5$  Mpa e blocos usados com furos na vertical  $\geq 3,0$  Mpa. De acordo com a ABNT (2012) da NBR 8492 os blocos solo-cimento não podem apresentar a média dos valores de resistência à compressão menor do que 2,0 MPa nem valor individual inferior a 1,7 Mpa.

## ANÁLISE COMPARATIVA DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DO BLOCO CERÂMICO CONVENCIONAL DE VEDAÇÃO E DO BLOCO DE SOLO-CIMENTO

Gráfico 4: Absorção de água dos blocos cerâmicos convencionais

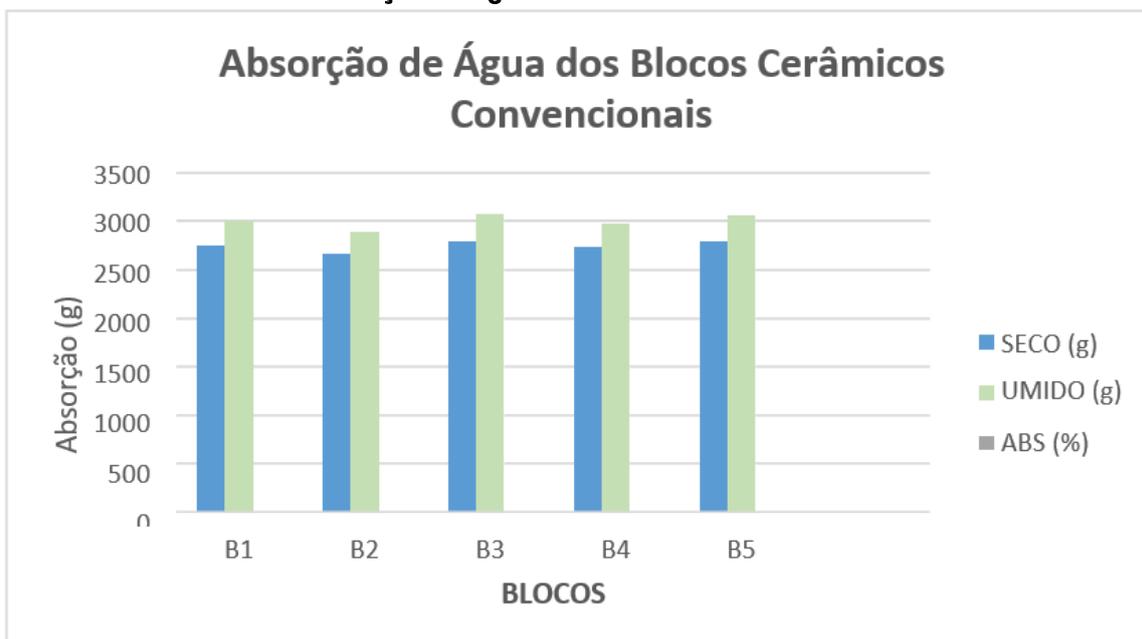
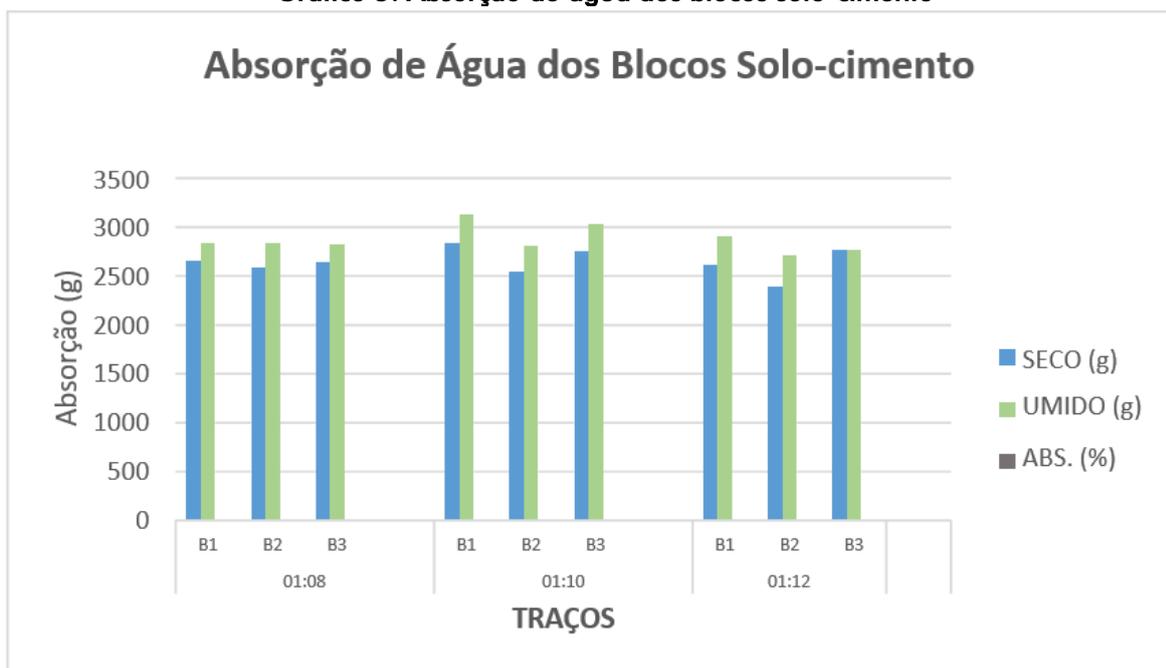


Gráfico 5: Absorção de água dos blocos solo-cimento



Conforme se observa nos gráficos 4 e 5, a média de absorção de água dos blocos cerâmicos convencionais foi 8,48% e a média de absorção do blocos solo-cimento com traço de 1:8 foi 7,34%. Porém, com traço de 1:10 foi 9,36% e com traço de 1:12 foi 9,46%. Ao observar as médias conclui-se que os blocos que menos absorveu água foram os blocos com traço de 1:8, em comparação aos blocos cerâmicos.

Diante dos resultados, evidencia-se que o bloco solo-cimento tem uma resistência superior e sua utilidade é mais econômica e sustentável em relação ao bloco cerâmico convencional. Pelo estudo feito, constatou-se que este bloco realmente possui algumas vantagens quando comparado aos blocos cerâmicos comuns e recomenda-se sua empregabilidade no setor da construção civil.

## Conclusões

Com base nos resultados obtidos deste trabalho, o qual teve como objetivo demonstrar os benefícios do material solo-cimento em relação ao bloco cerâmico convencional, fazendo uma análise comparativa entre ambos, como alternativa visando princípios sustentáveis na sua fabricação e execução, após os ensaios laboratoriais das amostras dos blocos solo-cimento moldados com solo disponível no laboratório da Faculdade de Integração do Sertão-FIS, comparando a resistência à compressão simples e a absorção de água dos blocos produzidos, mostra-se as seguintes conclusões:

Com os ensaios realizados no laboratório da faculdade foi possível identificar as qualidades físicas e mecânicas de ambos blocos selecionando qual material é mais viável e importante para ser usado nas alvenarias. Os blocos solo-cimento com traço de 1:8 teve sua média a resistência de 2,58 Mpa, superior aos blocos cerâmicos de vedação da Olaria – Maranata. Em contrapartida, apresentou média de 7,34% a absorção de água sendo inferior aos blocos cerâmicos.

Pode-se afirmar que o bloco solo-cimento atendeu a todos os critérios esperados de resistência, absorção e durabilidade. Logo, este novo material de construção permite que se saia das opções tradicionais. No entanto, é necessário ter um conhecimento melhor acerca destas novas opções com o intuito de gerar maior confiabilidade, fomentando maiores aplicabilidades dentro das obras, permitindo que os blocos solo-cimento tenham seu desempenho e propriedades cada vez mais conhecidos e estudados, pois, suas características são imprescindíveis para um bom desempenho de edificação e sustentabilidade.

## Referências

ANGELO, S.C; JOHN, V.M; ULSEN, C; KAHN, H. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados separados por líquidos densos**. São Paulo, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural**. Rio de Janeiro: NBR-10834, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Componentes cerâmicos - Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria**. NBR 15270-1. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água**. NBR-6458. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica — Procedimento**. NBR- 10833. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - análise granulométrica.** NBR-7181. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo-cimento - Dosagem para emprego como camada de pavimento - Procedimento.** NBR 12253. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo-cimento – Ensaio de compactação.** NBR 12023. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - Cimento - tijolos maciços de solo-cimento: determinação da resistência à compressão e da absorção de água.** NBR- 8492. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - determinação do limite de liquidez.** NBR-6459. Rio de Janeiro: 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Solo - determinação do limite de plasticidade.** NBR-7180. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Preparação de amostras de solo para ensaio normal de compactação e ensaio de caracterização.** NBR-6457. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Tijolo de bloco solo cimento.** NBR-8491. Rio de Janeiro, 2012.

CIB – INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCH AND INNOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION. United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre UNEP-IETC. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries: A discussion document** Boutek Report No Bou/E0204, Pretória, CIB/UNEP-IETC. 2002.

DNER-ME 203/1994 - **Ensaio Determinação da durabilidade através da perda de massa por molhagem e secagem. Norma Rodoviária, Método de Ensaio.** MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS E RODAGEM.

SOUZA, A; PICCOLI, P.H.M; ASSIS, R.C.T. **A utilização do tijolo ecológico na construção de baixo custo. Uma opção viável para casas populares.** Univertix; três Rios/ MG; 2020.

Recebido: 18/05/2023

Aprovado: 14/06/2023