

## **AVALIAÇÃO DE ARGAMASSAS COM SUBSTITUIÇÃO DO AGREGADO MIÚDO NATURAL POR RESÍDUOS CERÂMICOS**

LIMA, W.E.F (1).; ROCHA, D.M.A (2).; Almeida, A.O (3).; MONTE JUNIOR, I.V (4).

Unidade Potiguar- Av. Nascimento de Castro, 1597, Dix-Sept Rosado (1-4).  
eunathanlima@hotmail.com;daniela.arrudarocho@gmail.com;aretuza-  
almeida@hotmail.com; ítalo.vale@unp.br.

### **RESUMO**

*A incorporação de resíduos cerâmicos como materiais compósitos na confecção de argamassas, vem se mostrando como alternativa que minimize o acúmulo do resíduo sólido no processo construtivo. Este artigo tem o objetivo de comparar as propriedades das argamassas de revestimento com a substituição parcial do agregado miúdo natural por vidro moído e porcelanato. Avalia-se o comportamento da substituição de parte do agregado miúdo natural pelo resíduo, no estado anidro e plástico realizando-se ensaios mecânicos e de densidade na argamassa de referência e com substituição de 25% e 50%, a partir dos traços em volume 1:1:6 e 1:2:9. Os resultados indicam que o emprego deste material é viável na produção de argamassas, apontando que a presença dos materiais cerâmicos aumenta a resistência mecânica e as propriedades físicas são otimizadas com a substituição parcial do agregado miúdo natural.*

Palavras- Chave: Argamassa, materiais cerâmicos, compósitos

### **INTRODUÇÃO**

Com o crescente avanço industrial, a gestão de resíduos sólidos se torna um desafio constante na sociedade. Esse cenário também é realidade nas indústrias brasileiras, incluindo as que produzem materiais cerâmicos.

De acordo com HEWERTON BARTOLI (2011), atual presidente da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição (ABRECON), o Brasil desperdiça 8 bilhões de reais por ano porque não recicla seus produtos. Os números indicam que 60% do lixo sólido das cidades vêm da construção civil e 70% desse total poderia ser reutilizado.

Na produção de argamassas e concretos, o Brasil consome aproximadamente 220 milhões de toneladas de agregados naturais, visto que nas proximidades das grandes cidades, areia e agregados naturais tendem a ficar escassos, decorrente da extração de matérias primas (JOHN, 2000 apud ALVES, 2008).

Desta forma, evitando-se a escassez do agregado, e conforme apresenta o CONAMA (BRASIL, 2002) o reaproveitamento de resíduos subdivide-se em três enfoques distintos, apresentando a reutilização como uma das alternativas. Conforme Alves (2008, p. 27), a pesquisa com foco no desenvolvimento de tecnologias e processos que possam viabilizar a utilização de um determinado resíduo deve apresentar: a) grandes volumes gerados; b) baixo custo de aquisição; c) propriedades que atestem bom desempenho para a aplicação desejada; d) problemas ambientais com sua estocagem, que minimizem ou eliminem este problema.

Desta forma, os resíduos cerâmicos, pelas suas características, se enquadra em todas as características descritas. Visando atingir esses objetivos foram propostas diferentes formulações de argamassas com resíduos cerâmicos de vidro e porcelanato, de modo que as mesmas venham apresentar propriedades relativas ao seu enquadramento no estado anidro e endurecido como alternativa de uso a argamassa convencional.

## MATERIAIS E METÓDOS

Para a definição do traço de referência, buscou-se procurar avaliar o comportamento da argamassa de revestimento no estado anidro e endurecido, através de traços que apresentassem propriedades reológicas e mecânico-físicas que efetivasse a avaliação comparativa entre os materiais cerâmicos, vidro e porcelanato, nas proporções dos traços 1:2:6 e 1:2:9. Os materiais de partida para a confecção das argamassas e suas propriedades físicas são os apresentados a seguir.

- O Cimento Portland proveniente foi o CP II Z 32 com massa específica

- A areia quartzosa proveniente dos depósitos sedimentares de rio, em que a classificação granulométrica (NBR NM 248), é o agregado miúdo utilizado, apresenta módulo de finura igual a 2,75; massa específica igual a 2,70g/cm<sup>3</sup>.
- Utilização do aglomerante hidráulico, Cal, do fabricante IMAP.
- O resíduo de vidro, fornecido pela empresa DVN VIDROS, da cidade de Natal/RN, cuja granulometria utilizada está compreendida entre o material que passou na peneira 1.18mm e ficou retida na peneira de 0.75mm. Apresenta módulo de finura de 3.09g/cm<sup>3</sup>;
- O porcelanato utilizado doado para pesquisa através do resíduo cerâmico utilizado no Resdencial Dirce Câmara NATAL/RN, do fabricante Elizabeth 60x60cm.

Os traços analisados encontram-se listados na Tabela 1 e 2. As quantidades dos materiais foram necessárias e suficientes para a moldagem de 3 (três) corpos de prova prismáticos 4cm x 4cm x 16cm para cada traço analisado e 2 (dois) corpos de provas cilíndricos 10cm x 5cm.

TABELA 01: Quantidade do traço 1:2:6 e Nomenclaturas de referência

<b>TRAÇO 1:2:6</b>						
<b>NOME TRAÇO</b>	<b>C (g)</b>	<b>Cal (g)</b>	<b>Areia(g)</b>	<b>Resíduo Porcelanato(g)</b>	<b>Resíduo Vidro(g)</b>	<b>Água (g)</b>
<b>TR1_REF</b>	194,17	118,45	1687,38	0	0	400
<b>TR1VID_25</b>	194,17	118,45	1265,54	0	421,84	326
<b>TR1VID_50</b>	194,17	118,45	843,69	0	843,69	352
<b>TR1POR_25</b>	194,17	118,45	1265,54	421,84	0	344
<b>TR1POR_50</b>	485,43	118,45	843,69	843,69	0	320

TABELA 02: Quantidade do traço 1:2:9 e Nomenclaturas de referência

<b>TRAÇO 1:2:9</b>						
<b>NOME TRAÇO</b>	<b>C (g)</b>	<b>Cal (g)</b>	<b>Areia (g)</b>	<b>Resíduo Porcelanato</b>	<b>Resíduo Vidro</b>	<b>Água (g)</b>
<b>TR2_REF</b>	131,15	160,00	1708,85	0	0	388
<b>TR2VID_25</b>	131,15	160,00	1281,64	0	427,21	356
<b>TR2VID_50</b>	131,15	160,00	854,43	0	854,43	322
<b>TR2POR_25</b>	131,15	160,00	1708,85	427,21	0	348
<b>TR2POR_50</b>	131,15	160,00	854,43	854,43	0	332

O processo de mistura das dosagens dos materiais anidros realizou-se inicialmente com a confecção do pó de vidro e do porcelanato, através da utilização do equipamento Los Angeles, com a obtenção de partículas de dimensões necessárias para realizar-se o peneiramento do traço estabelecido.

A argamassa foi produzida inicialmente com a realização do traço 1:2:6 e posteriormente 1:2:9, sendo preparada conforme estabelecido pela NBR 13276, substituindo parte do agregado miúdo pelos respectivos resíduos nas proporções de 25% e 50% da massa de areia.

Por seguinte, a homogeneização dos materiais foi realizada em argamassadeira sendo adicionado respectivamente o Cimento Portland CII-Z32, a cal hidratada, o agregado miúdos, os respectivos resíduos e a água destilada.

Os ensaios de caracterização reológica foram seguidos após a preparação na argamassadeira. No primeiro momento realizou-se o ensaio de consistência, procedido da realização de cinco leituras para cada traço estudado. Por conseguinte, após caracterização dos traços no estado anidro executou-se a moldagem dos corpos de prova para o ensaio mecânico. Foram moldados 3 (três) corpos de prova de 4cmx4cmx16cm e 2 (dois corpos) de prova de 10cmX5cm para ensaios mecânicos (tração na flexão e compressão axial). Na (Figura 1) ilustra-se os corpos de prova moldados para o ensaio.



FIGURA 01: Corpos de prova moldados para o ensaio mecânico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A deformabilidade e viscosidade da argamassa no estado fresco foi avaliada através da medição do diâmetro da argamassa obtido através da forma tronco cônica, descrito por EFNARC (2002). Posicionou-se o molde metálico preenchido com os traços de argamassas e retirou-se o diâmetro em duas direções perpendiculares e a média dessa medição classificou-se como o espalhamento final.

Conforme resultados obtidos e parâmetros estipulados pela NBR 13276 que apresenta como requisito para argamassas convencionais uma consistência padrão de  $255 \pm 10$  respectivamente os traços de argamassas com resíduos cerâmicos apresentam melhores valores de fluidez e trabalhabilidade ao de referência. Na tabela 02 apresentam-se os resultados das propriedades estudadas.

TABELA 02: Resultados slump flow test

NOME TRAÇO	SLUMP FLOW TEST (mm)
TR1_REF	260
TR1VID_25	284
TR1VID_50	279
TR1POR_25	264
TR1POR_50	295

<b>TR2_REF</b>	263
<b>TR2VID_25</b>	259
<b>TR2VID_50</b>	256
<b>TR2POR_25</b>	263
<b>TR2POR_50</b>	245

Conforme resultados obtidos a partir dos ensaios de espalhamento, tem-se que traço TR1POR\_50 apresenta resultados mais satisfatórios para o parâmetro de consistência conforme a NBR.

Decorridos 28 dias da moldagem dos corpos-de-prova cilíndricos de argamassa, estes foram ensaiados à ruptura por tração na flexão e compressão axial a fim de avaliar a sua resistência, conforme mostra a figura 02. A tabela 3 apresenta o comportamento dos traços em que se realizou a substituição parcial da areia pelo resíduo de vidro e porcelanato, nas porcentagens de 25% e 50%, sendo comparados com os resultados dos corpos-de-prova referências (0% - sem resíduo).



FIGURA 02: Ensaios Mecânicos

TABELA 03: Resultados ensaios tração e compressão

<b>TRAÇO</b>	<b>TRAÇÃO NA FLEXÃO (Mpa)</b>	<b>COMPRESSÃO AXIAL (Mpa)</b>
TR1_REF	6,80	4,20
TR2_REF	6,09	3,70
TR1POR_25	11,95	6,90
TR1VID_25	8,67	5,10
TR2POR_25	13,36	6,50
TR2VID_25	13,83	4,90
TR1POR_50	9,38	8,60
TR1VID_50	15,23	4,50
TR2POR_50	19,22	8,70
TR2VID_50	15,00	5,30

Observa-se, que todos os traços realizados apresentaram resultados maiores que os dos corpos-de-prova de referência. Observa-se uma diferença de quase 10MPa quanto aos corpos-de-prova com 50% de resíduos de materiais cerâmicos quando são comparados com o resultado de referência. Desta forma indica-se que quanto maior a substituição do resíduo pelo agregado miúdo, melhor o material cerâmica reagiria do que à areia nos ensaios de resistência à compressão e tração. Embora não se tenha realizado ensaios de pozolanacidade nos resíduos ceramísticos, pesquisas comprovam sua atividade, com este efeito. Por conseguinte, quando se utiliza de resíduos em pó de vidro e porcelanato evidencia-se que estes materiais podem ter sofrido reações pozolânicas, uma vez que estas melhoram a matriz e a zona de transição entre a pasta e o agregado e, conseqüentemente, melhoram as propriedades mecânicas das argamassas produzidas com este tipo de escória.

## 5 CONCLUSÕES

Frente à análise dos resultados obtidos das amostras estudadas, este trabalho teve como objetivo analisar a viabilidade técnica de materiais cerâmicos como alternativa de agregado miúdo artificial na produção de materiais à base de cimento, com isso tem-se como considerações finais:

- Com base no valores de caracterização reológica no estado anidro conforme parâmetro estabelecido pela NBR 13276, quando analisado os resultados do slump flow test, todas as amostras dos traços confeccionados atendem a norma. Dentre estes, o traço que apresentou melhor resultado caracteriza-se pelo traço TR1POR\_50. A relação entre água, cimento e empacotamentos dos graus apresentam-se como primordial para a trabalhabilidade, uma vez que a mobilidade da massa e a coesão entre as partículas, associado ao módulo de finura permite uma maior facilidade da argamassa confeccionada deformar-se sobre a ação de cargas.
- O aumento das proporções do resíduo em substituição ao agregado miúdo entre os traços significou gradativamente o desempenho nas propriedades mecânicas do novo compósito cimentício.. A dosagem que apresentou melhor desempenho com relação a estas propriedades, foi o traço TR2VID\_50.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. **NBR NM 248 - Agregado - Determinação da Composição Granulométrica.** Rio 248 de Janeiro: 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução N° 307**, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30702.pdf>> Acesso em: 30 Set 2016.

European Federation of National Associations Representing Producers and Applicators of 258 specialist building products for Concrete (EFNARC). **The European guidelines for self-259 compacting concrete specification. Production and Use.** Hampshire, UK, 2005. 260 [www.efnarc.org](http://www.efnarc.org).

JOHN, V. M.; ÂNGULO, S. C. **Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos**. In: ROCHA, J. C.; JOHN, V. M. Utilização de Resíduos na Construção Habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. v. 4.

PINTO, J. L. A.; MASUERO, A. B.; HASPARYK, N. P. **Aproveitamento de resíduo de vidro em compósitos de cimento e a preservação do meio ambiente**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 50., 2008, Salvador. Anais... Salvador: IBRACON, 2008. 1 CD.

#### EVALUATION OF MORTAR WITH REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE FOR CERAMIC WASTE

##### ABSTRACT

The incorporation of ceramic waste and composite materials in the manufacture of mortars it is proving to be an alternative to minimize the accumulation of solid waste in the constructive process. This article compare the proprieties of revetment mortar with the partial substitution of natural fine aggregate for crushed glass and ceramic waste.

Evaluates the performance of replacement part of fine aggregate the residue, in anhydrous state and plastic carrying out mechanical and density testes on reference mortar and substitution of 25% and 50%, from feature in volume 1:1:6 and 1:1:9. The results indicate that the use of this material it is viable in the production of mortars, indicating that the presence of ceramic materials increases and physical proprieties, they are optimized for the partial substitution of fine aggregate.

Key- Words: Mortars, ceramic materials, composites.