

A influência da incorporação de resinas acrílicas para impermeabilização de blocos de gesso¹

The influence of the incorporation of acrylic resins for waterproofing plaster blocks

Eixo temático: Engenharia Civil, Engenharia e Materiais

CARVALHO, Carlos Mavial, Unifesspa, mavial.mcarvalho@gmail.com

SIMAS, Tarciso Binoti, Unifesspa, tarcisobinoti@gmail.com

BORGES, Karoline, Unifesspa, karoline.borges@unifesspa.edu.br

SARAIVA, Raisse Layane de Paula, Unifesspa, raisse@unifesspa.edu.br

PONTES, Gustavo Lima Saraiva, Unipe, gugaspontes@icloud.com

Resumo: O futuro da construção civil aponta para o uso cada vez maior do gesso, sendo um material construtivo de ampla aplicação. Está sendo muito utilizado devido a sua fácil aplicação e ao seu baixo custo. Visando algumas desvantagens desse hemidrato, como a sua fragilidade, e a solubilidade na água, dificultando o seu uso em alvenarias de vedações externas e áreas molhadas, buscou-se utilizar um material que atenuasse a sua absorção de água e melhorasse seu desempenho mecânico. Desta forma, essa pesquisa objetivou avaliar as características físicas e mecânicas de um modelo de bloco de vedação aditivado com compósitos poliméricos buscando a melhoria dessas propriedades. Foi definido dois percentuais de cada compósito para serem incrementados na pasta de gesso, assim como também foram avaliados ambos constituindo a mesma mistura. Primeiramente foram feitos corpos de prova com o gesso acrescentado da resina nas concentrações de 5% e 10%, em seguida foi avaliado o comportamento com outro tipo de polímero sintético, denominado GV, com 15% e 20%, e por fim foi estudado uma pasta de gesso com adição de ambos os compósitos. A aplicação dos polímeros revelou ser pouco eficaz contra a solubilidade em água, sendo observada uma grande queda no percentual de absorção de água, porém, ficando acima do limite máximo da diretriz SINAT N°008 (BRASIL, 2012b). Avaliando o desempenho mecânico, nenhuma das amostras satisfaz os valores mínimos de resistência a compressão propostos pelas normas para blocos de vedação. Por fim, essa pesquisa agrega com o estudo do desenvolvimento de materiais de construção produzidos a partir do gesso com uma menor vulnerabilidade a água, desempenho mecânico, custo menor, e bom desempenho térmico e acústico oferecidos pelo gesso.

Palavras-chaves: *Gesso, polímeros sintéticos, impermeável, desempenho mecânico, blocos de vedação.*

Abstract: The future of civil construction points to the increasing use of plaster, being a construction material with wide application. It is being used a lot due to its easy application and low cost. Aiming at some disadvantages of this hemidrate, such as its fragility, and the solubility in water, making it difficult to use in masonry of external fences and wet areas, we sought to use a material that would attenuate its water absorption and improve its mechanical performance. In this way, this research aimed to evaluate the physical and mechanical

¹ CARVALHO, M. C *et al.* A influência da incorporação de resinas acrílicas para impermeabilização de blocos de gesso. In: CONGRESSO ARAGUAIENSE DE CIÊNCIAS EXATA, TECNOLÓGICA E SOCIAL APLICADA, p. 1-12, 2020, Santana do Araguaia. *Anais...* Santana do Araguaia: II CONARA, 2020.

characteristics of a sealing block model with polymeric composites seeking to improve these properties. Two percentages of each composite were defined to be added to the gypsum paste, as well as both constituting the same mixture. First, specimens were made with gypsum added to the resin in concentrations of 5% and 10%, then the behavior with another type of synthetic polymer, called GV, with 15% and 20% was evaluated, and finally a plaster paste with the addition of both composites. The application of polymers proved to be ineffective against water solubility, with a large drop in the percentage of water absorption, however, staying above the maximum limit of the SINAT No. 008 guideline (BRASIL, 2012b). Evaluating the mechanical performance, none of the samples met the minimum values of compressive strength proposed by the standards for sealing blocks. Finally, this research adds to the study of the development of construction materials produced from plaster with less vulnerability to water, mechanical performance, lower cost, and good thermal and acoustic performance offered by plaster.

Keywords: *Plaster, synthetic polymers, waterproof, mechanical performance, sealing blocks.*

Resumen: El futuro de la construcción civil apunta al creciente uso del yeso, siendo un material de construcción de amplia aplicación. Se está utilizando mucho por su fácil aplicación y bajo costo. Apuntando a algunas desventajas de este hemidrato, como su fragilidad, y la solubilidad en agua, que dificulta su uso en mampostería de cercos externos y áreas húmedas, se buscó utilizar un material que atenuara su absorción de agua y mejorara su desempeño mecánico. De esta forma, esta investigación tuvo como objetivo evaluar las características físicas y mecánicas de un modelo de bloque de sellado con composites poliméricos buscando mejorar estas propiedades. Se definieron dos porcentajes de cada composite para añadir a la pasta de yeso, constituyendo ambos la misma mezcla. Primero, se hicieron probetas con yeso agregado a la resina en concentraciones de 5% y 10%, luego se evaluó el comportamiento con otro tipo de polímero sintético, llamado GV, con 15% y 20%, y finalmente se evaluó un pasta de yeso con adición de ambos composites. La aplicación de polímeros resultó ser ineficaz contra la solubilidad en agua, con una gran caída en el porcentaje de absorción de agua, sin embargo, se mantuvo por encima del límite máximo de la directriz SINAT No. 008 (BRASIL, 2012b). Al evaluar el desempeño mecánico, ninguna de las muestras cumplió con los valores mínimos de resistencia a la compresión propuestos por las normas para bloques de sellado. Finalmente, esta investigación se suma al estudio del desarrollo de materiales de construcción producidos a partir de yeso con menor vulnerabilidad al agua, desempeño mecánico, menor costo y buen desempeño térmico y acústico que ofrece el yeso.

Palabras clave: *Yeso, polímeros sintéticos, impermeabilización, comportamiento mecánico, bloques de sellado.*

1 Introdução

O futuro da construção civil aponta para o uso cada vez maior do gesso. Segundo Pinheiro (2011), a isso se multiplicam todas as aplicações do gesso como material de revestimento, aplicando em tetos, paredes e como material de fundição, na produção de placas, sancas, molduras e outras peças de acabamento. É um material pulverulento (pó) branco, que assim quanto o cimento, tem propriedades aglomerantes, isto é, depois de entrar em contato com a água, endurece depois de certo tempo, pegando atributos ligantes e de resistência.

O seu uso é adequado por causa de propriedades que o fazem ser bastante aproveitado na construção, como por exemplo: a facilidade de moldagem, boa aparência, boas propriedades térmicas e acústicas, produtividade alta, além do custo menor que a argamassa de cimento

gerando o interesse mais recente das construtoras na execução das paredes internas com blocos de gesso, que vem despontando como uma opção à vedação vertical dos edifícios. Entretanto, por ser um material de pega muito rápida é comum ver o imenso desperdício nos canteiros de obra, contribuindo para geração de resíduos.

Contudo, o pré-moldado de gesso é um material muito frágil, ou seja, sofre ruptura sem, antecipadamente, demonstrar deformações plásticas expressivas. Outra desvantagem é a solubilidade na água, assim, não é indicado para vedação externa ou áreas molhadas, porém, através da utilização de polímeros sintéticos no gesso as características e propriedades mecânicas melhorarão e a capacidade de absorção de água é reduzida.

A procura de um material que possa ser usado nas edificações e que seja um isolante térmico, com boa resistência, baixa absorção de água, e baixo custo, tem merecido destaque em pesquisas científicas. Para Izquierdo (2011), é imprescindível o incremento de materiais alternativos como uma nova abertura para a sustentabilidade. De acordo com o exposto, este estudo visa criar um modelo de bloco impermeável utilizando gesso, como matéria-prima principal, e adições de aditivos hidrofugantes e polímeros sintéticos, como a resina acrílica. Posteriormente, examinar sobre as alterações nas propriedades físicas e mecânicas, assim como o desempenho térmico, cobijando permitir o uso, tanto em sistemas de vedação verticais internas como externas.

Por fim, é notória a escassez nacional de trabalhos técnicos-científicos sobre o assunto, sendo assim, almeja-se que este trabalho possa colaborar para o desenvolvimento de novas tecnologias construtivas, utilizando materiais com um menor impacto ambiental, bem como promover edificações mais econômicas e populares.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as características e propriedades mecânicas de blocos construtivos mais resistentes a água, usando resina acrílica para impermeabilização, produzidos com gesso, tendo em vista seu uso para a produção de edificações populares. Como objetivos específicos têm-se: (i) Determinar a proporção mais indicada para formulação dos compósitos de gesso-polímero, a partir da distinção dos atributos físicas e mecânicas; (ii) Definir dimensão, peso, geometria e encaixes dos blocos de vedação; (iii) Determinar as propriedades físicas e mecânicas dos blocos vedação; (iv) Comparar os resultados obtidos em relação ao desempenho mecânico.

3 GESSO

3.1 Origem

O gesso representa um dos materiais mais antigos utilizados na construção civil, há registros arqueológicos do uso do gesso em ruínas na Síria e na Turquia há cerca de 8.000 anos a.C. e dos egípcios na construção de pirâmides há 2.000 anos a.C. (GOURDIN e KINGERY, 1975). O seu desenvolvimento iniciou em construções na Babilônia, Mesopotâmia e Assíria. As pesquisas mostram que os egípcios antigos utilizavam o gesso esmagado antes de misturá-lo com água para uso mineral e blocos de construção. Essas metodologias foram comuns para construir tumbas e grandes pirâmides (umas das sete maravilhas do mundo) (RIBEIRO, 2006). De acordo com Ribeiro (2006), a partir do século XX, em função do avanço industrial, os equipamentos para a produção de gesso deixaram de ser principiantes e passaram a incorporar maior tecnologia. Esta evolução promoveu o trabalho e emprego pelo homem, principalmente após descobrir métodos para controlar o tempo de pega, aceitando integração como material aglomerante na construção civil. O gesso é um dos mais antigos materiais já fabricados pelo

homem. É um mineral de aglomerante simples, constituído de sulfatos hidratados e anidros de cálcio. É encontrado no mundo todo e no Brasil tem uma maior concentração nos Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Pernambuco. No Brasil, a maior extração é no município de Grajaú, no Maranhão, considerando um dos maiores produtores de gesso (RIBEIRO, 2006).

3.3 Gesso hidrofugado

Para diminuir a capacidade de absorção de água do gesso faz-se uso de aditivos hidrofugantes. Deste modo, a ação negativa da água nas propriedades dos materiais tem feito com que eles sejam cada vez mais utilizados na construção civil. De acordo com a Diretriz SINAT N°008 (BRASIL, 2012b), os blocos de gesso hidrofugados devem ser apresentados na cor azul, utilizados na construção de paredes divisórias de áreas molháveis, molhadas e na primeira fiada de todas as paredes. As características dos blocos de gesso são semelhantes para blocos de gesso comuns e hidrofugados, diferenciando-se somente em relação à absorção de água de 5% para o último, assim como a cor.

No período do preparo, é possível utilizar dois tipos de produtos: os que são misturados à água no momento da hidratação, e os que são utilizados como pintura em pistolas, ou por imersão. Como exemplo, podem-se citar os derivados de silicone, os quais, incorporados na massa de gesso, produzem determinado nível de impermeabilização (SUPERGESSO, 2013).

Sayil e Çolak (1999) com o objetivo de encontrar um meio para superar a fraca resistência à humidade do gesso combinaram separadamente resinas acrílicas, silicone e polímeros à base de epóxi, com o gesso, em quantidades variáveis, na finalidade de gerar a mistura com melhor performance na resistência à humidade e com melhor durabilidade à ação da água.

Munhoz (2008) para diminuir a relação água/gesso e tornar o material menos poroso e conseqüentemente mais impermeável, resolveu conhecer o efeito de quatro diferentes tipos de aditivos em pasta de gesso em diferentes dosagens: o imperwall, masterfix, glenium 3200 HES e o silicone. Da análise, verificou que, na adição de glenium 3200 e silicone a taxa de absorção, após imersão, variou de 7% a 40% na relação água/gesso. Enquanto a adição apenas do silicone, provocou uma redução na taxa de absorção de 80%. Okino et al. (2004, 2005) analisaram a inclusão de um aglomerado de cimento no gesso e obtiveram melhores propriedades físicas e mecânicas do aglomerado de cimento e gesso. Os resultados obtidos apresentaram menor absorção de água e uma resistência mecânica superior.

3.4 Propriedades

De acordo com as normativas brasileiras propostas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), é possível estabelecer as características impostas para o gesso utilizado na construção civil. Especificação; Portanto, é evidente a escassez de normas para gesso e seus termos derivados. Em 2010, o Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP) revisou todas as normas existentes na ABNT para o gesso e derivados, bem como novas propostas para atualização de normas, usando como parâmetros as normas da União Europeia (RIBEIRO, 2011).

3.5 Polímeros

As resinas sintéticas são polímeros oriundos do processo de polimerização. Resultado da copolimerização de diferentes monômeros para a obtenção de propriedades específicas. As resinas são responsáveis pela película da tinta e são responsáveis pela maioria das características físicas e químicas desta, pois determinam o brilho, a resistência química e física, a secagem, a aderência, e outras. As primeiras tintas fabricadas empregavam resinas de origem natural (principalmente vegetal) (Guia Técnico Ambiental Tintas e Vernizes, 2006). Elas destacam-se pela sua dureza, retenção de calor e brilho, boa resistência à ação de solventes e ao

intemperismo (Fazano, 1995). Com a grande preocupação ambiental e exigências de materiais melhores, pesquisas têm se concentrado em materiais solúveis em água, diversificando estudos, como as resinas acrílicas e sínteses de copolímero (acrilato de butila/ácido acrílico) para aplicação no acabamento, com melhorias na absorção de água (Jing et al., 2008 b).

4- MATERIAIS E MÉTODOS

Quanto aos objetivos a metodologia é do tipo exploratória, pois tem como desígnio proporcionar maior familiaridade com o problema. A pesquisa também pode ser definida como experimental e qualitativa uma vez que foi realizado manipulação e controle da influência de variáveis no objeto de estudo. Depois foram elaborados traços de gesso com determinada proporção de gesso, aditivos, polímeros e água, para realização das misturas. A partir das misturas foi feito ensaio de consistência da pasta de gesso e confeccionados 28 corpos de prova para análise das propriedades no estado endurecido. Após a análise de dados dos corpos de provas (50mm x 50mm x 50mm), foram produzidos blocos de vedação, com formas de (20mm x 10mm x 65mm), utilizando a pasta com melhor desempenho para análise das propriedades na situação de bloco de vedação. Neste item serão demonstrados os materiais e métodos empregados na realização do estudo com o intuito de alcançar os objetivos gerais e específicos. Inicia-se com a definição dos materiais, em seguida, são consideradas proporções a serem estudadas, escolhendo as melhores misturas, em relação ao desempenho mecânico e absorção de água por imersão. Posteriormente, apresenta-se o projeto e processo de produção dos blocos. Por fim, são descritos os métodos de ensaios desenvolvidos ao longo do trabalho.

4.1.1 Gesso

O material, comprado no mercado local, foi caracterizado conforme determinações das normas NBR 12127 (ABNT, 1991) – Gesso para Construção – Determinações das propriedades físicas do pó- Método de ensaio, e NBR 13207 (ABNT, 1994) – Gesso para Construção – Especificações.

4.1 2 Água/ polimeros sintético

Foi utilizada nas misturas água potável proveniente do sistema de abastecimento com ponto de coleta no laboratório de engenharia civil. Os polímeros utilizados nas misturas foram adquiridos pela empresa IMPERSOL.

4.1. 3 Misturas

De acordo com Souza (2006), assim como o material aglomerante, quanto menor a relação a/g maior será a resistência a compressão e diminuirá a absorção de água no gesso, pois o endurecimento da pasta provoca evaporação da água excedente. Portanto, quanto maior a quantidade de água para formação da pasta maior a porosidade formada e, conseqüentemente, maior o potencial de absorção de água do material. Porém, a redução da quantidade de água fica condicionada à obtenção da trabalhabilidade das misturas, ou seja, a redução da água influencia na fluidez da pasta. Sendo assim foi adotado, para a relação água/gesso (a/g), a proporção de 0,55, visando tornar a mistura com formulação final mais resistente e sem perder muita plasticidade, ficando-a com trabalhabilidade suficiente para moldagem. Em relação às adições dos polímeros, foram adotados dois percentuais para resina acrílica (5% e 10%), e para o polímero fornecido pela IMPERSOL (15% e 20%). Após os primeiros testes optou-se por experimentar os dois tipos de polímeros juntos, na proporção de 5% e 15% respectivamente, ver no quadro 1.

Quadro 1: Misturas dos corpos de prova.

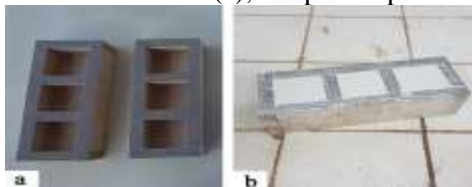
	Relação A/G	% Resina	% Polímero	Quant. de CP
GC	0,5	-	-	3
GR	0,75	5	-	3
GR	0,75	10	-	3
GR	0,55	10	-	3
GV	0,55	-	20	3
GV	0,55	-	22	3
GVR	0,55	5	15	3

Fonte: O autor, 2020.

Onde:GC - Gesso comercial, GR - Gesso resina, GV – Gesso polímero, GVR – Gesso resina + polímeros.

Para determinar as melhores composições para a fabricação dos blocos vedação, foram executados os ensaios de resistência à compressão e de absorção de água, sendo moldados corpos de prova cúbicos (figura 5), com aresta de 50 mm, em formas de madeira com capacidade para três corpos de provas por moldagem. Uma vez moldados e passados o tempo para a cura, cerca de 1 hora e 30 minutos, os corpos de prova foram retirados dos moldes, colocados em temperatura ambiente, até se obter uma massa constante.

Figura 1: Formas de madeira (a), Corpos de provas moldados (b)



Fonte: O autor, 2020.

4.2 Métodos

Neste item serão demonstrados os ensaios e procedimentos para determinação e análise das propriedades físicas e mecânicas das amostras de gesso.

4.2.1 Ensaio de absorção de água

Segundo a norma NBR 14715-2 (ABNT, 2010a), para chapas de gesso acartonado, foi realizado o ensaio de absorção de água, que estabelece a determinação da massa inicial dos corpos de prova cúbicos, de 125 cm³, depois do processo de cura. Posteriormente, foram submergidos em recipiente com água durante 120 minutos. Transcorrido esse tempo, os corpos de prova são retirados da água e removidos o excesso de água com um pano úmido, e determinada sua massa final. Sendo assim, o percentual de água absorvida para cada corpo de prova foi calculado, conforme a Equação 3.

$$aa = \frac{(mf - mi)}{mi} \times 100 \quad (\text{equação 3})$$

Em que: aa - absorção d'água (%), mf - massa final (g), mi - massa inicial (g)

Desta forma, faremos análise afim de comprovar a afirmação de Souza (2006), quando este autor afirma, durante o endurecimento da pasta, o aquecimento provoca evaporação da água excessivo. Portanto, quanto maior a quantidade de água para formação da pasta maior a porosidade formada e, conseqüentemente, maior será a absorção de água do material. Entretanto, a diminuição da quantidade de água fica dependente à alcance da trabalhabilidade das misturas, ou seja, a redução da água influencia na fluidez da pasta

4.2.2 Ensaio de resistência à compressão

O ensaio de resistência à compressão axial dos corpos de prova foi realizado de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005b), em prensa hidráulica com capacidade de carga de 100kN.

4.2.3 Início e fim de pega

Para os ensaios de início e fim de pega, foram moldados corpos-de-prova específicos conforme colocado pela norma NBR 12128 (ABNT, 1991b), em temperatura ambiente, utilizando o aparelho de Vicat. A pasta foi polvilhada sobre a água, ficando em descanso por 2 minutos, sendo misturada no próximo minuto subsequente, em movimentos circulares, até obter uma pasta uniforme. O tempo considerado foi computado, em minutos, a partir do momento que o gesso entrou em contato com a água, até o instante que a agulha do aparelho de Vicat não penetrou no fundo da pasta, ficando a 1 mm acima da base. O final de pega foi caracterizado no período que a agulha não penetrou mais a pasta.

4.2.4 Consistência

Para a obtenção da consistência das pastas, comparativamente, utilizou-se a mesa de espalhamento, “*flow table*”, a partir da adaptação da norma NBR 13276 (ABNT, 2005a). O ensaio consiste em medir o espalhamento horizontal da pasta de gesso moldada em forma de tronco de cone padrão, onde o material é submetido a sucessivos impactos após a retirada do cone. Desta forma, verifica-se o diâmetro, em mm, da pasta após cinco golpes, visando, de forma indireta, avaliar a trabalhabilidade das amostras.

4.2.5 Projeto e fabricação dos blocos

Após definidas as misturas a serem trabalhadas, iniciou-se o projeto para confecção dos blocos. Como já mencionado anteriormente, o desenvolvimento desta pesquisa foi direcionado para o projeto do bloco de vedação, produzido com gesso e polímeros assim como gesso comercial para fins comparativos, com dimensões e mecanismos de encaixe lógicos. Portanto, o projeto do bloco de vedação foi definido a partir de estudo. De acordo com Rocha (2008), foram analisados para isso questões como: (i) Tipo e formato dos encaixes; (ii) Forma de produção dos blocos (moldagem e desmoldagem); (iii) Forma de instalação da peça no canteiro de obra; (iv) Relação entre as dimensões, massa e encaixes com o projeto arquitetônico (possibilidade de modulação). Após serem definidos os encaixes macho-fêmea na horizontal entre os elementos, no estudo dimensional do pré-moldado, foram elaboradas as formas para produção dos mesmos. No processo de moldagem, os blocos serão confeccionados e avaliados em função da facilidade no processo de desforma.

Figura 2: Formas utilizadas na produção dos blocos.



Fonte: O autor, 2020.

Figura 3: Encaixes horizontais (macho e fêmea)



Fonte: O autor, 2020.

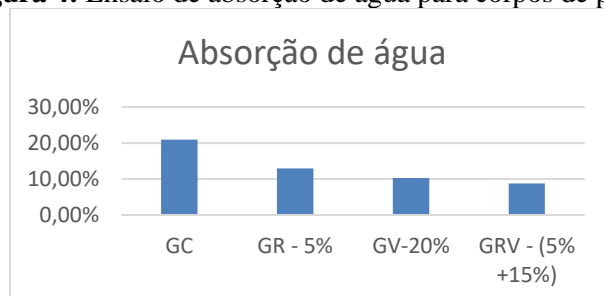
5.RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Propriedades dos compósitos no estado endurecido

Absorção de água

A absorção de água está representada na Figura 8, tanto a matriz de gesso comum para referência quanto a das misturas com diferentes tipos de polímeros sintéticos, optou-se por representar no gráfico apenas os resultados mais relevantes de cada compósito, foi em média de 51% menor as dos corpos de provas com adição dos polímeros. Em relação às amostras com uso de polímeros, apesar do percentual de absorção reduzir drasticamente para até 9% (GRV), não obteve o resultado abaixo do limite máximo, de 5% para gesso hidrofugados, estabelecido pela SINAT nº008 (BRASIL, 2012b). As melhores misturas foram o GR com percentuais de resina em 5%, o GV com percentual do polímero em 20%, e o GVR com percentuais de 5% de resina acrílica e 15 % do polímero sintético utilizado.

Figura 4: Ensaio de absorção de água para corpos de prova

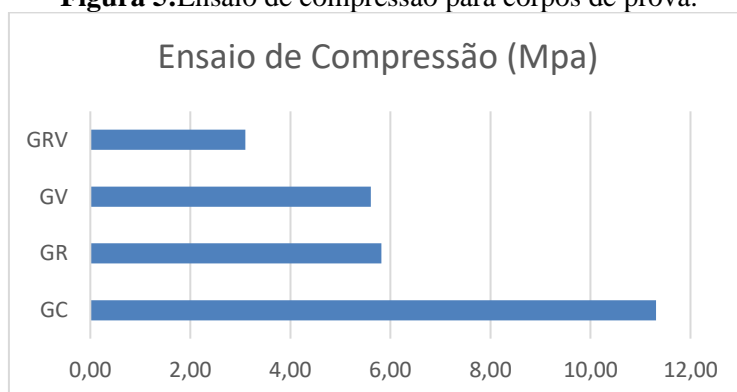


Fonte: O autor, 2020.

5.2 Resistência à compressão

Na Figura 9 observa-se as tensões obtidas pelos corpos de provas com melhores resultados no teste de absorção de água. É evidente a diminuição da resistência a medida que vai aumentando o fator a/g, ou a porcentagem de resina acrílica (GR) e o polímero no compósito GV.

Figura 5:Ensaio de compressão para corpos de prova.



Fonte: O autor, 2020.

Percebe-se que o gesso com adições poliméricas apresentou valores médios de 5,82 e 5,61 MPa, para o GR e GV, respectivamente. Já o gesso comercial apresentou valor médio de 11,31 MPa. Nota-se então que os polímeros estudados deixaram as misturas de gesso com resistências abaixo do valor especificado pela NBR 13207 (ABNT, 1991) no Tabela 1. No entanto, para que venha atingindo o valor médio de resistência que a norma específica, deveria diminuir a relação de água/gesso, porém diminuído o fator a/g consequentemente diminuirá a trabalhabilidade da

pastas, o que torna um problema no momento de execução dos blocos, podendo ocasionar vazios internos.

Tabela 2: Exigências físicas e mecânicas do gesso para construção civil de acordo com a Norma NBR 13207 – gesso para construção civil.

Determinações físicas e mecânicas	Unidade	Limites
Resistência à compressão (NBR 12129)	MPa	> 8,40
Dureza (NBR 12129)	N/mm ²	> 30,00
Massa unitária (NBR 12127)	Kg/m ³	> 700,00

Fonte: NBR 12129 (ABNT, 1991).

No quadro 4, podemos observar os valores obtidos dos corpos de prova mais relevantes nos ensaios de compressão. Podemos perceber que os corpos de provas com incrementações de polímeros possuem uma menor discrepância entre seus resultados, ficando mais perto da média, gerando uma maior confiabilidade. No gesso comercial, nota-se que todos os corpos de provas ficaram acima do limite, de 8,40 Mpa, estabelecido pela NBR 12129 (ABNT, 1991).

Quadro 3: Ensaio de compressão.

Corpo de Prova	Seção (cm ²)	Força Máx (kgf)	Tensão (Mpa)
GC1	25	3390	13,30
GC2	25	2800	10,98
GC3	25	2460	9,65
GR1	25	1530	6,00
GR2	25	1470	5,77
GR3	25	1450	5,69
GV1	25	1350	5,30
GV2	25	1500	5,88
GV3	25	1440	5,65
GRV1	25	830	3,26
GRV2	25	830	3,26
GRV3	25	710	2,79

Fonte: O autor, 2020.

5.2.1 Bloco

Optou-se pela produção apenas de blocos de gesso GV, visto que, a partir das análises realizadas nos corpos de prova, o GR e GRV tiveram resultados inferiores levando em consideração a fusão da resistência com a absorção de água. Também foi fabricado um bloco com o gesso simples com o intuito de analisar e comparar.

5.2.1.1 Absorção de água

A partir da execução do ensaio de absorção dos blocos, verifica-se que houve uma redução no percentual de absorção de água por imersão, quando conferindo com os ensaios dos corpos de prova. Porém, pode-se verificar que o bloco construído com o gesso GV não conseguiu se enquadrar na diretriz SINAT N°008 (BRASIL, 2012b), no qual o limite máximo é de 5%, ficou com percentual de absorção de água igual a 8%.

Figura 6: Blocos submersos na água.



Fonte: O autor, 2020.

5.2.1.2 Resistência à compressão

Quando aferida com as exigências mínimas pelas normas NBR 15270 (ABNT, 2005) para blocos cerâmicos, NBR 6136 (ABNT, 2014) para blocos de concreto e Diretriz SINAT N°008 (BRASIL, 2012b), para vedações verticais internas em alvenaria não-estrutural de blocos de gesso, verifica-se que para todas as tipologias, os blocos GC proporcionam resultados satisfatórios, conforme Quadro 5.

Quadro 4: Valores admissíveis para resistência à compressão de bloco.

APLICAÇÃO	MATERIAL	NORMA	RESISTÊNCIA MÍNIMA À COMPRESSÃO (MPa)
Estrutural	Concreto	NBR 6136/ 2014	4,0
	Ceramica	NBR 15270/ 2005	3,0
Vedação	Concreto	NBR 6136/ 2014	3,0
	Ceramica	NBR 15270/ 2005	1,5
	Gesso	SINAT 008/2012	3,0

Fonte: Medeiros, 2020.

5.3 Propriedades no estado fresco (pasta)

5.3.1 Tempo de pega

O ensaio confirmou que a penetração da sonda do aparelho de Vicat, para obtenção dos tempos de início e de fim de pega, aumentou com a inserção dos polímeros, GV e GR. O tempo final de pega, quando a agulha do aparelho não adentra na pasta, o que limita o uso do gesso para a produção de peças pré-moldadas, para o Gesso GC foi de 22 minutos, para a mesma composição sendo acrescentado o polímero sintético ocorreu um aumento no tempo de pega para 38 minutos, quando utilizado a pasta GR, e 29 minutos, quando utilizado a pasta GV.

5.3.2 Consistência

Com o ensaio de consistência, foi possível verificar a plasticidade das amostras. Verificou-se que a amostra do gesso com adição do polímero GV apresentou um resultado satisfatório com boa plasticidade. No ensaio realizado, o espalhamento obtido no “*flow table*” foi de 20cm.

6 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após verificar as características e propriedades mecânicas dos blocos construtivos de baixa absorção de água para alvenaria de vedação produzida com gesso e polímeros sintéticos, não foi comprovada a eficácia dos blocos produzidos a partir dos polímeros utilizados. Quando comparados os resultados obtidos em conjunto, verifica-se que os blocos com resina são menos resistentes, porém absorvem menos água. Para as propriedades das pastas no estado fresco, verificou-se que o tempo de pega inicial e final e a consistência de gesso com resíduos

poliméricos foram superiores quando comparados com o gesso comercial, obtendo melhor trabalhabilidade. Sendo assim, os resultados foram satisfatórios, visto que há boa trabalhabilidade, possibilitando a moldagem dos blocos. Em relação à propriedade de absorção de água, observa-se uma redução significativa com a utilização de ambos os polímeros. Entretanto, todos os compósitos tiveram um valor superior ao máximo estabelecido pela Diretriz SINAT N°008. No que diz respeito às características mecânicas, a partir do resultado do ensaio de resistência à compressão, verifica-se que os blocos com inserção do polímero sintético não obtiveram a resistência mínima de 3,0 MPa. O bloco de gesso comercial conseguiu resultado acima do mínimo para todas as tipologias. O dimensionamento e a geometria dos blocos propiciaram serem utilizados em processos de racionalização e compatibilização construtiva, visto que possuem encaixes macho e fêmea, sendo possível fácil execução e economia de materiais, uma vez que ele não precisa de reboco e possui o tamanho padrão das alvenarias com acabamento, sendo necessário apenas o tratamento final a base de massa de nivelamento e tinta. Desta forma, a pesquisa corrobora com o desenvolvimento de materiais de construção produzidos a partir do gesso com uma menor vulnerabilidade a água, desempenho mecânico satisfatório, custo menor, e bom desempenho térmico e acústico oferecidos pelo gesso. Como também, dimensionamento e a geometria dos blocos propiciaram serem aproveitados em processos de racionalização e compatibilização construtiva, sendo viável para uma futura proposta de modulação para adaptação de um projeto de edificações populares.

Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13207**: gesso para construção civil. Rio de Janeiro, 1994.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO DRYWALL. **Resíduos de gesso na construção civil: coleta, armazenagem e reciclagem**. São Paulo/SP: Agns, 2012.

BIANCHI, J. C. de A.; ALBRECHT, C. H.; DALTAMIR, J. **O universo da química: volume único**. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2005.

D. BÜLICHEN, J. Plank, "**Water retention capacity and working mechanism of methyl hydroxypropyl cellulose (MHPC) in gypsum plaster Which impact has sulfate?**", Cement and Concrete Research, 46 (2013).

D. BÜLICHEN, J. Plank, "**Water retention capacity and working mechanism of methyl hydroxypropyl cellulose (MHPC) in gypsum plaster Which impact has sulfate?**", Cement and Concrete Research, 46 (2013). 66-72

FAZANO, C. A. T. V. **Tintas – Métodos de controle de pinturas e superfícies**. São Paulo: Hemus Editora Ltda, 1995.

Guia Técnico Ambiental Tinta e Vernize – Série P+L – Governo do Estado de São Paulo. Federação das Industrias do Estado de São Paulo, 2006

IZQUIERDO, I. S. **Uso de fibra natural de sisal em blocos de concreto para alvenaria estrutural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas), Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.

JING, H.; JIANZHONG, M.; WEIJUN, D. **Synthesis of alkali-soluble copolymer (butyl acrylate/acrylic acid) and its application in leather finishing agent.** Eur. Polym. Journal, v. 44 p. 2695- 2701, 2008b.

MEDEIROS, Mellyne Palmeira. **Desempenho térmico de blocos de vedação com o uso de gesso e de resíduos poliméricos.** Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do grau de Mestre. João Pessoa, 2016.

MUNHOZ, F. C. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa.** 2008. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

OKINO EYA, de Souza MR, Santana MAE, da Alves MV, de Sousa ME, Teixeira DE (2004) **Cement-bonded Wood particleboard with a mixture of eucalypt and rubberwood.** Cem Concr Comp 26 (6): 729–734.

OKINO EYA, de Souza MR, Santana MAE, da Alves MV, de Sousa ME, Teixeira DE (2005) **Physico-mechanical properties and decay resistance of Cupressus spp. Cement-bonded particleboards.** Cem Concr Comp 27(3); 333-338.

PINHEIRO, M. S. **Gesso reciclado: avaliação de propriedades para uso em componentes.** 2011. 330p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade de Campinas, São Paulo, 2011.

RIBEIRO, A. S. **Estudo e Otimização do Processo de Produção de Gesso Reciclado a partir de Resíduos da Construção Civil.** 2011. 312 f. Tese de Doutorado – Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2011

RIBEIRO, Abrahão Severo. **Produção de Gesso Reciclado a Partir de Resíduos Oriundos da Construção Civil Sociais.** Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal da Paraíba para obtenção do grau de Mestre. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2006.

SAYIL, B. and ÇOLAK, Adnan **Durability of Polymer Modified and Impregnated Gypsum,** 8 DBMC 8th International Conferences on Durability of Building Materials and Components, CIB W78 Workshop on Information Technology in Construction, Vancouver, May 30 - June 3, 1999.

SINAT 008- **Vedações verticais internas em alvenaria não estrutural de blocos de gesso,** 2012.

SOUZA, L. M. **Compósito a Base de Gesso e EPS para Fabricação de Casas Populares.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 17, 2006, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 2006. P. 95-105.