

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA
CORREÇÃO GRANULOMÉTRICA DO SOLO DE DOURADOS-MS
PARA A FABRICAÇÃO DE TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO**

BRUNO APARECIDO BEZERRA GONÇALVES
MATHEUS VIANA ALVES

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2023

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA CORREÇÃO
GRANULOMÉTRICA DO SOLO DE DOURADOS-MS PARA A FABRICAÇÃO DE
TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO**

Bruno Aparecido Bezerra Gonçalves
Matheus Viana Alves

Orientador: Prof. Dr. Elton Aparecido Siqueira Martins

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrícola.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A474u Alves, Matheus Viana
 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA CORREÇÃO
 GRANULOMÉTRICA DO SOLO DE DOURADOS-MS PARA A FABRICAÇÃO DE TIJOLOS
 DE SOLO-CIMENTO [recurso eletrônico] / Matheus Viana Alves, Bruno Aparecido Bezerra
 Gonçalves. -- 2023.
 Arquivo em formato pdf.

 Orientador: Elton Aparecido Siqueira Martins.
 TCC (Graduação em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2023.
 Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
 <https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

 1. Tijolo ecológico. 2. Resistência à compressão. 3. Absorção de água. I. Gonçalves, Bruno
 Aparecido Bezerra. II. Martins, Elton Aparecido Siqueira. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA CORREÇÃO
GRANULOMÉTRICA DO SOLO DE DOURADOS-MS PARA FABRICAÇÃO DE
TIJOLOS DE SOLO-CIMENTO

Por

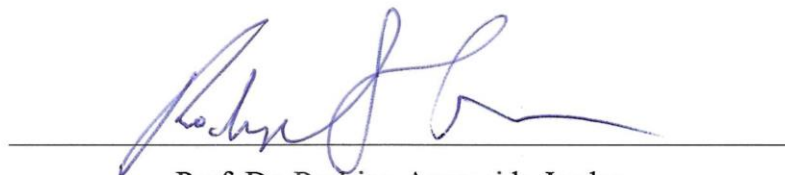
Bruno Aparecido Bezerra Gonçalves
Matheus Viana Alves

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Aprovado em: 19 de abril de 2023.



Prof. Dr. Elton Aparecido Siqueira Martins
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Rodrigo Aparecido Jordan
Membro da banca – UFGD/FCA



Prof. Dr. Valdiney Cambuy Siqueira
Membro da banca – UFGD/FCA

Dedico este trabalho aos meus pais Ogeni Bezerra Leite e Miguel Rodrigues Gonçalves, e as minhas irmãs Leticia B. L. Gonçalves, Beatriz A. B. Gonçalves e Katia M. B. Leite.

Bruno Aparecido Bezerra Gonçalves

Dedico este trabalho à minha mãe Maria Helena Rocha Viana, à minha irmã Robertta Viana Alves e ao meu tio Adão T. Ribeiro. Sem o apoio de vocês esse sonho jamais seria possível.

Matheus Viana Alves

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Deus, que fez com que nossos objetivos fossem alcançados, durante todos os nossos anos de estudos.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), por toda infraestrutura e corpo docente presente nessa instituição.

Ao nosso orientador, Prof. Dr. Elton Aparecido Siqueira Martins, por toda a paciência, dedicação e apoio para o desenvolvimento do TCC. Agradecemos pelo suporte e disposição para as orientações deste e dos demais trabalhos que tivemos o prazer de produzir com o senhor, obrigado por ser nosso orientador que não mediu esforços para solucionar os problemas e dúvidas que surgiram ao longo da pesquisa.

Aos colegas, Matheus Jara, Marcelo Oliveira e Jesica Setti, somos imensamente gratos por toda a ajuda no desenvolvimento desse TCC. A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Ao técnico do laboratório do curso de Engenharia Civil, Geison de Lima, pelo auxílio nos ensaios de resistência à compressão simples dos tijolos de solo-cimento, e ao técnico do laboratório do curso de Engenharia Agrícola, Alexandre Zuiewskiy, pela ajuda na manutenção da prensa manual para moldagem dos tijolos de solo-cimento.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Aparecido Jordan, por emprestar a sua área experimental para alocação da matéria prima utilizada, da prensa manual, betoneira e para cura dos tijolos solo-cimento.

Ao senhor Xavier, pelo fornecimento do resíduo de construção civil (RCC), para produção dos tijolos solo-cimento.

Obrigado!

GONÇALVES, Bruno Aparecido Bezerra; ALVES, Matheus Viana. **Utilização de resíduos da construção civil para correção granulométrica do solo de Dourados-MS para fabricação de tijolos de solo-cimento.** 2023. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2023.

RESUMO

Os tijolos de solo-cimento resultam da mistura homogênea de solo, cimento e água, compactado por prensagem e curados à sombra. Conforme descrito na NBR 10833:2012, o solo adequado para a fabricação de tijolos de solo-cimento precisa ser 100% passante na peneira de 4,75 mm e de 10 a 50% passante na peneira de 0,075 mm, ou seja, o solo deve possuir no máximo 50% de finos (silte + argila). O solo de Dourados-MS não possui granulometria adequada para a fabricação de tijolos de solo cimento, sendo necessário a correção granulométrica do mesmo para tal finalidade. Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, realizar misturas de solo e Resíduos da Construção Civil (RCC), em diferentes proporções para corrigir a granulometria do solo de Dourados-MS e utilizar as misturas de solo e RCC para a fabricação de tijolos de solo-cimento e avaliar quais as misturas de solo e RCC proporcionam corpos de prova com resistência à compressão e absorção de água adequados para a utilização. Por meio do processo algébrico, para determinar a correção granulométrica do solo, verificou-se que era necessário, no mínimo, 47% de RCC na mistura, em massa, de solo e RCC para efetuar a correção granulométrica do solo de Dourados-MS. Para a correção granulométrica foram efetuadas três misturas de solo e RCC, sendo elas com 50, 60 e 70% de RCC. Para cada mistura de solo e RCC foram moldados, em uma prensa manual, 15 corpos de prova, de tijolos de solo-cimento, utilizando o traço, em volume, de 1:8 (cimento: mistura de solo e RCC). Após a prensagem, os corpos de prova, foram empilhados em um local com superfície plana e protegidos da radiação solar e incidência de ventos, cobertos com uma lona plástica preta e umedecidos durante os sete primeiros dias de cura. Após 28 dias de cura, foram selecionados dez corpos de provas, aleatoriamente, e submetidos aos ensaios de análise dimensional, compressão simples e absorção de água. As três misturas de solo e RCC foram adequadas para corrigir a granulometria do solo de Dourados-MS para a fabricação de tijolos de solo cimento, porém, apenas os corpos de prova provenientes da mistura de solo com 50% de RCC apresentaram resistência à compressão superior a 2 MPa, sendo a única a atender a resistência à compressão requerida na NBR 8491:2012, já com relação a absorção de água, todos os tratamentos apresentaram absorção de água da ordem de 21%, sendo que a norma supracitada requer que a absorção de água seja inferior a 20%.

Palavras-chave: Tijolo ecológico. Resistência à compressão. Absorção de água.

GONÇALVES, Bruno Aparecido Bezerra; ALVES, Matheus Viana. Use of civil construction waste for granulometric correction of the soil of Dourados-MS for the manufacture of soil-cement bricks. 2023. 35 f. Final Paper (Bachelor in Agricultural Engineering) – Faculty of Agricultural Sciences, Federal University of Grande Dourados, Dourados, 2023.

ABSTRACT

Soil-cement bricks result from the homogeneous mixture of soil, cement and water, compacted by pressing and cured in the shade. As described in NBR 10833:2012, the soil suitable for the manufacture of soil-cement bricks needs to be 100% passant in the 4.75 mm sieve and from 10 to 50% passing in the 0.075 mm sieve, that is, the soil must have a maximum of 50% fines (silt + clay). The soil of Dourados-MS does not have adequate granulometry for the manufacture of cement soil bricks, being necessary the granulometric correction of the same for this purpose. In view of the above, the objective of this work was to perform mixtures of soil and Civil Construction Residues (RCC), in different proportions to correct the granulometry of the soil of Dourados-MS and to use the mixtures of soil and RCC for the manufacture of soil-cement bricks and to evaluate which mixtures of soil and RCC provide specimens with resistance to compression and water absorption suitable for use. Through the algebraic process, to determine the granulometric correction of the soil, it was verified that it was necessary, at least, 47% of CCR in the mixture, by mass, of soil and RCC to perform the granulometric correction of the soil of Dourados-MS. For the particle size correction, three mixtures of soil and CCR were performed, with 50, 60 and 70% of CCR. For each soil and RCC mixture, 15 specimens of soil-cement bricks were molded in a manual press, using the trace, in volume, of 1:8 (cement: soil mixture and RCC). After pressing, the specimens were stacked in a place with a flat surface and protected from solar radiation and wind incidence, covered with a black plastic tarp and moistened during the first seven days of curing. After 28 days of curing, ten specimens were randomly selected and submitted to dimensional analysis, simple compression and water absorption. The three mixtures of soil and RCC were adequate to correct the soil granulometry of Dourados-MS for the manufacture of cement soil bricks, however, only the specimens from the soil mixture with 50% of RCC presented compressive strength higher than 2 MPa, being the only one to meet the compressive strength required in NBR 8491:2012, already with regard to water absorption, all treatments presented water absorption of the order of 21%, and the aforementioned standard requires that the water absorption is less than 20%.

Keywords: Ecological brick. Compressive strength. Water absorption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Solo (A) e RCC (B) passado na peneira com abertura de 4,75 mm.	5
Figura 2. Curva granulométrica do solo e do RCC utilizados para a fabricação dos tijolos de solo-cimento.	6
Figura 3. Prensa manual e betoneira de 400 L utilizados para fabricação dos tijolos de solo-cimento com adição de RCC.	9
Figura 4. Tijolos de solo-cimento com adição de RCC durante o processo de cura.	10
Figura 5. Tijolos sendo medidos para os ensaios de análise dimensional.	11
Figura 6. Corpos de prova submetido a secagem na estufa de circulação forçada de ar.	11
Figura 7. Corpos de prova imersos em tanque com água.	12
Figura 8. Corpo de prova preparado para o ensaio de resistência à compressão.	13
Figura 9. Corpos de prova imersos em água para o ensaio de resistência à compressão.	14
Figura 10. Corpo de prova na prensa elétrica digital durante o ensaio de resistência à compressão.	14
Figura 11. Curvas granulométricas das mistura de solo e RCC.	16
Figura 12. Resistência à compressão dos corpos de prova.	18
Figura 13. Absorção de água dos corpos de prova.	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição granulométrica do solo, RCC e da mistura solo e RCC.	7
Tabela 2. Traços utilizados para a fabricação dos corpos de prova de tijolos de solo-cimento.	8
Tabela 3. Dimensões médias dos corpos de provas e desvio padrão da amostra para cada valor médio.	17

SUMÁRIO

	Página
1 Introdução.....	1
2 Revisão de literatura	3
2.1 Tijolo solo-cimento	3
2.2 Resíduos da construção civil	4
3 Material e métodos	5
3.1 Solo.....	5
3.2 Cimento e Água	7
3.3 Fabricação.....	7
3.3.1 Correção do solo e traços para moldagem dos tijolos de solo-cimento	7
3.3.2 Moldagem e Cura	9
3.4 Ensaio.....	10
3.4.1 Análise dimensional	10
3.4.2 Absorção de Água	11
3.4.3 Ensaio de resistência à compressão	12
4 Resultados e discussão	16
5 Conclusões.....	20
6 Referências bibliográficas	21

1 INTRODUÇÃO

Os tijolos de solo-cimento resultam da mistura homogênea de solo, cimento e água, compactada por prensagem, em prensa manual ou hidráulica, curada à sombra (ABNT, 2012a). Os tijolos de solo-cimento são uma alternativa para a construção civil, com um tempo curto de cura, de 7 dias, esses tijolos podem ter uma grande resistência à compressão simples similar à dos tijolos de cerâmica (PINHEIRO e SOARES, 2010). Sendo assim, os tijolos de solo-cimento são uma alternativa em sintonia com o desenvolvimento sustentável por precisarem de baixo consumo de energia na extração da matéria-prima, não necessitam do processo de queima em sua confecção e diminuem a necessidade de transporte, pois podem ser produzidos com o solo do próprio local da obra (SOUZA; SEGANTINI; PEREIRA, 2008).

O solo para a fabricação de tijolos de solo-cimento deve ter todas as suas partículas passantes na peneira com abertura de 4,75 mm e de 10 a 50% passante na peneira com abertura de 0,075 mm, de acordo com a NBR 10833:2012 (ABNT, 2012a). Ou seja, o solo para a fabricação de tijolos de solo-cimento, deve possuir no máximo 50% de material passante na peneira com abertura de 0,075 mm (silte + argila).

Analizando a utilização do solo de Dourados-MS para a fabricação de tijolos de solo-cimento, verifica-se que o mesmo não apresenta granulometria adequada de acordo com as especificações apresentadas na NBR 10833:2012 (ABNT, 2012a), pois o solo de Dourados, de acordo com Cortez et al. (2019), o qual em sua pesquisa trabalhando com o solo da Fazenda Experimental da UFGD, em Dourados-MS, verificou que o mesmo é um Latossolo Vermelho Distroférrico, o qual à uma profundidade de 0,30 m, possui em sua composição granulométrica 19,9% de areia, 62,2% de argila e 19,8% de silte, ou seja, a quantidade total de material fino (passante na peneira 0,075 mm) é de 82% (silte + argila). Deste modo, evidencia-se que o solo de Dourados-MS não possui granulometria adequada para a fabricação de tijolos de solo-cimento.

Visando a fabricação de tijolos de solo-cimento, em locais em que a composição granulométrica do solo não é adequada para tal finalidade, uma alternativa é a mistura de solos para realizar a correção granulométrica do solo local. Jordan et al. (2019), trabalhando com a fabricação de tijolos de solo-cimento em Dourados-MS, para fazer a correção granulométrica do solo local, misturou o solo de Dourados-MS, que tem em sua composição granulométrica maior proporção de finos (silte + argila) com o solo de Itahum-MS, o qual tem na sua composição granulométrica maior proporção de grossos (areia), numa proporção, em massa, de 0,8:1,0, respectivamente, para efetuar a correção granulométrica do solo.

Fensterseifer (2019), em seu estudo para a fabricação de blocos de solo-cimento, com solo do município de Ijuí-RS, o qual possui 90,96% de finos (silte + argila), visando a estabilização granulométrica deste solo para a fabricação dos blocos de solo-cimento, efetuou a mistura do solo local com Resíduos da Construção Civil (RCC) e areia, em diferentes proporções e concluiu que é possível a produção de blocos de solo-cimento com a adição de RCC.

De acordo com Segantini e Wada (2011), 50% de todos os resíduos encontrados no mundo são oriundos do setor da construção civil, sendo que em cada obra 30% dos materiais são desperdiçados. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, relata que durante o ano de 2020, no Brasil, foram gerados 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos. Desse quantitativo gerado, cerca de 47 milhões de toneladas são coletas de resíduos de construção e demolição, o que representa um crescimento de 5,5%. A região Centro-Oeste se destaca pelas coletas per capita com quase 319 kg de resíduos de construção e demolição por habitante/ano (ABRELPE, 2021).

Há diversas pesquisas evidenciando a utilização da mistura de RCC e solo para fabricação de tijolos de solo-cimento (MIRANDA, 2019; FENSTERSEIFER, 2019; DANTAS, 2020; SEGANTINI e WADA, 2011). Logo, para locais em que o solo apresenta uma composição granulométrica composta preponderantemente por finos, há possibilidade do uso de RCC para efetuar a correção da granulometria desse solo, tornando-o viável para o uso na fabricação de tijolos de solo-cimento, assim sendo uma alternativa para reciclagem desses resíduos.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho, realizar misturas de solo e RCC em diferentes proporções, de modo a corrigir a granulometria do solo de Dourados-MS para a fabricação de tijolos de solo-cimento e avaliar quais as misturas de solo e RCC proporcionam corpos de prova com resistência à compressão e absorção de água que atendam aos requisitos da NBR 8491:2012.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TIJOLO SOLO-CIMENTO

A utilização de tijolo de solo-cimento pode diminuir o custo das obras e proporcionar mais agilidade, favorecendo a diminuição dos impactos ambientais. Para a fabricação desses tijolos utiliza-se uma mistura de solo, cimento e água, onde esses materiais são misturados até obter uma mistura homogênea para serem moldados em uma prensa (SANTANA FILHO et al., 2018).

Devido às inovações de produtos e materiais que foram surgindo no mercado, os consumidores foram perdendo o interesse pelos tijolos de solo-cimento. O Brasil, com relação a métodos sustentáveis está muito atrasado, apesar das vantagens destacadas a respeito da utilização dos tijolos de solo-cimento, com isso o mercado interno torna-se desfavorável à inserção de produtos ecológicos (MOTTA et al., 2014).

Os tijolos de solo-cimento depois de curados têm uma alta resistência à compressão simples e baixa absorção de água. A sua resistência é mais elevada dependendo da quantidade de cimento utilizado, assim durante a mistura para fabricação dos tijolos, deve-se selecionar uma quantidade ideal de cimento, para tijolos ou blocos, curado, é necessário qualidade, sem elevação desnecessária do custo do produto final (PINHEIRO et al., 2006). Os tijolos de solo-cimento podem ser utilizados para alvenaria de vedação (em paredes), mas também podem ser aplicados em fundações, passeios e contrapisos, além de coberturas abobadadas e lajes mistas (SEGANTINI e WADA, 2011).

Segundo Motta et al (2014) a granulometria desejável do solo para ser utilizado na fabricação de tijolos de solo-cimento deve apresentar de 10% a 20% de argila; 10% a 20% de silte e 50% a 70% de areia. Ainda, de acordo com os mesmos autores, os tijolos de solo-cimento, comparados aos tijolos convencionais, são mais resistentes, impermeáveis e duráveis. O RCC pode ser utilizado na fabricação dos tijolos solo-cimento, diminuindo sua quantidade descartada nas obras.

As construções com tijolos ecológicos são mais eficazes do que as construções com tijolos convencionais por conta da moldagem com furos que facilita o encaixe durante o assentamento, podendo fazer a utilização de cola plástica e não necessitando de argamassa, tornando-se uma construção mais rápida e podendo reduzir custos por conta da não utilização de materiais como madeira, areia, aço, gastos com acabamento e agregados (LIMA et al., 2016).

Tijolos convencionais podem gerar custos mais elevados na construção civil pelo fato de ter que fazer cortes nas paredes para a realização das instalações hidrossanitárias e elétricas. Sendo assim, não se pode fazer a reutilização, sendo necessário novos materiais para suprir o prejuízo, e os tijolos ecológicos dispensam tudo isso por conta do seu formato de moldagem (LIMA et al., 2016).

Um parâmetro muito importante a fabricação de tijolos de solo-cimento é a determinação da quantidade de água inserida na mistura do solo e cimento. Para verificar se a mistura de solo e cimento para a moldagem dos tijolos atingiu a umidade ótima pode-se moldar, com a mãos, uma bolinha com a mistura úmida e apertar essa mistura, após apertar e abrir a mão essa massa deverá ter a marca deixada pelos dedos, caso isso não ocorra significa que a mistura está muito seca. Um outro teste para verificar a umidade ótima do solo é moldar uma bolinha e deixar cair de uma altura de um metro no chão, se a bolinha não se desfazer ao cair significa que a mesma tem muita água, caso se desfaça em muitas pedações a mistura está com a umidade adequada (TAVEIRA et al., 2016).

2.2 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os resíduos da construção civil (RCC) é composto por restos de argamassa, tijolos, alvenaria, concreto, cerâmica, gesso, madeira, metais etc., geralmente são descartados em aterros sanitários, devido à falta de uma demanda alternativa para esse resíduo, uma forma opcional seria a reciclagem. O uso de RCC forma agregados de ótima qualidade, geralmente utilizados em confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa e revestimento, camadas de base e sub-base, pavimentos, entre outros produtos (BRASILEIRO e MATOS, 2015).

De forma geral, os RCC são vistos como resíduos de baixa periculosidade, sendo o impacto causado, principalmente, pelo grande volume gerado. Contudo, nestes resíduos também são encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens diversas que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças (KARPINSK et al., 2009).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Construções Rurais e Ambiente, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Unidade II, no município de Dourados MS, e também foi utilizado o Laboratório de Engenharia Civil (EC/UFGD) da Faculdade de Engenharias (FAEN/UFDG).

3.1 SOLO

O solo foi coletado na Unidade II, da UFGD, no município de Dourados-MS. A fim de evitar coletar solo com elevada quantidade de matéria orgânica, o mesmo foi coletado em uma profundidade de 0,30 m, conforme descrito na NBR 10833:2012 (ABNT, 2012a) deve ser evitado solo com presença considerável de matéria orgânica em virtude de a mesma prejudicar a hidratação do cimento, justificando assim a coleta solo em uma profundidade a partir de 0,30 m.

De acordo com a NBR 10833:2012 (ABNT, 2012a), o solo para a fabricação de tijolos de solo-cimento deve ter 100% de suas partículas passante na peneira com abertura de 4,75 mm e, ainda, de 10 a 50% passante na peneira com abertura de 0,075 mm, além de apresentar limite de liquidez menor ou igual a 45% e índice de plasticidade menor ou igual a 18%.

Deste modo, o solo coletado foi peneirado na peneira com abertura de 4,75 mm, de modo a descartar todo o material não passante nesta peneira. O material passante nesta peneira foi depositado em local coberto para a secagem ao ar (Figura 1A), para posteriormente ser utilizado no preparo do traço.

A.



B.



Figura 1. Solo (A) e RCC (B) passado na peneira com abertura de 4,75 mm.

Fonte: Autores, 2023.

O resíduo da construção civil (RCC) utilizado é composto por materiais provenientes de demolição e descartes de obras (alvenaria, concreto e revestimentos cerâmicos). O RCC foi obtido já triturado em uma empresa situada no município de Dourados-MS, esse material também foi passado na peneira com abertura de 0,075 mm (Figura 1B), a fim de descartar as partículas retidas nesta peneira.

O solo e o RCC, após o peneiramento e secagem ao ar, foram submetidos ao ensaio de granulometria por peneiramento, de acordo com a metodologia proposta na NBR 7181:2016 (ABNT, 2016). As curvas granulométricas do solo e do RCC são apresentadas na Figura 3.

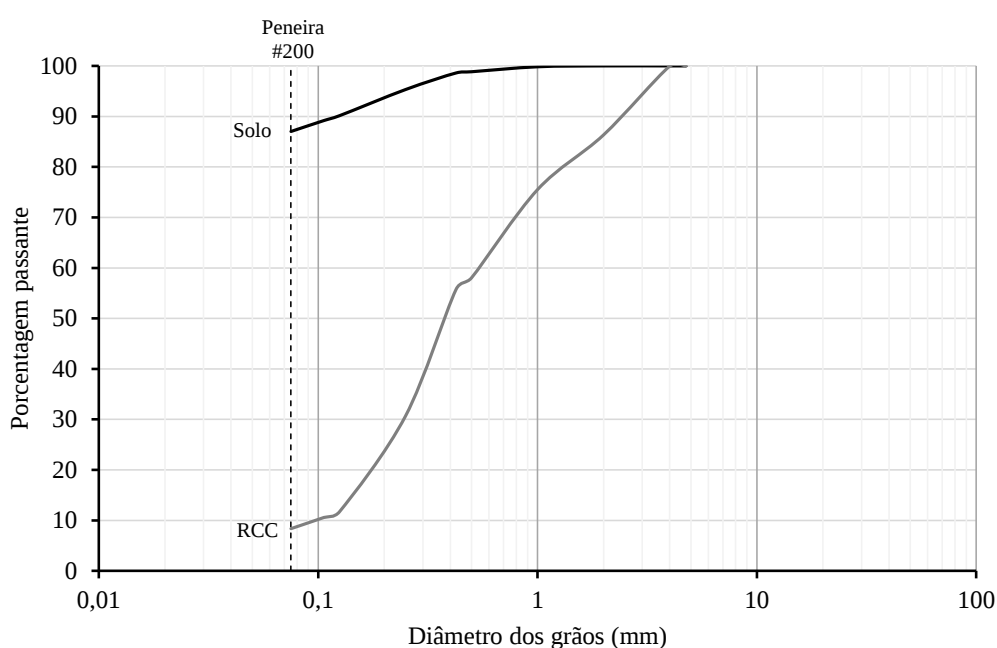


Figura 2. Curva granulométrica do solo e do RCC utilizados para a fabricação dos tijolos de solo-cimento.

Fonte: Autores, 2023.

Analisando a Figura 2, verifica-se que o solo coletado possui 87,02% passante na peneira com abertura de 0,075 mm, o que corresponde a partículas de silte e argila (finos), e 12,98% deste material fica retido na peneira com abertura de 0,075 mm, o que corresponde a partículas de areia (grossos).

De acordo com a curva granulométrica do RCC (Figura 2), verifica-se que o mesmo possui 8,36% de partículas finas, ou seja, com diâmetro equivalente menor que 0,075 mm e possui 91,64% de partículas com diâmetro equivalente entre 0,075 e 4,75 mm.

3.2 CIMENTO E ÁGUA

Para produção dos tijolos de solo-cimento utilizou-se o cimento o CP-II-F-32 adquirido em lojas de materiais de construção do município de Dourados-MS, e a água utilizada foi proveniente da rede de abastecimento da Unidade II da UFGD.

3.3 FABRICAÇÃO

3.3.1 Correção do solo e traços para moldagem dos tijolos de solo-cimento

Conforme já evidenciado na Figura 2, é necessário corrigir o solo de Dourados-MS para que o mesmo se enquadre-se nos requisitos dispostos na NBR 10833:2012 (ABNT, 2012a), para a fabricação de tijolos de solo-cimento. A partir das informações apresentadas na Figura 2 e por meio do processo algébrico para correção granulométrica de solos, descrito por Albuquerque e Garcia (2022), foi calculada a quantidade mínima de RCC para adicionar ao solo para efetuar a correção granulométrica, considerando que o material proveniente da mistura de solo e RCC tenha no máximo 50% passante na peneira 0,075 mm.

Na Tabela 1 e nos sistemas de Equações 1, 2 e 3 são apresentadas as etapas de desenvolvimento do processo de cálculo para correção granulométrica do solo.

Tabela 1. Composição granulométrica do solo, RCC e da mistura solo e RCC.

Componentes	Granulometria (%)		Especificações da mistura (%)
	Solo	RCC	
Grosso (>0,075 mm)	12,98 (a ₁)	91,64 (a ₂)	50 (A)
Fino (<0,075 mm)	87,02 (b ₁)	8,36 (b ₂)	50 (B)
Totais	100	100	100
	X ₁	X ₂	

Fonte: Autores, 2023.

$$\begin{cases} a_1 X_1 + a_2 X_2 = A \\ b_1 X_1 + b_2 X_2 = B \end{cases} \quad (1)$$

Em que:

a_1, a_2 : porcentagem, da massa, de partículas grossas (decimal);

b_1, b_2 : porcentagem, da massa, de partículas finas (decimal);

A: porcentagem, da massa, de partículas grossas desejada na mistura (decimal);

B: porcentagem, da massa, de partículas finas desejada na mistura (decimal);

X_1 : porcentagem necessária do material 1 na mistura (decimal); e

X_2 : porcentagem necessária do material 2 na mistura (decimal).

$$\begin{cases} 0,1298 X_1 + 0,9164 X_2 = 0,5 \\ 0,8702 X_1 + 0,0836 X_2 = 0,5 \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} X_1 = 0,529 \sim 53\% \\ X_2 = 0,471 \sim 47\% \end{cases} \quad (3)$$

Com base nos resultados apresentados (Equação 3), verifica-se que a quantidade mínima de RCC na mistura solo e RCC é de 47% para corrigir a granulometria do solo de Dourados-MS para a fabricação de tijolo de solo-cimento. Deste modo, foram efetuadas as misturas de solo e RCC, Tabela 2, para realizar a correção granulométrica do solo e obter um material adequado para a fabricação dos tijolos de solo-cimento.

Tabela 2. Traços utilizados para a fabricação dos corpos de prova de tijolos de solo-cimento.

Tratamento	Traço (em volume)		Composição da mistura (em massa)	
	Cimento	Mistura	Solo (%)	RCC (%)
RCC-50	1	8	50	50
RCC-60	1	8	40	60
RCC-70	1	8	30	70

Fonte: Autores, 2023.

As misturas de solo e RCC foram submetidas ao ensaio de granulometria por peneiramento, de acordo com os procedimentos descritos na NBR 7181:2016 (ABNT, 2016) para verificar a composição granulométrica obtida para cada mistura.

O traço utilizado para a moldagem dos tijolos de solo-cimento foi o 1:8 (cimento: mistura de solo e RCC), em volume. Como foram realizadas três misturas de solo e RCC para a correção granulométrica do solo, foram adotados três tratamentos para fabricação dos corpos de provas de tijolos de solo-cimento (Tabela 2)

3.3.2 Moldagem e Cura

Para o preparo dos traços, primeiramente foi efetuada a mistura do solo e do RCC, em uma betoneira de 400 L (Figura 3), de acordo com as proporções apresentadas na Tabela 2.



Figura 3. Prensa manual e betoneira de 400 L utilizados para fabricação dos tijolos de solo-cimento com adição de RCC.

Fonte: Autores, 2023.

Os traços apresentados na Tabela 2, são em volume (1:8), deste modo, visando facilitar a dosagem do traço no experimento, o traço em volume foi devidamente convertido para traço em massa, multiplicando-se cada fração do traço por sua respectiva massa unitária. Foram determinadas a massa unitária do cimento e as massas unitárias das três proporções de mistura de solo e RCC, de acordo os procedimentos descritos na NBR 16972: 2021 (ABNT, 2021).

Para o preparo de cada traço apresentado na Tabela 2, foram adicionadas na betoneira (Figura 3), as massas previamente calculadas, conforme descrito no parágrafo anterior, de cimento e da mistura de solo e RCC, e misturadas até que a mistura ficasse homogênea. Posteriormente adicionou-se água de forma gradativa até o traço atingir a umidade ótima para a prensagem do material. A umidade ótima do traço foi determinada, empiricamente, de acordo com o procedimento descrito por Taveira et al. (2016). Para cada tratamento foram prensados 15 corpos de prova.

Após o material atingir a umidade ótima o mesmo foi transferido para uma prensa manual (Figura 3), para a moldagem. Os corpos de prova moldados foram retirados da prensa

e levados a um ambiente protegido da radiação solar e do vento, dispostos sobre uma superfície plana e coberto com uma lona plástica preta (Figura 4), visando manter a umidade dos corpos de prova durante a etapa inicial de cura. Durante os primeiros sete dias os corpos de prova foram umedecidos diariamente.



Figura 4. Tijolos de solo-cimento com adição de RCC durante o processo de cura.

Fonte: Autores, 2023.

3.4 ENSAIOS

Após 28 dias de cura, foram selecionados dez corpos de provas de cada tratamento, aleatoriamente, para fazer os ensaios de análise dimensional, absorção de água e resistência à compressão. Os dez corpos de prova de cada tratamento foram submetidos a análise dimensional. Destes dez corpos de prova, sete foram submetidos ao ensaio de resistência a compressão e os outros três ao ensaio de absorção de água, os ensaios descritos a seguir foram executados conforme descrito na NBR 8492: 2012 (ABNT, 2012c).

3.4.1 Análise dimensional

Para a análise dimensional, foram efetuadas três medições para cada dimensão dos corpos de prova (comprimento, largura e altura), sendo uma em cada extremidade e outra no meio, utilizando um paquímetro com resolução de 0,01 mm, conforme Figura 5.



Figura 5. Tijolos sendo medidos para os ensaios de análise dimensional.

Fonte: Autores, 2023.

3.4.2 Absorção de Água

Os corpos de provas foram submetidos a secagem em uma estufa de circulação forçada de ar, com temperatura constante, ajustada entre 105 e 110 °C, Figura 6. Os corpos de provas foram secos até atingirem massa constante, logo após, foi determinado a massa de cada corpo de prova, numa balança com resolução de 0,1 g, e anotado os valores de massa seca de cada corpo de prova (m_1).



Figura 6. Corpos de prova submetido a secagem na estufa de circulação forçada de ar.

Fonte: Autores, 2023.

Após os corpos de prova serem retirados estufa, aguardou-se até que os mesmos atingissem a temperatura ambiente e, em seguida, foram imersos num tanque d'água por 24 h (Figura 7). Após o período de imersão, os corpos de prova foram retirados do tanque d'água e enxugados superficialmente com um pano levemente umedecido e submetido a pesagem antes decorrer 3 minutos, anotando-se os valores massa de cada corpo de prova saturado (m_2).



Figura 7. Corpos de prova imersos em tanque com água.

Fonte: Autores, 2023.

A absorção de água foi calculada de acordo com a Equação 4 (ABNT, 2012c).

$$A = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 \quad (4)$$

em que:

A: Absorção de água (%);

m_1 : Massa corpo de prova seco em estufa (g); e

m_2 : Massa corpo de prova saturado (g).

3.4.3 Ensaio de resistência à compressão

Os corpos de prova selecionados para este ensaio, primeiramente foram cortados ao meio, perpendicularmente ao sentido da sua maior dimensão e, em seguida, as duas faces maiores foram superpostas uma sobre a outra e unidas com uma camada fina de pasta de

cimento Portland, de aproximadamente 3 mm de espessura. Após a união das duas metades de cada corpo de prova, foi feito um capeamento, com pasta de cimento Portland, nas faces inferior e superior dos corpos de prova (Figura 8).



Figura 8. Corpo de prova preparado para o ensaio de resistência à compressão.

Fonte: Autores, 2023.

Após o preparo dos corpos de prova, conforme Figura 8, foram efetuadas três medições, utilizando-se um paquímetro digital com resolução de 0,01 mm, de cada dimensão da superfície do corpo de prova a qual foi submetida ao esforço de compressão para ruptura (largura e comprimento), para determinar a área de aplicação da carga. Os corpos de prova foram imersos em um tanque d'água por 6 h antes de ser submetido ao ensaio de compressão (Figura 9), logo após esse período de imersão foram retirados da água e enxugados com um pano levemente umedecido e em seguida dispostos no prato da prensa elétrica digital, de maneira centraliza, conforme Figura 10. A carga foi aplicada de maneira uniforme, à razão de 500 N s^{-1} e elevada gradativamente até que ocorresse a ruptura do corpo de prova.

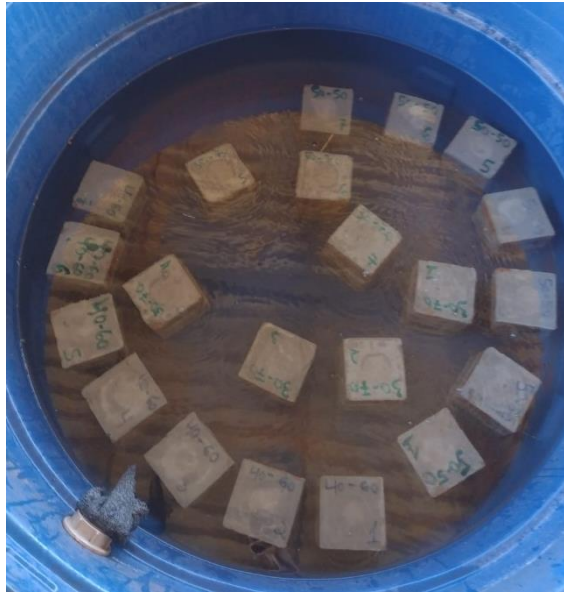


Figura 9. Corpos de prova imersos em água para o ensaio de resistência à compressão.

Fonte: Autor, 2023.



Figura 10. Corpo de prova na prensa elétrica digital durante o ensaio de resistência à compressão.

Fonte: Autores, 2023.

A resistência à compressão simples foi calculada por meio da Equação 5.

$$f_t = \frac{F}{S} \quad (5)$$

em que:

f_c : resistência à compressão simples (MPa);
F: Carga de ruptura do corpo de prova (N); e
S: Área de aplicação da carga (mm²).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas misturas de solo e RCC em que foi utilizado 50, 60 e 70% de RCC, a quantidade de finos na mistura (silte + argila) foi, respectivamente, 48,31; 38,21 e 31,08%, (Figura 11). Verifica-se, que todas as misturas de solo e RCC foram adequadas para realizar a correção granulométrica do solo de Dourados-MS, pois todas as misturas realizadas são 100% passante na peneira com abertura de 4,75 mm e todas apresentam uma porcentagem passante na peneira com abertura de 0,075 mm entre 10 e 50% (Figura 11). Deste modo, pode-se afirmar, que todas as misturas apresentam um material que atende aos requisitos da NBR 10833:2012 (ABNT, 2012a), com relação a composição granulométrica para a fabricação de tijolos de solo-cimento.

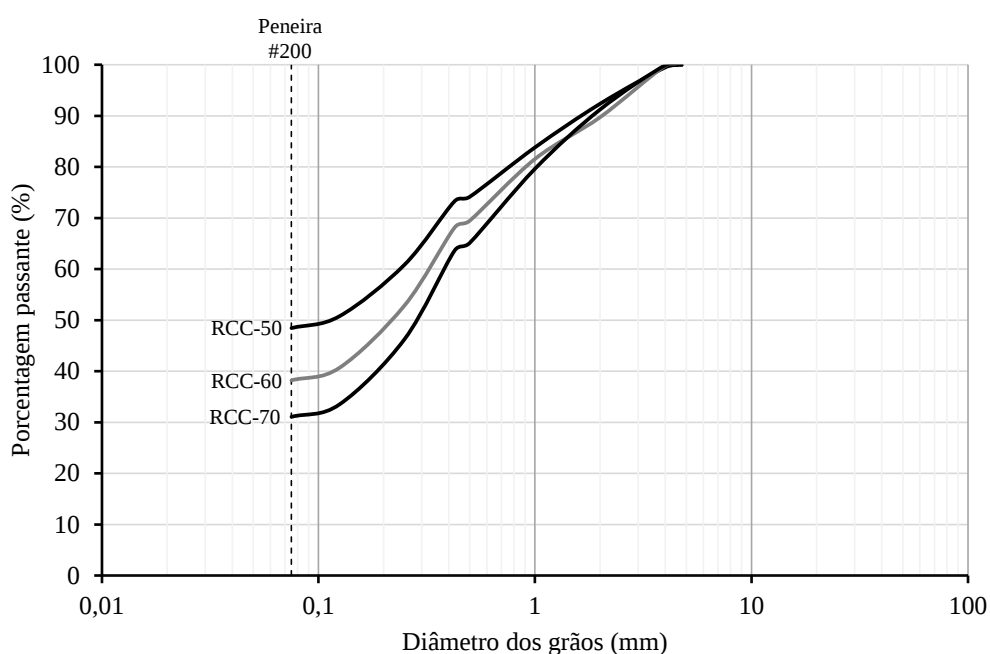


Figura 11. Curvas granulométricas das mistura de solo e RCC.

Fonte: Autores, 2023.

As dimensões médias, largura, altura e comprimento dos corpos de prova são apresentadas na Tabela 3. Verifica-se que a dimensão dos corpos de prova que apresentaram maior desvio padrão da amostra foi a altura, a qual para o tratamento RCC-60 apresentou um desvio de 1,15 mm. Os maiores valores de desvio padrão da amostra para a altura dos corpos de prova pode ser atribuído, provavelmente, a possíveis falhas de compactação no ato da prensagem dos corpos de prova, o que confere maior variação nas alturas dos corpos de prova, ou, também, a desuniformidade da quantidade de material utilizada na prensagem de cada corpo de prova, o que interfere diretamente na altura final do corpo de prova.

Tabela 3. Dimensões médias dos corpos de provas e desvio padrão da amostra para cada valor médio.

Tratamento	Altura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
RCC-50	72,06 ± 0,93	125,14±0,11	250,35±0,10
RCC-60	74,27±1,15	125,18±0,15	250,40±0,15
RCC-70	73,90±0,99	125,85±0,12	251,67±0,29

Fonte: Autores, 2023.

A largura e o comprimento dos corpos de prova apresentaram desvio padrão da amostra, consideravelmente, menores do que o desvio padrão da amostra referente à altura (Tabela 3), devido a essas dimensões serem em função da largura e comprimento do molde da prensa, não sendo influenciadas pelo processo de prensagem.

De acordo com a NBR 8491:2012 (ABNT, 2012b), o tijolo de solo-cimento do tipo B apresenta dimensões nominais de 240, 120 e 70 mm de comprimento, largura e altura, respectivamente. A mesma norma, trata como requisito que os corpos de prova não apresentem tolerâncias superiores a $\pm 1,00$ mm com relação as dimensões nominais. A prensa de tijolos utilizada no presente trabalho (Figura 3), possui um molde que permite a produção de tijolos com dimensões aproximadas de 250, 120 e 70 mm de comprimento, largura e altura, respectivamente. Observa-se, na tabela 3, que com exceção da altura para o tratamento RCC-60, todos demais apresentam desvio padrão da amostra inferior a $\pm 1,00$ mm.

O tratamento RCC-50 apresentou resistência média à compressão de 2,05 MPa, (Figura 12), e todos os corpos de provas deste tratamento apresentaram resistências médias à compressão acima de 1,70 MPa. Sendo assim, esse tratamento atende aos requisitos da NBR 8491:2012 (ABNT, 2012b), a qual determina que a resistência média dos corpos de provas seja igual ou maior que 2,00 MPa e que nenhum corpo de prova apresente resistência inferior a 1,70 MPa.

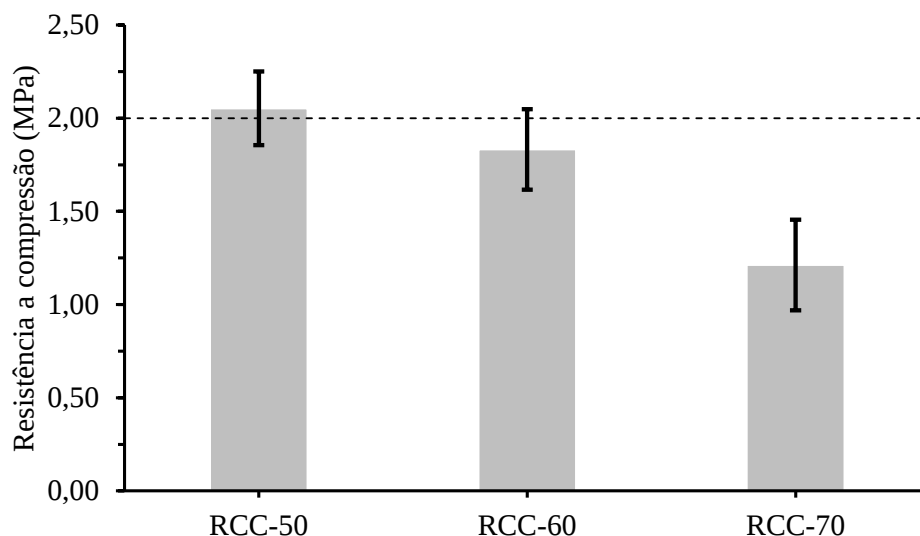


Figura 12. Resistência à compressão dos corpos de prova.

Fonte: Autores, 2023.

Os tratamentos RCC-60 e RCC-70 não atenderam aos requisitos da NBR 8491:2012, (ABNT, 2012b), em que ambos apresentaram valores médios de resistência à compressão de 1,83 e 1,21 MPa (Figura 12), respectivamente. Observa-se na Figura 12, que conforme aumenta-se a proporção de RCC com relação ao solo reduz-se a resistência à compressão dos corpos de prova.

Fensterseifer (2019), analisando a adição de diferentes proporções de areia e RCC em um solo fino, verificou que conforme aumentou a quantidade adicionada de areia e RCC na mistura com o solo, obtinha-se corpos de prova com maior resistência à compressão, comportamento diferente do observado no presente trabalho.

Já Miranda (2019), trabalhando com tijolos de solo-cimento, utilizou o traço 1:10, adicionando 10, 20 e 30% de RCC no solo, o qual obteve para todas as proporções de RCC adicionadas resistência á compressão, aos 28 dias, superiores a 2 MPa, no referido estudo foi constatado que quanto menor a quantidade de RCC adicionado maior era a resistência à compressão obtida, corroborando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Segundo Fensterseifer (2019), solos argilosos vermelho com elevados valores de limite de liquidez e de limite de plasticidade, proporcionam corpos de prova com baixa resistência a compressão, dificultando a moldagem dos tijolos por conta da dificuldade de estabilização com o cimento, resultado do inchamento do solo quando úmido e retração quando seco.

De acordo com a ABNT NBR 8491:2012 (ABNT, 2012b) a média dos valores de absorção de água dos corpos de prova deve ser inferior a 20% e, nenhum dos corpos de prova

que compõe a amostra, pode apresentar valores individuais superiores a 22%. Deste modo, observa-se na Figura 13, que nenhum dos tratamentos do presente estudo atenderam aos requisitos da norma supracitada com relação a absorção de água.

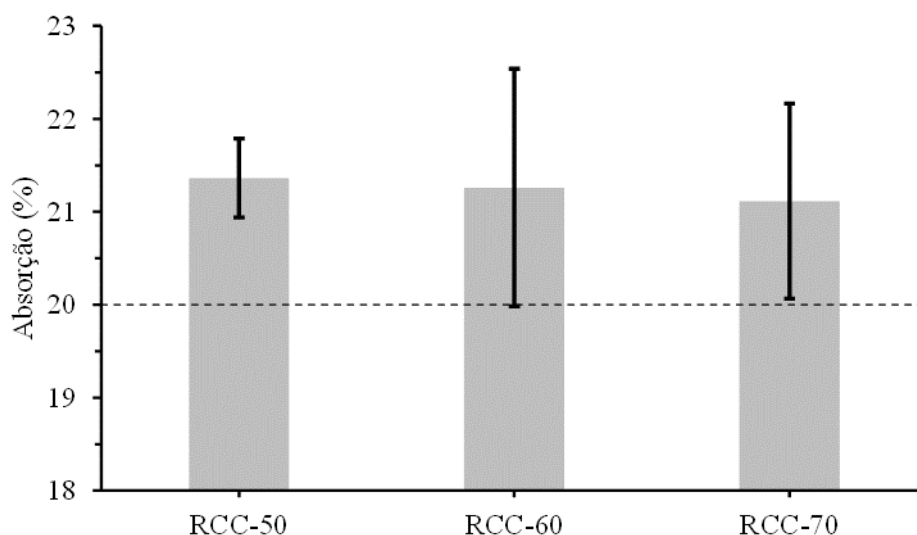


Figura 13. Absorção de água dos corpos de prova.

Fonte: Autores, 2023.

Nota-se, na Figura 13, que quanto maior a quantidade de RCC adicionado na mistura solo e RCC, menor é absorção de água pelos corpos de prova, os quais apresentam absorção de água de 21,36; 21,26 e 21,11% para os tratamentos RCC-50, RCC-60 e RCC-70, respectivamente. Ainda na Figura 13, por meio dos desvios padrão da amostra, o único tratamento que não apresentou nenhum corpo de prova com valores individuais de absorção de água superior a 22% foi tratamento RCC-50.

Segundo Fensterseifer (2019), um dos principais motivos dos elevados valores de absorção de água nos corpos de prova de solo-cimento, ocorrem devido ao tamanho dos grãos que constituem as misturas. Pois, segundo o autor supracitado, os solos com granulometria predominantemente composta por materiais finos (argila + silte), apresentam uma superfície específica dos grãos maior, consequentemente a absorção de água nos corpos de prova originados desse material será maior. Explicação esta que corrobora com os resultados obtidos no presente estudo (Figuras 11 e 13).

Fazendo uma análise dos resultados obtidos no presente estudo, constatou-se que o tratamento RCC-50, foi o tratamento que atendeu aos requisitos da NBR 8491:2012 (ABNT, 2012b) para tijolos de solo cimento, com exceção do requisito com relação a absorção de água.

5 CONCLUSÕES

É possível o uso de resíduos da construção civil para a correção granulométrica do solo de Dourados-MS para a fabricação de tijolos de solo-cimento.

A mistura de 50% de resíduo da construção civil com 50% de solo proporcionou a produção de corpos de prova com resistência a compressão simples superior a 2 MPa.

Todas as misturas de solo e resíduo da construção civil utilizadas neste trabalho para a fabricação de tijolos de solo-cimento proporcionaram absorção de água dos corpos de prova superior a 20%.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, P. J. R. de; GARCIA, J. R. **Mecânica dos solos: teoria e aplicações**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/books/9788521638032>. Acesso em: 9 Ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Resíduos Sólidos Urbanos: panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. 2021. São Paulo, p 1-54, 2021. Caderno Informativo. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/caderno-informativo-recuperacao-energetica/>. Acesso em: 11 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10833**: fabricação de tijolo e bloco de solo-cimento com utilização de prensa manual ou hidráulica: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2012a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16972**: agregados: determinação da massa unitária e do índice de vazios. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7181**: solo: análise de granulometria. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8491**: tijolo de solo-cimento: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8492**: tijolo de solo-cimento: análise dimensional, determinação da resistência à compressão e da absorção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2012c.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, São Paulo, v. 61, n. 358, p. 178-189, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ce/a/8v5cGYtby3Xm3Snd6NjNdtQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 set. 2022.

CORTEZ, J. W. e. et al. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em um sistema de semeadura direta. **Cientifica**, Jaboticabal, v. 47, n. 2, p. 175-182, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15361/1984-5529.2019v47n2p175-182>. Disponível em: <https://cientifica.dracena.unesp.br/index.php/cientifica/article/view/1213>. Acesso em: 20 maio 2022.

DANTAS, N. K. P. **Estudo do comportamento de tijolos de solo-cimento com substituição de solo por resíduos da construção civil**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Rio Verde, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1286>. Acesso em: 8 abr. 2023.

FENSTERSEIFER, E. J. **Estudo da confecção de blocos de solo-cimento com a adição de resíduos da construção civil**. 2019. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijuí, Ijuí, 2019. Disponível

em <https://bibliodigital.unijui.edu.br:8443/xmlui/handle/123456789/6437>. Acesso em: 28 mar. 2023.

JORDAN, R. A. et al. Fabricação de tijolos de solo-cimento com adição de cinzas de bagaço de cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 39, n. 1, p. 26-31, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v39n1p26-31/2019>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/ncPWMF9shJrm848y9GbCmDg/?lang=en>. Acesso em: 6 abr. 2023.

KARPINSK L. A. et al. **Gestão diferenciados resíduos da construção civil, uma abordagem ambiental**. 1 ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ZsfTRBAJr1YC&oi=fnd&pg=PA143&dq=\(KARPINSK+ET+AL.,+2009\).&ots=MWytEzfa7&sig=NVbUYEiLEJ78X0eH9pYAbbE96wg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ZsfTRBAJr1YC&oi=fnd&pg=PA143&dq=(KARPINSK+ET+AL.,+2009).&ots=MWytEzfa7&sig=NVbUYEiLEJ78X0eH9pYAbbE96wg&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false). Acesso em: 20 nov. 2022.

LIMA, J. C. de. et al. A viabilidade da utilização de tijolos solo cimentos na construção civil. **ETIC - Encontro de Iniciação Científica - ISSN 21-76-8498**, Presidente Prudente, v. 12, n. 12, p. 1-10, 2016. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/5418/0>. Acesso em: 15 set. 2022.

MIRANDA, C. M. **Estudo de tijolos de solo-cimento com substituição do solo por resíduos da construção civil na sua composição**. 2019. Trabalho Conclusão do Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11612/1893>. Acesso em: 15 mar. 2023.

MOTTA, J. C. S. S. et al. Tijolo de solo-cimento: análise das características físicas e viabilidade econômica de técnicas construtivas sustentáveis. **Revista E-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 13-26, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v7i1.1038>. Disponível em: <http://revistas.unibh.br/dcet/article/view/1038>. Acesso em: 5 dez. 2022.

PINHEIRO, R. J. B.; SOARES, J. M. D. Utilização de Solos Arenosos para Obtenção de Tijolos de Solo-Cimento. **Cerâmica Industrial**. São Paulo, v.15, n. 5-6, p. 30-36, 2010. Disponível em: <http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/ci/587657447f8c9d6e028b4795/fulltext.pdf>. Acesso em: 8 fev. 2023.

PINHEIROS, R. J. B. et al. Caracterização de jazidas para construção de habitações populares com solo-cimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 50., 2006, Blumenau. **Anais [...]**. Blumenau: ABCERAM, 2006. p. 1-12. Disponível em: https://abceram.org.br/wp-content/uploads/area_associado/50/artigos/50cbc-2-09.pdf. Acesso em: 1 fev. 2023.

SANTANA FILHO, C. C. et al. Tijolo solo-cimento: apontamentos contemporâneos em termos de Brasil. **Revista Espacios**, v. 39, n. 51, p. 1-7, 2018. Disponível em: <https://revistaespacios.com/a18v39n51/18395102.html>. Acesso em: 25 jan. 2023.

SEGANTINI, A. A. de S.; WADA, P. H. Estudo de dosagem de tijolos de solo-cimento com adição de resíduos de construção e demolição. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 33, n. 2, p. 179-183, 2011. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v33i2.9377>. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/9377/9377>. Acesso em: 31 mar. 2023.

SOUZA, M. I. B.; SEGANTINI, A. A. S. de; PEREIRA, J. A. de. Tijolo prensado de solo-cimento confeccionado com resíduos de concreto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 205-212, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/Qx3zyWVxQJPst4DWZyY3WqD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 maio 2022.

TAVEIRA, E. S. N. *et al.* **Cartilha Produção de Tijolos de Solo-Cimento**. Piracicaba: Editora UNIMEP, 2016. 72 p. Disponível em: <http://editora.metodista.br/publicacoes/cartilhaproducao-de-tijolos-de-solo-cimento>. Acesso em: 10 abr. 2023.