

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DA PASTA DE GESSO COM ADIÇÃO DA CAL HIDRATADA E DO RESÍDUO DE GESSO COMO AGREGADO MIÚDO

Vanessa Cristine Silva Santos¹

Keise de Jesus Fraga²

Raul José Alves Felisardo³

Raíra Souza de Santana Castro⁴

Renata Campos Escariz⁵

Engenharia Civil



cadernos de
graduação

ciências exatas e tecnológicas

ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2316-3135

RESUMO

O emprego do gesso na construção civil é bastante difundido, sendo utilizado das mais diversas formas. Contudo, é um material frágil e que apresenta um rápido endurecimento das pastas, gerando um grande volume de resíduos. A má disposição de seus resíduos causa problemas ambientais que poderiam ser resolvidos com a reciclagem. Assim, este trabalho propõe como abordagem analisar as propriedades mecânicas da pasta de gesso endurecida de modo a verificar o comportamento mecânico do material com adições de 15% de cal hidratada e 15% de resíduo de gesso, para a relação água/gesso de 0,5. As misturas foram experimentadas através dos ensaios de resistência à compressão e dureza. Os resultados indicaram reduções entre os ensaios realizados, uma vez que as propriedades mecânicas ensaiadas apresentaram resultados inferiores aos da pasta de referência (gesso puro). Este trabalho abre caminhos para que outras pesquisas estabeleçam novos modelos de análise, com o objetivo de alcançar resultados ideais para o gesso com adições.

PALAVRAS-CHAVE

Gesso. Resíduo de Gesso. Cal Hidratada. Propriedades Mecânicas.

ABSTRACT

The use of gypsum in civil construction is quite widespread, being used in the most diverse ways. However, it is a fragile material that presents a rapid hardening of the pastes, generating a large volume of waste. The bad disposal of your waste causes environmental problems that could be solved with recycling. Thus, this work proposes an approach to analyze the mechanical properties of the hardened gypsum paste to verify the mechanical behavior of the material with additions of 15% of hydrated lime and 15% of gypsum residue, for a water/gypsum ratio of 0.5. The mixtures were tested through compressive strength and hardness tests. The results indicated reductions between the tests performed since the mechanical properties tested showed lower results than the reference paste (pure gypsum). This work opens the way for other researchers to establish new analysis models, to achieve ideal results for plaster with additions.

KEYWORDS

Plaster. Plaster Residue. Hydrated Lime. Mechanical Properties.

1 INTRODUÇÃO

O uso do gesso, mesmo que de forma, primitiva é datado por volta de 8 mil anos a.C., sendo encontrado em ruínas da Síria e Turquia, onde as principais utilizações do gesso se davam como argamassa e moldes de esculturas (GOURDIN; KINGERY, 1975). Hoje, com a evolução dos processos de fabricação, do melhoramento na qualidade do produto e das técnicas construtivas, o gesso pode ser empregado com uma enorme variabilidade dentro da construção civil, dentre elas destacam-se: os blocos de gesso, paredes de Drywall e revestimentos. Contrapondo o progresso trazido pelas novas técnicas construtivas, tem-se a geração de resíduos (CALÇADA, 2014).

Para Cartaxo, Freitas e Zanta (2013) o resíduo do gesso carece de uma atenção especial devido ao volume de detritos ser considerável, não haver disposição final correta e não haver maiores projetos de reciclagem ou reutilização, mesmo causando graves impactos ambientais e sociais, tais como: proliferação de doenças, obstrução de canais de drenagem etc.

Em virtude disto, em julho de 2002 foi criada a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307, que trata, exclusivamente, do manuseio e destinação final correta dos detritos gerados pela construção civil. Em maio de 2011, o gesso foi reclassificado na classe B, tornando o material passível de reciclagem, na tentativa de reduzir os problemas ambientais causados pelo mau gerenciamento dos detritos (MACHADO, 2013).

Além da reciclagem, existem algumas alternativas possíveis para diminuir a geração de resíduos, dentre elas, têm-se a escolha de um bom material, uma realidade

que no Brasil é possível, já que em polos como o do Araripe o gesso é produzido com mais de 95% de pureza, tornando o polo extremamente importante, tanto social quanto economicamente para o Brasil (BALTAR; BASTOS; LUZ, 2005).

Uma alternativa é analisar as propriedades físicas e mecânicas da pasta de gesso com adições da cal hidratada e do próprio resíduo de gesso. Garcia, Spin e Santos (2013) explicam que aprimoramentos em laboratório desenvolvem produtos com melhores qualidades a partir de novos tratamentos e processo de fabricação.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo determinar as propriedades mecânicas da pasta de gesso com a adição de 15% de resíduo do gesso e 15% de cal hidratada como agregado miúdo. Para isto avaliou-se o comportamento da pasta de gesso quanto à dureza, com a incorporação do resíduo de gesso e da cal hidratada, a resistência à compressão da pasta de gesso com a inserção do resíduo de gesso e da cal hidratada e comparou-se os desempenhos da pasta de gesso sem adições com os resultados obtidos para o gesso com agregados, de modo a verificar se houve mudança no comportamento mecânico do material.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 MATERIAIS

Para a confecção dos corpos-de-prova utilizou-se uma amostra de gesso fino para fundição, proveniente de uma jazida mineral da empresa J N Santos Artefatos de Gesso, localizada em Ipubi/PE, conforme Figura 1a. Como agregados, foram utilizados a cal hidratada – Figura 1b, proveniente de uma jazida mineral em Simão Dias/SE da marca Cal Trevo® e o resíduo de gesso – Figura 1c, que foi coletado em uma fábrica na cidade de Lagarto/SE, produzido por meio da fabricação de placas (60 x 60 cm) para forro de gesso.

Figura 1 – Materiais utilizados na confecção dos corpos-de-prova: (a) Gesso; (b) Cal hidratada e (c) Resíduo de gesso



Para aferir a quantidade de água a ser empregada na composição das pastas de gesso sem adição, gesso com incorporação de cal hidratada e gesso com o seu próprio

resíduo, utilizou-se uma proveta da marca Vidrolabor® com capacidade máxima de 500ml. O peneiramento do gesso e do resíduo foi realizado com uma peneira em aço inox (Contenco Pavitest®, Mesh/Tyler: 9). Para as pesagens usou a balança digital da marca Marte Científica®, modelo AD3300. Os moldes empregados para execução dos corpos-de-prova foram feitos em vidro comum, dimensões 50 x 50 x 50mm, espessura 4,0mm, e uma base, também feita em vidro, medindo 200 x 200mm. Para o desmolde das formas foi utilizado uma mistura entre óleo diesel, sabão em barra e água.

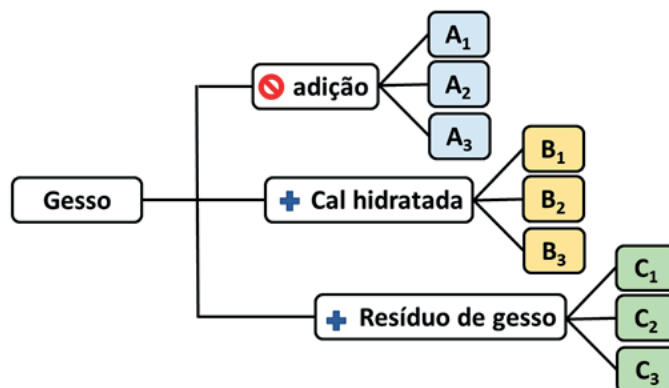
Com intuito de diminuir a umidade dos corpo-de-prova, utilizou-se o dessecador. Nos ensaios de dureza utilizou-se o durômetro da marca Instron Wolpert GmbH®, modelo Dia Testor 7022, com capacidade de carga de 1kg até 250kg, com painel analítico, diâmetro da esfera igual a 10mm. Enquanto para a determinação da resistência à compressão foi utilizada prensa elétrica hidráulica (marca Contenco Pavitest®).

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Elaboração dos Corpos-de-prova

Desde a preparação das amostras até a fabricação dos corpos-de-prova seguiu-se procedimentos ditados pela NBR 12129 (ABNT, 2019). Vale salientar que foram realizados 3 experimentos: gesso puro, gesso mais cal e gesso com adição de resíduo. Utilizou-se do gesso sem adições como pasta de referência para as comparações de resultados. O esquema dos experimentos é mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Identificação dos experimentos para gesso sem adição; gesso + cal hidratada (15%) e gesso + cal hidratada (15%)



Fonte: Autores.

Os experimentos foram realizados em triplicata, portanto, foram produzidos 9 corpos-de-prova com relação água/gesso de 0,5. As adições dos agregados miúdos foram fixadas em 15% tanto para a cal, quanto para o resíduo. A Figura 3 demonstra os corpos-de-prova prontos para o desmolde.

Figura 3 – Amostra em triplicata pronta para desmolde

Fonte: Autores.

2.2.2 Determinação da Dureza

Conforme NBR 12129 (ABNT, 2019), no procedimento realizado para a determinação da dureza, foi selecionada a face inferior do corpo-de-prova e duas faces laterais. Feito isso, as amostras foram dispostas no centro de aplicação da carga com a superfície inferior selecionada voltada para cima. A esfera foi posicionada na parte central desta superfície, tomando-se o cuidado para que não ultrapassasse a distância mínima de 20mm das bordas, de modo a evitar possíveis falhas na superfície.

Inicialmente é aplicada uma carga de 50 N e, após 2 segundos, foi acrescida para 500 N e mantida por 15 segundos. Após esse procedimento, a carga foi retirada e mediu-se a profundidade da impressão da esfera nas três faces selecionadas dos três corpos-de-prova de cada mistura. A resposta do ensaio é obtida por meio da Equação 1 e é dada em Newtons por milímetro quadrado (N/mm²).

$$D = \frac{F}{\pi \times \phi \times t}$$

Onde: F = carga, em N; ϕ = diâmetro da esfera, em mm e t = média da profundidade, em mm.

2.2.3 Determinação da Resistência à Compressão

O mesmo corpo-de-prova utilizado para o ensaio de penetração é também utilizado para o ensaio de resistência à compressão, porém, para posicioná-lo na prensa foi selecionada uma das faces laterais não escolhidas no ensaio anterior, excluindo-se também a face superior da moldagem. Feito isso, aplicou-se uma carga contínua numa razão de 250 N/s a 750 N/s até a ruptura, conforme orientação da NBR 12129 (ABNT, 2017). A resistência à compressão é obtida por meio da Equação 2 e é dada em MPa.

$$R = \frac{P}{S}$$

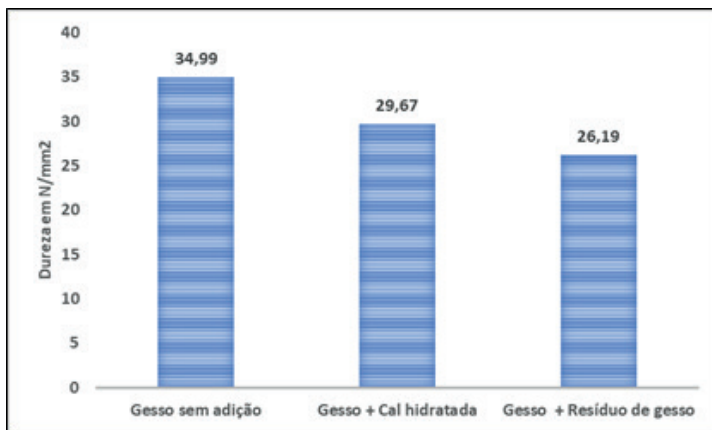
Onde: carga, em N e s = área da seção transversal de aplicação da carga, em mm^2

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESISTÊNCIA À DUREZA DA PASTA DE GESSO

Os valores médios de dureza para os ensaios propostos são indicados na Figura 4.

Figura 4 – Dureza obtida para os corpos-de-prova. Resultados mostrados foram obtidos a partir da média dos ensaios em triplicata



Fonte: Autores.

Tanto para a resistência à dureza do gesso com adição do resíduo de gesso, quanto para a dureza do gesso sem adição, quanto para a resistência à dureza da pasta de gesso com incorporação de cal hidratada, observou-se que as amostras atingiram valores superiores aos exigidos pela norma NBR 13207/2017 que é de 20 N/mm².

Os valores da dureza do gesso sem adição, também foram superiores aos apresentados por Trovão (2012), justificado pelo fato de a autora ter utilizado um fator

água/gesso maior. A presença de água eleva a porosidade do gesso, uma vez que as partículas se distanciam com o aumento da relação água/gesso. Quando submetido à aplicação de carga, a esfera adentra mais facilmente na amostra com porosidade superior, pois os espaços vazios existentes facilitam a penetração. Dessa forma, o fator água/gesso igual a 0,5 influenciou positivamente.

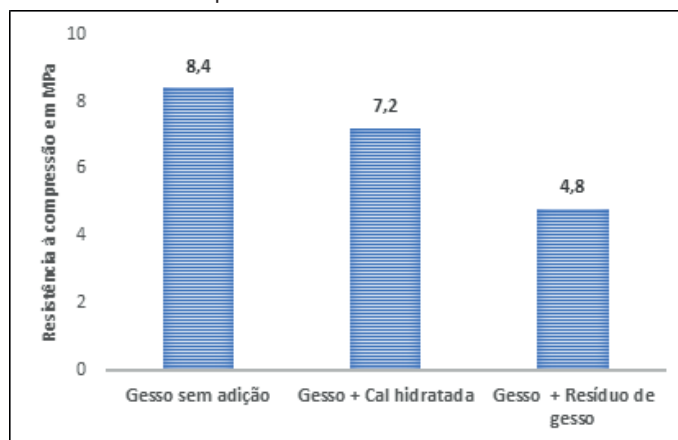
Na resistência à dureza do gesso com adição do resíduo de gesso percebeu-se que as incorporações do resíduo de gesso à pasta, promoveu uma redução de 25% da dureza em relação à pasta de referência (gesso puro). A adição do resíduo de gesso deixou a pasta mais densa, reduzindo a porosidade total da amostra, porém, não o suficiente para aumentar a dureza superficial, podendo ser explicado possivelmente pela reação química da mistura do gesso com o resíduo não se dá por igual, uma vez que o resíduo já sofreu reação.

Com os resultados obtidos para a resistência à dureza da pasta de gesso com incorporação de cal hidratada é possível concluir que a proporção utilizada de água e gesso não exercem grande influência na resistência à dureza superficial do material, indicando que a cal hidratada teve pouca relevância como adição neste sentido.

3.2 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DA PASTA DE GESSO

Os valores médios obtidos pelos ensaios de resistência à compressão estão indicados na Figura 5.

Figura 5 – Resistência à compressão obtida para os corpos-de-prova. Resultados médios obtidos após ensaios em triplicata



Fonte: Autores.

No que toca aos resultados das amostras de gesso com adição, percebeu-se que alcançou o valor mínimo exigido pela NBR 13207/1994, de 8,40 MPa, o que não ocorreu com as amostras gesso com a inserção do resíduo de gesso e com incorporação da cal hidratada.

Os resultados das amostras de gesso com adição podem ser explicados pela resistência à compressão do gesso estar diretamente ligada à quantidade de água de amassamento, uma vez que quanto maior a relação água/gesso, maior a distância entre as partículas, ou seja, maior o número de espaços vazios e conseqüentemente menor a resistência.

Já resistência à compressão do gesso com a inserção do resíduo pode-se observar uma redução nos valores alcançados comparando-se com a amostra de referência, em torno de 43%. Apesar da incorporação do resíduo de gesso deixar a pasta mais densa, reduzindo a quantidade de poros, essa adição acelera todo o processo desde o tempo de pega ao endurecimento, comprometendo a trabalhabilidade da pasta modificada, o que pode ter ocasionado a presença de vazios internos que fragilizaram o material.

Contrapondo a análise feita por Trovão (2012) a qual observou que quanto maior a porcentagem de resíduo de gesso menor a resistência, este trabalho apresentou valores inferiores para uma porcentagem de resíduo menor, o que pode ser explicado pelo fato de as relações água/gesso serem divergentes.

Quanto a resistência à compressão do gesso com incorporação da cal hidratada Antunes e John (1999), ressaltam que quanto menor a porcentagem de cal, maior a resistência à compressão, isto vem de encontro aos resultados obtidos neste trabalho, pois os autores obtiveram bons resultados ao utilizarem porcentagem inferior de cal hidratada.

4 CONCLUSÃO

As análises comparativas entre gesso sem adições, gesso com inserção da cal hidratada e gesso com incorporação do resíduo de gesso, mostraram que o resíduo de gesso apresentou os menores resultados, tanto para resistência à compressão, quanto para resistência à dureza superficial, reduzindo em 43% e 25%, respectivamente, atingindo o mínimo exigido pela NBR 13207 (ABNT, 2017) apenas para a resistência à dureza.

Por meio da análise dos ensaios realizados, constatou-se que a adição da cal hidratada e do resíduo de gesso não contribuíram para a melhora das características mecânicas do gesso, uma vez que não ultrapassaram os valores obtidos para a pasta de referência. Assim sendo, afirma-se, com base nos resultados obtidos, que as misturas não exercem ação positiva no gesso, não sendo materiais que atendem os objetivos almejados.

Embora este trabalho não tenha atingido os resultados esperados, tendo como parâmetro a NBR 13207/1994 e NBR 13207/2017, abre caminhos para que outras pesquisas estabeleçam novos modelos de análise, com o objetivo de alcançar resultados ideais para o gesso com adições.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12129**: Gesso para construção – Determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12129**: Gesso para construção – Determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13207**: Gesso para construção – Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13207**: Gesso para construção – Requisitos. Rio de Janeiro, 1994.

ANTUNES, R. P. N.; JOHN, V. M. **Estudo da influência da cal hidratada nas pastas de gesso. 1999**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da USP, PCC, São Paulo, 1999.

BALTAR, C. A. M.; BASTOS, F. F.; LUZ, A. B. **Gipsita**. CT2005-122-00. Rio de Janeiro: CETEM-Centro de Tecnologia Mineral Ministério da Ciência e Tecnologia, 2005. 23 p. Comunicação Técnica.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. “Dispõe sobre a destinação final de resíduos da construção civil. **Diário Oficial da União**, 17/07/2002, Brasília, DF.

CALÇADA, P. A. B. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**. 2014. 90 f. Projeto (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

CARTAXO, G. A. A.; FREITAS, I. M. D. P.; ZANTA, V. M. **Análise do gerenciamento de resíduos de gesso no município de Salvador-BA**. 2011. 15 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

GARCIA, A.; SPIM, J. A.; SANTOS, C. A. **Ensaio dos materiais**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

GOURDIN, W. H.; KINGERY, W. D. The beginnings of pyrotechnology: neolithic and egyptian lime plaster. **Journal of Field Archaeology**, Boston, v. 2, n. 1, p.133-150, 1975.

MACHADO, G. B. **Reciclagem do gesso**. 2013. Disponível em: <https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-gesso/>. Acesso em: 2 jun. 2018.

TROVÃO, Ana Paula Milagres. **Pasta de gesso com incorporação de resíduo de gesso e aditivo retardador de pega**. 2012. 158 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

Data do recebimento: 7 de Novembro de 2021

Data da avaliação: 10 de Dezembro 2021

Data de aceite: 10 de Dezembro de 2021

1 Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Tiradentes – UNIT.

E-mail: cristinevanessa@outlook.com

2 Acadêmica do Curso de Engenharia Civil, Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: keisefraga@gmail.com

3 Doutorando em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: rauljose1234@gmail.com

4 Doutorando em Engenharia de Processos, Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: rairac6@gmail.com

5 Professor das Engenharias, Universidade Tiradentes – UNIT. E-mail: renata_escariz@outlook.com