

ESTUDO DE VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DE GESSO EM ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO PARA ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO

JESIMIEL PINHEIRO CAVALCANTE¹; ELIEDSON RAFAEL DE CARVALHO^{2*}.
MALLENA SOARES DA SILVA³; JULIANA LIRA BRITO⁴, LUCAS WILLIAN AGUIAR MATTIAS⁵.

¹Prof. Engenharia Civil, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, jesimiel.pinheiro@ifalpalmeira.edu.br

²Estudante de Engenharia Civil, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, eliedsonrc@gmail.com

³Estudante de Engenharia Civil, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, mallenamah@gmail.com

⁴Estudante em Engenharia Civil, IFAL, Palmeira dos Índios-AL, julianaifal@hotmail.com

⁵ Pesquisador, Engenheiro civil, Palmeira dos Índios/AL, lucaswmattias@bol.com.br;

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

RESUMO: O presente artigo tem como foco analisar a viabilidade da aplicação de resíduos de gesso em argamassa de assentamento para alvenaria de bloco cerâmico, verificando, também, os impactos ambientais obtidos pela sua utilização. Primeiramente, foi realizada a coleta do resíduo do gesso em construções e demolições na cidade de Palmeira dos Índios - AL, em seguida, o resíduo foi transportado para o Laboratório de Materiais da Construção – LMC do Instituto Federal de Alagoas – IFAL. Após ser separado, o resíduo foi triturado e peneirado para obtenção do pó do resíduo de gesso. A pesquisa prosseguiu com a caracterização do pó do resíduo. Em seguida, foi elaborado o traço experimental para argamassa, resultando em 1:2:8 para cimento, pó de resíduo de gesso e areia, respectivamente. Essa nova composição foi submetida a ensaios tecnológicos seguindo as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Utilizando a argamassa proposta, foi executado um protótipo de alvenaria com o intuito de levantar dados sobre a aplicabilidade da argamassa. Posteriormente, o protótipo passou por ensaios mecânicos de desempenho e resistência, onde a proposta mostrou-se uma alternativa sustentável e tecnicamente viável.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenaria, argamassa, resíduo de gesso, reutilização.

FEASIBILITY STUDY OF THE APPLICATION OF GYPSUM RESIDUE IN MORTAR FOR CERAMIC BLOCK MASONRY

ABSTRACT: This article focuses on analyzing the feasibility of application of waste gypsum residue settling in mortar for ceramic block masonry, also verifying the environmental impacts obtained by its use. Firstly, it was made the gypsum residue collection in Palmeira dos Índios (*Brazilian city*) - state of Alagoas - Brazil, and then, the residue was transported to the Construction Materials Laboratory – LMC from Federal Institute of Alagoas – IFAL. After being separated, the residue was triturated and sieved to obtain the gypsum residue powder. The research proceeded with the characterization of the gypsum residue powder. Then, it was elaborated the experimental composition for the proposed mortar, resulting on 1:2:8 for cement, gypsum residue powder and sand, respectively. This new composition was subjected to technological trials following the recommendations of the Brazilian Association of technical rules – ABNT. Using the mortar proposal was implemented a prototype of masonry with the aim of raising data about the applicability of the mortar. Later, the prototype went through mechanical tests of performance and endurance, where the proposal has proved to be a sustainable alternative and technically feasible.

KEYWORDS: Masonry, mortar, gypsum residue, reuse.

INTRODUÇÃO

Apesar do constante avanço das técnicas construtivas, grande parte das edificações no Brasil ainda utilizam o método de alvenaria com aplicação de argamassa convencional de cimento e areia

para junção dos blocos. No caso de casas de padrão popular este uso é dominante. Algumas vantagens impulsionam o uso dessa técnica no país, como por exemplo, baixo custo, execução relativamente simples, bom desempenho térmico e acústico, e uma alta durabilidade (Sabbatini 2001 apud Rodrigues, 2013). Segundo Moretti (2016), o método tradicional de execução de alvenaria traz elementos indispensáveis, como a utilização de blocos a serem assentados conforme a disposição da parede e argamassa para as juntas horizontais e verticais quando necessário.

A argamassa de assentamento é uma mistura homogênea de agregado miúdo, aglomerante inorgânico e água, contendo ou não aditivos (ABNT, 2005). As composições de mistura (traços) mais comuns para argamassa de assentamento são 1:5, 1:6 e 1:7, nas proporções de cimento para areia, ou para argamassa mista que leva cimento, cal e areia respectivamente nas proporções 1:2:6 e 1:2:8.

Apesar da crescente preocupação com o meio ambiente, o setor da construção civil ainda é um dos setores que mais consome os recursos naturais e gera resíduos nas cidades. Em 2012, o Brasil coletou mais de 35 milhões de toneladas de resíduos da construção, que representa cerca de 55% do total de resíduos sólidos urbanos (Nagalli, 2014). Os Resíduos da Construção Civil (RCC ou RCD) são geralmente compostos por restos de tijolos, materiais cimentícios, areia, metal e gesso; e podem chegar até a somar mais que 30% de todo o material utilizado em obras

Dentre os vários materiais que compõem os RCC, são encontrados alguns cuja reutilização é econômica e ecologicamente viável, tendo o gesso como um bom exemplo. O gesso de construção é termo genérico para uma família de aglomerantes que podem ser produzidos pela calcinação da gipsita natural em temperaturas variando entre 100 °C e 180 °C, aceitando um total de impurezas com um limite máximo de 6% (Bauer, 2000). Se dispostos de modo inadequado, os resíduos do gesso podem ocasionar na liberação de gás sulfídrico (H₂S), colaborando de maneira direta para contaminação do solo e do lençol freático da região (Melo, 2012).

Segundo Melo (2012), os processos de reciclagem do resíduo do gesso podem ser executados de maneira simples através de etapas de moagem e/ou de moagem associada à calcinação, podendo recuperar suas propriedades em até 5 ciclos de reciclagem. No entanto, algumas precauções precisam ser tomadas durante o processo, como a gestão adequada dos resíduos com intuito de diminuir a contaminação e a remoção das impurezas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de elaborar um traço de argamassa de assentamento que incorporasse o pó do resíduo de gesso em sua composição, foram estabelecidos os seguintes procedimentos: coleta, moagem, aplicação do pó do resíduo, análise técnica da argamassa com pó do resíduo de gesso e, por fim, construção de um protótipo de alvenaria.

PROCEDIMENTOS

Coleta: Foi realizada no município de Palmeira dos Índios – Alagoas. O resíduo do gesso foi recolhido em entulhos de obras diversas e, depois, transportado para o Laboratório de Materiais de Construção – LMC do Instituto Federal de Alagoas - IFAL.

Moagem: O material recolhido foi separado e classificado com o intuito de eliminar impurezas que possam prejudicar a reutilização do material. Em seguida, o material separado foi levado para o Laboratório de Estruturas e Materiais – LEMA da Universidade Federal de Alagoas – UFAL onde foi triturado e depois peneirado para um melhor aproveitamento e uma maior regularidade dos grãos, resultando no pó do resíduo de gesso.

Aplicação: O traço proposto para a utilização de pó de resíduo de gesso na produção de uma argamassa de assentamento foi o de 1:2:8, nas proporções de cimento, pó do resíduo e areia, respectivamente, em comparação ao traço usual 1:2:8 de cimento, cal e areia. A proposta não é substituir a cal pelo pó do resíduo do gesso uma vez que ambos apresentam propriedades diferentes, retomando a ideia inicial que é apresentar um produto novo que utiliza pó de resíduo de gesso em sua composição. A tabela a seguir traz o traço proposto e a comparação com os usuais.

Tabela 1. Composição do traço proposto.

Composição do Traço da Argamassa com Gesso Reciclado			
Cimento	Gesso Reciclado	Areia	Fator Água/Cimento
1	2	8	1

Análise Técnica: Primeiramente, foram realizados os ensaios de tempo de pega e módulo de finura do pó do resíduo de gesso para classifica-lo de acordo com a NBR 12127 (ABNT, 2017a). Para

o módulo de finura foram separadas duas amostras de 100 gramas, anotados os valores retidos em cada peneira para cada uma das amostras e depois feito a média para o retido em cada peneira. Com o pó do resíduo do gesso classificado, foi executado um traço de argamassa para a qualificação quanto aos critérios da NBR 13281 (ABNT, 2005b) que traz os requisitos para sua aceitação ou rejeição da argamassa de assentamento. Os requisitos inicialmente analisados foram a trabalhabilidade e a consistência da argamassa. Em seguida, a pesquisa prosseguiu com o ensaio de resistência a compressão da argamassa de assentamento proposta. Foram moldados 3 corpos de prova prismáticos para a execução do ensaio de resistência à compressão aos 28 dias de período de cura de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005a). A pesquisa seguiu com a aplicação da argamassa na execução de um protótipo de alvenaria para uma análise mecânica de corpo mole. Por fim, foi realizada a análise do impacto ambiental que a produção da argamassa proposta em larga escala causaria.

Execução de um protótipo de alvenaria: Com a argamassa proposta, foi construída uma pequena alvenaria (Figura 1) com blocos cerâmicos. Os blocos utilizados tinham as dimensões de 9x19x24 cm e o protótipo de apenas 1,1m² disposto em 4 fiadas. O protótipo da alvenaria foi usado posteriormente para o ensaio de impacto de corpo mole segundo a NBR 15575-4 (ABNT, 2013). O ensaio consistiu na aplicação de um corpo de massa de 40 kg a uma determinada altura entre os eixos inicial e de impacto do corpo. A altura que garante a intensidade do impacto, em J (Joule), é medida e o corpo é solto.

Figura 1. Protótipo de parede com argamassa com adição de pó de gesso



RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pó do gesso obtido no após o processo de moagem foi submetido aos ensaios de análise granulométrica para o cálculo do módulo de finura, seguindo as orientações da NBR 12127 (ABNT, 2017). Os resultados da análise granulométrica estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultado do ensaio de granulometria média do pó do gesso.

Granulometria Média			
Peneira (mm)	Retido (g)	Retido (%)	Retido acumulado (%)
0,84	32,5	32,5	32,5
0,42	50,8	50,8	83,25
0,21	15,4	15,4	98,65
0,15	0,8	0,8	99,45
Fundo	0,55	0,55	100

Para o cálculo do módulo de finura (MF) foi utilizada a seguinte equação normatizada, onde ΣRa é o somatório do percentual retido acumulado para cada peneira da série-padrão:

$$MF = \frac{\Sigma Ra}{100} \text{ (Eq. 1)}$$

Aplicando os valores da Tabela 1 na equação, tem-se **MF = 3,1385**.

O ensaio de tempo de pega foi realizado com o intuito de levantar a hipótese de o pó do resíduo de gesso ainda possuir propriedades ligantes. Os resultados mostram que de fato o pó do resíduo de gesso, mesmo sem o processo de calcinação, apresentou pega, no entanto uma pega extremamente retardada com valores de fim de pega superior a 2 horas. Dessa forma, o pó do resíduo de gesso, não interferiu na pega da argamassa de assentamento proposta e, ainda, garantiu o intuito da pesquisa que é o de utilizá-lo como agregado, dando um novo destino para esse resíduo. Foi realizado o ensaio de resistência à compressão dos corpos de moldados e os resultados estão expressos na tabela 3.

Tabela 3. Resultado dos ensaios de resistência à compressão aos 28 dias.

Resistência à Compressão (28 dias)	
Amostra	Resistência à Compressão (MPa)
CP - 1	4,97
CP - 2	4,83
CP - 3	4,80
Média	4,87

Dentro dos resultados apresentados, a NBR 13281 (2005) classifica a argamassa com a reutilização do gesso como **P4** que possui uma resistência à compressão no intervalo de 4,0 – 6,5 MPa.

O protótipo de alvenaria ensaio apresentou os seguintes resultados para o ensaio de impacto de corpo mole:

Tabela 4. Resultado dos ensaios de Impacto de corpo mole em alvenaria sem função estrutural.

Impacto de Corpo Mole – Alvenaria sem Função Estrutural	
Impacto (J)	Resultado
60	Não ocorrência de falhas
120	Não ocorrência de falhas
240	Não ocorrência de falhas
*240 (2)	*Ocorrência de ruptura (Ruína)

De acordo com a NBR 15575-4 (ABNT, 2013), os requisitos para o impacto de corpo mole para vedações verticais internas sem função estrutural são divididos em mínimos (M), intermediário (I) e superior (S). O protótipo de alvenaria com a aplicação da argamassa com reuso do resíduo de gesso suportou um impacto de 120 J sem ocorrências de falhas atendeu aos requisitos com um desempenho considerado superior para esse tipo de alvenaria.

Figura 1. Impacto de corpo mole para vedações verticais internas.

Sistema	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho	Nível de desempenho
Vedação sem função estrutural	240	Não ocorrência de ruína	I, S
	180	São permitidas falhas localizadas	
	120	Não ocorrência de falhas; Limitação da ocorrência de deslocamento: $d_h \leq h/125$; $d_{hr} \leq h/625$	
	60	Não ocorrências de falhas	

Fonte: Tabela F.2. NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

Para a análise do impacto ambiental para a aplicação em larga escala da argamassa, foi necessário levantar as massas unitárias (massa/volume) de cada material utilizado e da própria argamassa, resultando na tabela abaixo.

Tabela 5. Dados do consumo de pó de resíduo de gesso por metro cúbico de argamassa.

Impacto Ambiental		
Argamassa (m³)	Pó do Gesso (Kg)	Pó de Gesso (m³)
1	380	0,27

Os dados revelam que na 1 m³ da argamassa proposta, aproximadamente 380 kg de resíduo de gesso teriam um novo destino final. Aplicando para uma situação real, os números podem se tornar ainda mais expressivos, tomando como exemplo um conjunto habitacional de 450 moradias padrão popular com 35m² de área de projeção, 110 m² de alvenaria de elevação com blocos cerâmicos 9x19x19 cm e juntas verticais e horizontais de 1,5 cm.

Tabela 6. Simulação de aplicação em larga escala.

Estimativa de Redução de Resíduo de Gesso					
Toral de Casas	Área de Alvenaria por casa (m²/casa)	Área total (m²)	Consumo de Argamassa por m² de alvenaria	Consumo total de Argamassa de Assentamento (m³)	Pó do Gesso (t)
450	110	49500	0,0141	697,95	265,22

A tabela mostra que para situação suposta mais de 250 toneladas de resíduo de gesso deixariam de ser dispostos inadequadamente.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados satisfatórios obtidos, acredita-se que a argamassa de assentamento com a reutilização de resíduo de gesso em pó é um produto com potencial para ser apresentado ao mercado. O traço com a incorporação de pó de resíduo de gesso apresentou, além da trabalhabilidade, uma resistência à compressão média de 4,80 MPa, qualificando-a como do tipo P4 e quando aplicada a um protótipo de alvenaria de bloco cerâmico resistiu a um impacto de corpo mole igual a 120 J, atendendo aos critérios normatizados. Vale ressaltar que mais testes precisam ser realizados para a caracterização completa da argamassa. Além disso, torna-se necessária a análise econômica para a viabilização da efetiva aplicação da técnica.

O resultado do estudo de impacto ambiental revelou que a cada metro cúbico de argamassa cerca de 380 Kg de resíduo de gesso seriam retirados da natureza. Desse modo, a redução do total de resíduo de gesso, que é um contaminante quando depositado de forma inadequada, é significativa com a produção da argamassa proposta. Os resultados mostram que numa simulação de aplicação do traço em uma obra de conjunto habitacional, poderiam ser retirados mais 250 toneladas de resíduo de gesso, o que remete não somente a questões ambientais, mas também sociais, uma vez que para atender a toda essa demanda seria necessária a criação de um centro de coleta e tratamento do resíduo de gesso, gerando emprego e renda para população.

Por fim, a argamassa de assentamento com a reutilização de resíduo de gesso é uma alternativa que atente ao tripé do desenvolvimento sustentável, contribuindo para a redução do acúmulo de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12127: Gesso para construção – Determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 2017a.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13207: Gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 2017b.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005a.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005b.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-4: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.
- Bauer, L. A. Falcão. Materiais de Construção. Vol 1. 5ª ed. Livros Técnicos e Científicos Ed., Rio de Janeiro, 2000, 471 p.
- Melo, D. de C. Pessoa. Processo de Calcinação da Gipsita/Resíduo em um forno Rotativo Contínuo para a Produção de Gesso Beta Reciclável. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife-PE, 2012.
- Moretti, Matheus. Subsídios para a escolha da vedação vertical: produtividade, consumo de materiais e qualidade final na execução de alvenaria convencional e racionalizada. 73p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2016.
- Nagalli, André. Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção. São Paulo: Redação de Textos, 2014.
- Rodrigues, M. L.; Ganhos na construção com a adoção da alvenaria com blocos cerâmicos modulares. Monografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, 2013.