

RESÍDUO DE VERMICULITA NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

RENATA TOMAZ VIEIRA DIAS^{1*}; SILVIA NOELLY RAMOS DE ARAÚJO²;
ARIADNE SOARES MEIRA³; JOSÉ PINHEIRO LOPES NETO⁴

¹Mestranda em Construções Rurais e Ambiente, UFCG, Campina Grande-PB, renatomazdias@outlook.com;

²Doutoranda em Construções Rurais e Ambiente, UFCG, Campina Grande-PB, noelly_cg@hotmail.com;

³Doutoranda em Construções Rurais e Ambiente, UFCG, Campina Grande-PB, ariadnesm_eng@hotmail.com;

⁴Dr. em Construções Rurais e Ambiente, Prof. Adj. UAEA, UFCG, Campina Grande-PB, lopesneto@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: Diante do crescimento industrial, houve um considerável crescimento no setor mineral, que se caracteriza como um grande gerador de resíduos do país. Uma solução eficaz seria reutilizar ou reciclar esses resíduos, que podem ser transformados em agregados, dando origem a outros materiais que acarretam ganhos ambientais, sociais e econômicos. Nesse sentido, procurou-se avaliar a resistência à compressão em argamassas para revestimento de paredes contendo resíduos mineral de vermiculita. Foram confeccionados 4 corpos-de-prova cilíndricos para cada teor de substituição (0, 30, 60 e 100%) da porção fina (referente a granulometria do resíduo) avaliados em diferentes dias de cura (7, 21 e 28 dias). As argamassas apresentaram resistência à compressão satisfatória, em até 13,25 MPa. Os resultados indicam que os teores de substituição de 0%, 30%, 60% são similares e relevantes.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência mecânica, minério, material alternativo, desempenho sustentável.

INFLUENCE OF THE USE OF VERMICULITY RESIDUES IN THE RESISTANCE TO COMPRESSION IN COATING MORTARS

ABSTRACT: Faced with industrial growth, there has been considerable growth in the mineral sector, which is characterized as a major generator of waste in the country. An effective solution would be to reuse or recycle these wastes, which can be transformed into aggregates, giving rise to other materials that bring environmental, social and economic gains. In this sense, it was tried to evaluate the compressive strength in mortars for wall covering containing mineral residues of vermiculite, following the methods described in NBR 7215. Four cylindrical specimens were made for each substitution content (0, 30, 60 and 100%) of the fine portion (referring to the granulometry of the residue) evaluated on different days of cure (7, 21 and 28 days). The mortars presented satisfactory compressive strength, up to 13.25 MPa. The results indicate that the levels of substitution of 0%, 30%, 60% are similar and relevant.

KEYWORDS: Mechanical resistance, ore, alternative material, sustainable performance.

INTRODUÇÃO

O Brasil detém um enorme patrimônio mineral, sendo um dos maiores produtores e exportadores de minérios do mundo, estando entre os principais países que representam aproximadamente 97,5% da produção mundial de vermiculita (Rashad, 2016).

França et al. (2016), relatam que vermiculita é o nome geológico dado a um grupo de minerais laminares hidratados que são silicatos de alumínio-ferro-magnésio, assemelhando-se a mica em aparência.

Admite-se como rejeitos da vermiculita, os materiais que não contem viabilidade econômica, constituídos de solos com altos teores de matérias orgânicos, nutrientes e minerais. A acumulação do

rejeito quando feita de forma desordenada, acarreta em significativas alterações topográficas e consequente poluição visual (Leite, 2013 apud Alencar et al., 2015).

Diante desse contexto, é de grande importância a preocupação das empresas em reutilizar ou reciclar esses resíduos, pois proporcionaria uma redução significativa nos impactos ambientais, por meio da minimização do uso de recursos naturais (Ribeiro et al., 2016). Com isso novos produtos podem ser desenvolvidos com suas propriedades garantidas junto as normas estabelecidas pela ABNT, propiciando vastos ganhos ambientais, sociais e econômicos. Promovendo o desenvolvimento sustentável através de materiais alternativos.

As argamassas têm grande potencial para agregar a sua composição de resíduos minerais, principalmente quando avaliados quanto as propriedades mecânicas. Fontes et al. (2016), analisaram em seu experimento o desempenho mecânico de argamassas com rejeito, os resultados apresentaram resistência à compressão maior na argamassa que continha rejeito, quando comparada com a argamassa confeccionada com agregado natural. O autor justifica que esse desempenho melhorado ocorre que, com o rejeito, a matriz se torna mais contínua e fornece um meio melhor para a formação de produtos de hidratação, criando uma estrutura com maior empacotamento e consequentemente mais resistência mecânica. Portanto o objetivo desta pesquisa é constatar a influência da utilização de resíduo de vermiculita em argamassa de revestimento quanto a resistência à compressão.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no Laboratório de construções rurais e ambiência (LaCRA) localizado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) *campus* I, com início em fevereiro de 2018, tendo duração de 3 meses.

A princípio, foi realizada a coleta do resíduo de vermiculita obtido na empresa Mineração Pedra Lavrada Ltda (MPL) com posicionamento a 6°87'20.27" S e 36°92'85.86" W localizada as margens da BR 230 - km 277, no município de Santa luzia-PB.

Após a coleta do resíduo, se fez necessário caracterizar todos os materiais utilizados na produção da argamassa, que cumprem as especificações da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Empregou-se apenas o cimento como aglomerante, neste caso o cimento Portland CP II Z – 32. Como agregado miúdo a areia natural, obtida do leito do Rio Paraíba, com granulometria média de 0,3 mm. Utilizou-se resíduo de vermiculita também como agregado miúdo, com granulometria média de 0,15 mm, porém na substituição da porção fina da areia natural compatível com a granulometria do resíduo, havendo assim, uma substituição de igual por igual.

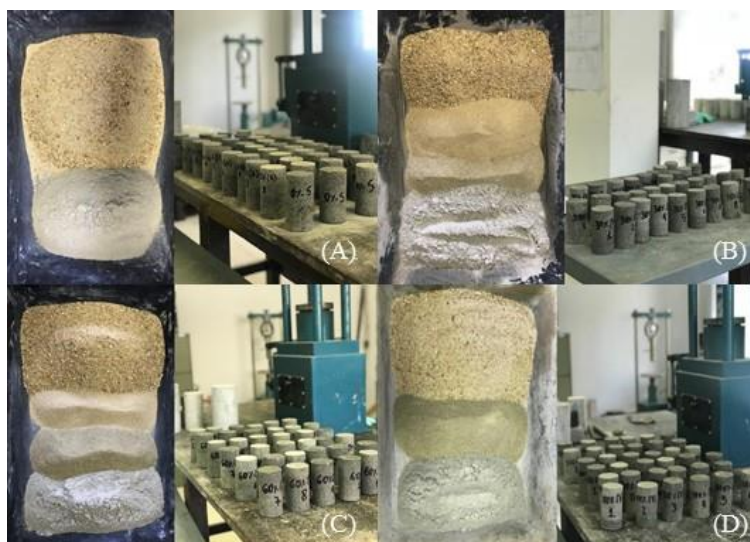
O traço utilizado foi 1:4, apresentando-se como usual para chapisco que contém apenas cimento e areia em sua composição e fator água/ aglomerante de 0,65 (para 0%) como parâmetro inicial para argamassas convencionais com a mesma aplicação, 0,70 (para 30%), 0,75 (para 60%) e 0,85 (para 100%) conforme Tabela 1.

Tabela 1. Traço, composição, proporções e fator água/ aglomerante presentes nas argamassas

Traço	Composição do traço	Teor de substituição	Nomenclatura	Fator água/ aglomerante
1:4	cimento: areia (grossa + fina)	0%	ACR	0,65
1:4	cimento: areia (grossa + fina) + resíduo	30%	AC30	0,70
1:4	cimento: areia (grossa + fina) + resíduo	60%	AC60	0,75
1:4	cimento: areia (grossa) + resíduo	100%	AC100	0,85

Após elaboração dos testes com diferentes proporções de materiais e a obtenção do melhor traço para a argamassa, foi necessário elaborar corpos-de-prova (Figura 1) para ensaia-los posteriormente no estado endurecido.

Figura 1. Teor de substituição da porção de areia fina por resíduo de vermiculita na composição da argamassa e corpos-de-prova a: 0% (A); 30% (B); 60% (C) e 100% (D)

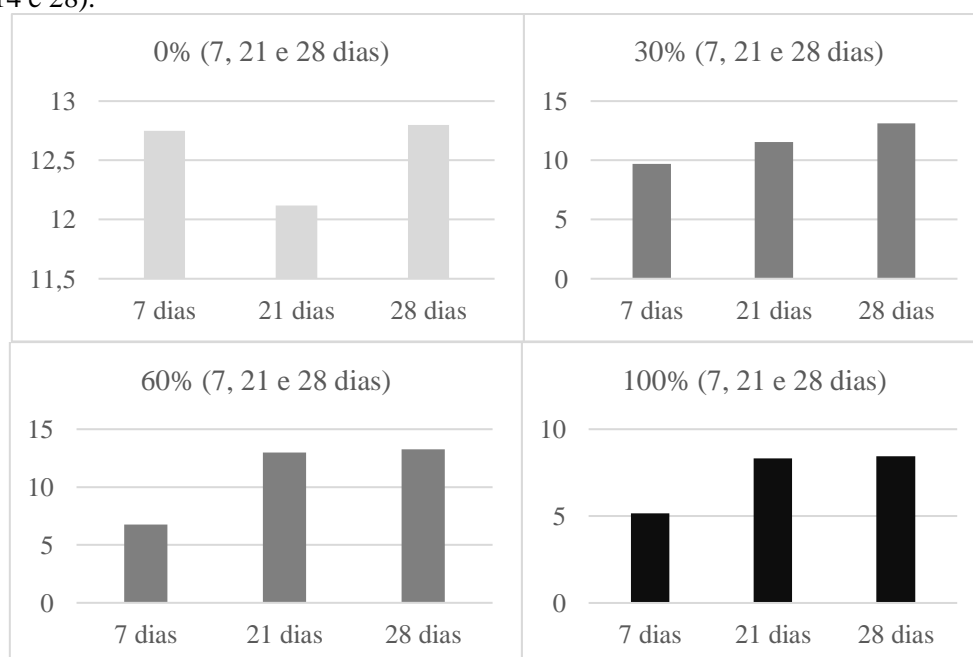


A Figura 1 apresenta que para cada formulação de teor de substituição (0%, 30%, 60% e 100%) foram ensaiados 12 corpos-de-prova (4 para cada proporção), totalizando 48 corpos-de-prova, divididos para cada idade (7, 21 e 28 dias) de cura.

As avaliações de resistências à compressão foram realizadas segundo as recomendações da NBR 7215. Os ensaios foram realizados em máquina do tipo prensa para ensaios de compressão semiautomática com capacidade máxima de 24000 Kgf da marca Pavitest.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

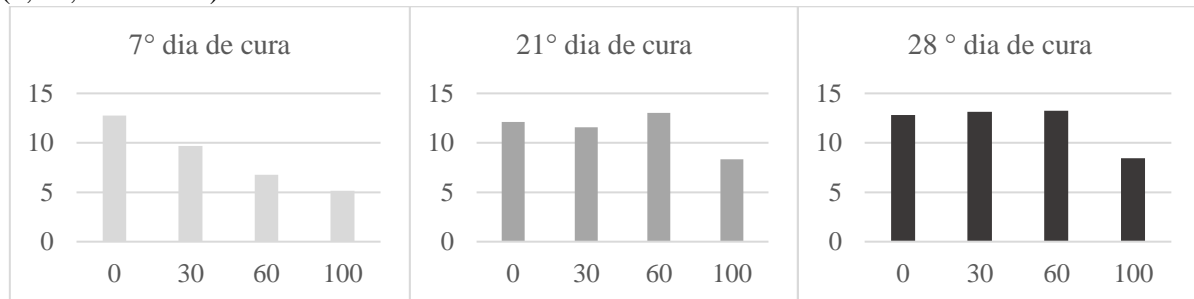
Figura 2. Resistência à compressão em cada teor de substituição (0, 30, 60 e 100%) durante os dias de cura (7, 14 e 28).



A resistência à compressão, analisando cada teor de substituição individualmente ao longo do tempo de cura, apresentou ganho gradativo em todos os teores, onde ACR apresentou inicialmente resistência de cura de 12,75 MPa e ao final da cura 12,8 MPa. AC30 inicial de 9,69 MPa e final 13,12 MPa. AC60 inicial de 6,75 e final 13,25 MPa e por fim AC100 com resistência inicial de 5,16 MPa e final de 8,43 MPa, conforme Figura 2. Estes resultados se enquadram dentro do previsto, visto que é comum o ganho de força ao longo do tempo de cura. Fontes et al. (2016) justifica tal resultado pelo diâmetro médio menor para agregados reciclados que cria uma estrutura com maior embalagem que por

sua vez, esta estrutura produz uma melhor transferência de tensão interfacial entre os materiais e retém a água por mais tempo, o que explica a maior resistência mecânica em função do tempo. Sendo importante ressaltar que AC30 apresenta um ganho de 6,5 MPa durante o mesmo período em que ACR alcança um aumento de apenas 0,5 MPa.

Figura 3. Resistência à compressão em cada teor dia de cura (7, 14 e 28) em cada teor de substituição (0, 30, 60 e 100%).



Avaliando todas as proporções, apenas no 7° dia de cura, o resultado mais satisfatório é encontrado na ACR. Ao longo do processo cura a argamassa vai ganhando resistência, como esperado, e no 21° e 28° dia o maior valor é representado por AC60, como se observa na Figura 3. Higashiyama et al. (2012), justificam essa maior resistência nas argamassas contendo resíduos, devido a quantidade de finos presente no resíduo maior que na areia, melhorando a coesão entre o agregado e a pasta de cimento e conseqüentemente sua estrutura de poros. Entretanto AC100 apresentou os valores mais baixos quando a resistência à compressão em todos os dias, sendo justificado por Forti (2017) devido a uma maior plasticidade em consequência da maior quantidade de água (fator água/aglomerante).

Todos esses resultados de resistência à compressão (MPa) apresentados se enquadram dentro da conformidade e satisfatórios dentro das exigências mecânicas expostas na NBR 13281 (Tabela 2). Com identificação classe III, por apresentar resistência aos 28 dias superior a 8,0MPa.

Tabela 2. Exigências mecânicas descritas na NBR 13281

Características	Identificação	Limites
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	I	$\geq 0,1$ e $< 4,0$
	II	$\geq 4,0$ e $\leq 8,0$
	III	$> 8,0$

Para melhor entendimento, na Tabela 3 consta todos os valores de resistência à compressão obtidos durante o experimento, justamente com a comparação de médias entre as diferentes proporções para cada dia de cura e entre aos dias de cura na mesma proporção, realizada através do teste de Tukey com valor nominal de 5% de significância.

Tabela 3. Resultados de resistência à compressão obtidos durante o experimento com comparação de médias através do teste de Tukey

Teor de substituição do agregado	Resistência à compressão (MPa)						P-Valor			
	Tempo de cura									
	7° dia		21° dia		28° dia					
ACR	A	12,75 ± 2,22	A	12,12 ± 1,02	A	12,8 ± 1,06	0,787			
AC30	AB	9,69 ± 1,55	A	11,56 ± 2,30	A	13,12 ± 1,43	0,069			
AC60	BC	6,75 ± 0,96	b	A	13 ± 0,82	a	A	13,25 ± 0,50	a	0,000
AC100	C	5,16 ± 0,57	b	B	8,31 ± 0,55	a	B	8,43 ± 0,82	a	0,000

Médias seguidas de mesma letra minúscula (na linha) e maiúscula (na coluna), não diferem entre si pelo teste de Tukey considerando o valor nominal de significância de 5%.

Considerando a diferença média em cada proporção é possível concluir que ACR e AC30 diverge entre os dias de cura. AC60 e AC100 diferem (b) as médias no 7º dia de cura, porém no 21º e 28º dia não existe diferença estatística entre as mesmas (a). No 7º de cura, analisando para os diferentes tipos de argamassas, todas as proporções apresentam diferença de medias entre si (A, AB, BC e C). Ao 21º e 28º dia ACR, AC30 e AC60 não apresentam diferenças estatísticas (A).

Levando em consideração a análise estatística entre comparação de médias, quanto aos dias de cura (21º e 28º) apresentam igualdade estatística, contudo 21 dias possibilita ganho de tempo na fabricação e confecção de um possível material a partir deste experimento. Quando as proporções, a estatística mostra que aos 21º e 28º dia de cura ACR, AC30 e AC60 não apresentam diferença, contudo a melhor argamassa neste parâmetro é AC60, dentre estas, utilizar a maior quantidade de resíduo mineral com a mesma resistência à compressão das demais argamassas, reduzindo assim os impactos ambientais.

CONCLUSÃO

Todas argamassas analisadas no experimento possuem valores de resistência à compressão adequados e significativos para revestimento de paredes.

A argamassa AC60 possui grande relevância quando a resistência à compressão e quantidade de resíduo presente em sua composição.

A argamassa AC60 apresenta potencial para confecção e produção de um novo material de construção alternativo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- Alencar, A. C. A. B.; Costa, T. P. G da; Alves, C. S.; Linhares, F. M. Diagnóstico espaço-temporal das áreas impactadas pela MPL - Mineração Pedra Lavrada (Santa Luzia-PB), na extração de vermiculita. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* (2015): 2(2): 25-36.
- Associação brasileira de normas técnicas. NBR 13281: Argamassa de Assentamento e Revestimento de paredes e Teto- Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.
- Associação brasileira de normas técnicas. NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.
- Higashiyama, H.; Sappakittipakorn, M.; Sano M.; Yagishita F. Chloride ion penetration into mortar containing ceramic waste aggregate. *Construction and Building Materials*, v. 33, p. 48-54, 2012.
- França, S. C A.; Braga, P. F. A.; Couto, H. J. B.; Gonçalves, C. C. Vermiculita, mais que um mineral termo acústico. In: Rio de Janeiro. Francisco Wilson Hollanda Vidal. (Org.). ANAIS: IV Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste. João Pessoa: Cetem, 2016. p. 126-136.
- Fontes, C. W., Mendes J. C.; Silva, S. N. da; Peixoto, R. A. F. Mortars for laying and coating produced with iron ore tailings from tailing dams. *Construction and Building Materials*, v. 112, p. 988-995, 2016.
- Forti, E. Z. Influência da cal hidratada nas características da argamassa de revestimento realizada em obra. 2017. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2017.
- Rashad, A. M. Vermiculite as a construction material – A short guide for Civil Engineer. *Construction and Building Materials* 125 (2016) 53–62.
- Ribeiro, D.; Moura, L. S. de; Pirote, N. S. dos. Sustentabilidade: Formas de Reaproveitar os Resíduos da Construção Civil. *Revista de Ciências Gerenciais*, São Paulo, v. 20, n. 31, p.41-45, 2016.