

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO ADITIVO HIDROFUGANTE NAS PASTAS DE GESSO DE FUNDIÇÃO¹

SILVA, D. B. P., Universidade Federal do Vale do São Francisco, e-mail: danielbruno.silva@hotmail.com; SOUSA, J. G. G., Universidade Federal do Vale do São Francisco, e-mail: getulio.univasf@gmail.com; FERREIRA, D. C. E., Universidade Federal do Vale do São Francisco, e-mail: davison.caique@hotmail.com; RODRIGUES, T. M. C., Universidade Federal do Vale do São Francisco, e-mail: taynamireller@gmail.com

ABSTRACT

Gypsum is a binder that is also used in civil construction in the manufacture of precast and masonry lining. Its application is justified due to the ease of production and molding, low cost, resistance to fire, possibility of being reused and due to be a constructive system that promotes the reduction of loads. However, because this material has high solubility in water, the use is restricted to indoor environments and where there is no direct and constant contact with water. In this context, it is necessary to use water-repellent additives in the production of gypsum precasting, creating a waterproofing system with materials that are more resistant to the action of water. Studies related to the use of water repellent additives in foundry gypsum are still incipient. This work evaluated the effects caused by the use of commercial water repellent additives on the properties of the casting plaster in the fresh state (picking times and heat of hydration) and in the hardened state (surface hardness and compressive strength). The analysis indicated the influence of the additives on the properties of the pastes, which often did not meet the normative criteria.

Keywords: Gypsum. Casting. Water repellent. Additive.

1 INTRODUÇÃO

Os produtos de gesso tem sido amplamente utilizados na construção civil devido à sua estética, acabamento fino, fabricação simples e bom isolamento térmico e acústico (GARG; PUNDIR; SINGH, 2016). As principais aplicações do gesso são na fabricação de placas, elementos decorativos, fabricação de blocos e argamassas, além de ser um material resistente ao fogo (HEIM *et al.*, 2018).

O gesso é um material de construção que possui o menor campo de aplicação em comparação aos materiais baseados em cimento, devido à sua baixa resistência à água (KONDRATIEVA *et al.*, 2017). A água é o principal agente de degradação do gesso (ÇOLAK, 2002) e, até mesmo, a umidade do ar pode causar a dissolução do gesso (AUVRAY; HOMAND; SORGI, 2004). A NBR 11172 (ABNT, 1990) classifica o gesso como um aglomerante aéreo devido à sua baixa resistência à ação da água após o seu endurecimento.

De acordo com Accorsi (2015), o baixo desempenho do gesso, quando utilizado em áreas externas ou molhadas, é devido à sua solubilidade (2,1 g/l) em água. Kondratieva *et al.* (2017) observaram que os materiais de

¹ SILVA, D. B. P., SOUSA, J. G. G., FERREIRA, D. C. E., RODRIGUES, T. M. C. Avaliação da influência do aditivo hidrofugante nas pastas de gesso de fundição. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

gesso devem ser utilizados em ambientes internos e em condições normais de umidade. Caso contrário, tem-se o surgimento de patologias, como: desagregação da pintura, desgaste e deterioração do gesso e o surgimento de manchas amareladas (RODRIGUES, 2008; SIQUEIRA FILHO, 2006).

A utilização de aditivos e adições para melhorar o desempenho dos materiais de construção tem sido a principal preocupação dos profissionais desta área (BELBACHIR *et al.*, 2018). Visando melhorar a durabilidade das edificações por meio da redução da absorção de água, são utilizados aditivos hidrofugantes que funcionam como impermeabilizantes (LIMA FILHO, 2010). Silva *et al.* (2016) observaram que o aditivo hidrofugante influencia na redução da absorção de água e na modificação das propriedades no estado fresco e endurecido.

Ainda que os aditivos hidrofugantes sejam utilizados em argamassas desde a era clássica (SICKELS, 1981 apud NUNES *et al.*, 2017), estudos em pastas de gesso ainda são embrionários. Diante dessas necessidades, este estudo teve o objetivo de avaliar a influência de aditivos hidrofugantes comerciais nas propriedades das pastas do gesso de fundição, no estado fresco e endurecido.

2 MATERIAIS

2.1 Água

A água utilizada no preparo das pastas foi fornecida pelo sistema de abastecimento público. Somente nos ensaios em que há a prescrição normativa foi utilizada a água destilada.

2.2 Gesso Comercial

O gesso empregado na fabricação das pastas foi um hemidrato de fundição ou gesso rápido. Esse gesso foi adquirido no Polo Gesseiro do Araripe, em Araripina – PE, em sacos de 40 kg, de um mesmo lote.

A caracterização física e mecânica desse material está indicada na Tabela 1. As pastas foram produzidas utilizando a consistência normal ($a/g = 0,50$) e foram verificadas as conformidades com os requisitos da NBR 13.207 (ABNT, 2017).

Tabela 1 - Caracterização física e mecânica do gesso

Propriedade	Valor	Limite - NBR 13207 (ABNT, 2017)
Água Livre (%)	$0,20 \pm 0,07$	1,30
Consistência Normal (a/g)	$0,50 \pm 0,00$	-
Dureza Superficial (N/mm ²)	$57,12 \pm 3,64$	$\geq 20,00$

Granulometria (%)	97,03 ± 0,72	≥ 90% (passante na peneira de abertura 0,29 mm) ²
Massa Unitária (g/cm ³)	0,72 ± 0,00	≥ 0,60
Massa Específica (g/cm ³)	2,65 ± 0,01	-
Resistência à Compressão (MPa)	21,06 ± 0,49	≥ 8,40 ³
Tempo de início de pega (min.)	12,67 ± 0,23	≤ 10,00
Tempo de fim de pega (min.)	14,92 ± 0,59	≤ 20,00

² Foi utilizada a peneira de abertura 0,30 mm devido a inexistência na peneira de abertura 0,29 mm no laboratório.

³ A NBR 13.207 (ABNT, 2017) não faz referência a resistência à compressão. O parâmetro utilizado refere-se à NBR 13.207 (ABNT, 1994).

Fonte: Autores (2018)

2.3 Aditivo Hidrofugante

Foram utilizados dois aditivos hidrofugantes comerciais, de massa e em pó. O primeiro é recomendado para gesso cola, gesso convencional e gesso projetado. O segundo aditivo é recomendado para argamassas e revestimentos decorativos de gesso.

O aditivo 1 possui coloração branco a levemente amarelado, densidade de 0,50 g/cm³ a 0,70 g/cm³, teor de umidade máximo de 7,00% e validade de 12 meses. O aditivo 2, composto por silano-siloxano, possui teor de umidade máximo de 5,00%, coloração branco a levemente amarelado, densidade aparente de 0,40 g/cm³ a 0,50 g/cm³, ph da solução 8,00 – 9,00 e validade de 12 meses.

Os teores de hidrofugação recomendados pelo fabricante são de 0,60% a 1,00%, e de 0,20% a 0,80% para os aditivos 1 e 2, respectivamente, sobre a massa da formulação.

3 MÉTODOS

Para a avaliação das propriedades físicas e mecânicas das pastas de gesso de fundição foi utilizada a relação água/gesso (a/g) de 0,70. Esta relação foi escolhida devido ser utilizada na fabricação comercial de blocos de gesso no Polo Gesseiro do Araripe e, assim, obter as mesmas características da produção comercial dos blocos.

No Quadro 1 é apresentada a matriz experimental utilizada neste pesquisa. Os teores de hidrofugação utilizados no estudo pertencem à faixa recomendada pelo fabricante para cada aditivo.

Quadro 1 - Matriz experimental da pesquisa

Pasta	Gesso	Aditivo Hidrofugante	Relação água/gesso
Caracterização – consistência normal			
GFC	100,00%	0,00%	0,50
Referência – sem aditivo			
GF0	100,00%	0,00%	0,70

Hidrofugado - Com aditivos			
GF1 - A	100,00%	0,60%	0,70
GF1 - B	100,00%	1,00%	0,70
GF2 - A	100,00%	0,20%	0,70
GF2 - B	100,00%	0,80%	0,70

Fonte: Autores (2018)

O prefixo "GF" significa gesso de fundição. A letra "C" indica que a pasta GFC foi fabricada com a consistência normal ($a/g=0,5$), obtida através da NBR 12128 (ABNT, 2017). Esta pasta foi utilizada apenas para a caracterização do gesso, conforme a Tabela 1.

A pasta GF0 não possui aditivo hidrofugante, sendo a referência. As pastas GF1 e GF2 foram produzidas com os aditivos 1 e 2, respectivamente. Os procedimentos metodológicos dos ensaios estão indicados no Quadro 2.

Quadro 2 - Metodologias dos ensaios de caracterização

Estado	Objetivo	Ensaio	Método	Material/Pasta
Pó	Caracterização Física	Água livre	NBR 12130 (ABNT, 2017)	Gesso
		Consistência Normal	NBR 12128 (ABNT, 2017)	
		Granulometria	NBR 12127 (ABNT, 2017)	Gesso
		Massa específica	NM 23 (AMN, 2000)	Gesso
		Massa unitária	NBR 12127 (ABNT, 2017)	Gesso
Fresco	Caracterização Física	Calor de hidratação	Pseudoadiabático (PINHEIRO, 2011)	Todas as pastas
		Tempos de pega	NBR 12128 (ABNT, 2017)	Todas as pastas
Endurecido	Caracterização Mecânica	Dureza superficial	NBR 12129 (ABNT, 2017)	Todas as pastas
		Resistência à compressão axial	NBR 12129 (ABNT, 2017)	Todas as pastas

Fonte: Autores (2018)

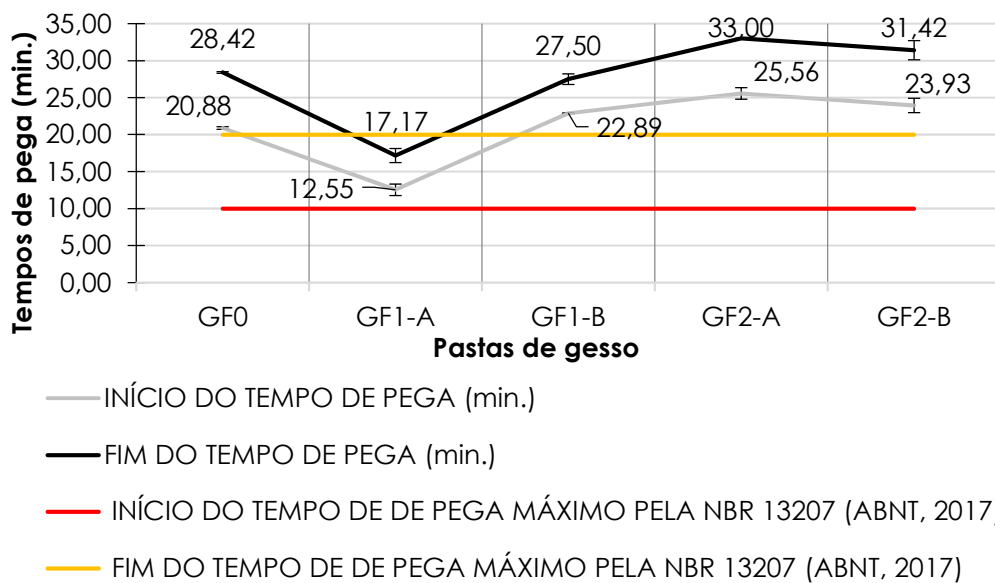
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação das pastas no estado fresco

4.1.1 Tempos de pega

No Gráfico 1, estão indicados os tempos médios de início e fim de pega das pastas, assim como, as referências da NBR 13207 (ABNT, 2017).

Gráfico 1 - Tempos médio de início e fim de pega das pastas de gesso



Fonte: Autores (2018)

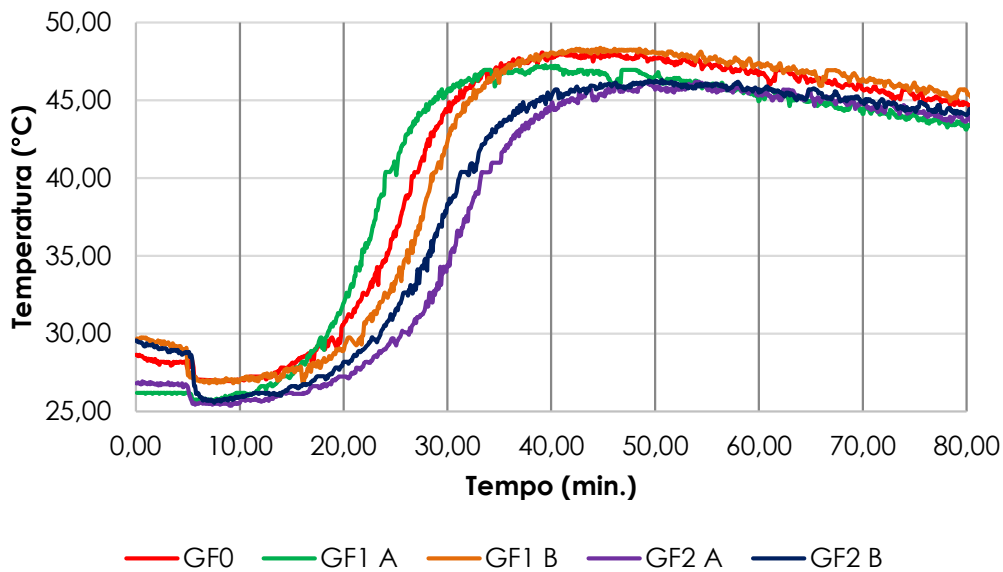
De acordo com a NBR 13207 (ABNT, 2017), o gesso de fundição deve apresentar tempo de início de pega menor que 10 min. e tempo de fim de pega menor que 20 min. A análise do Gráfico 1 indica que nenhuma das pastas estudadas atendeu ao requisito de início de pega. Em relação ao tempo de fim de pega, somente a pasta GF1-A atendeu ao requisito com valor de 17,17 min.

Observa-se que o menor teor do aditivo 1 retardou os tempos de início e fim de pega e diminuiu o tempo útil (período entre o início e o fim da pega), em relação à referência. No entanto, o aumento do teor de hidrofugação acelerou os tempos de pega sem, no entanto, alterar o tempo útil. Já para o aditivo 2, os tempos de pega foram acelerados em relação à referência, mas os tempos úteis permaneceram, praticamente, iguais.

4.1.2 Calor de hidratação

As curvas do calor de hidratação das pastas, obtidas em condições pseudoadiabáticas, podem ser observadas no Gráfico 2. Nota-se que as curvas calorimétricas apresentam um comportamento típico, conforme apresentado por Bardella (2011) e Ferreira (2017).

Gráfico 2 - Curvas do calor de hidratação das pastas de gesso



Fonte: Autores (2018)

As temperaturas máximas atingidas pelas pastas, no final do período de hidratação, foram: 48,06 °C, 47,25 °C, 48,38 °C, 46,19 °C e 46,31 °C, para as pastas GF0, GF1-A, GF1-B, GF2-A e GF2-B, respectivamente. Observa-se uma redução da temperatura máxima, que indica o final da pega, nas pastas com o aditivo 2.

Verifica-se no Gráfico 2 que o aumento do teor de aditivo 1 influenciou no deslocamento da curva do calor de hidratação para a direita, indicando a crescimento da pega do gesso. Já o aumento do teor de aditivo 2 ocasionou o deslocamento da curva do calor de hidratação para a esquerda, indicando a diminuição da pega.

A Tabela 2 apresenta os valores dos tempos de pega pelo método da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e pseudoadiabático.

Tabela 2 - Tempos de pega pelos métodos da ABNT e pseudoadiabático

Pasta	NBR 12128 (ABNT, 2017)			Pseudoadiabático		
	Início da pega (min.)	Fim da pega (min.)	Pega (Tempo útil)	Início da pega (min.)	Fim da pega (min.)	Pega (Tempo útil)
GF0	20,88	28,42	7,54	16,63	39,08	22,45
GF1-A	12,55	17,17	4,62	14,03	39,42	25,39
GF1-B	22,89	27,50	4,61	19,28	44,73	25,45
GF2-A	25,56	33,00	7,44	21,22	53,90	32,68
GF2-B	23,93	31,42	7,49	19,03	50,63	31,60

Fonte: Autores (2018)

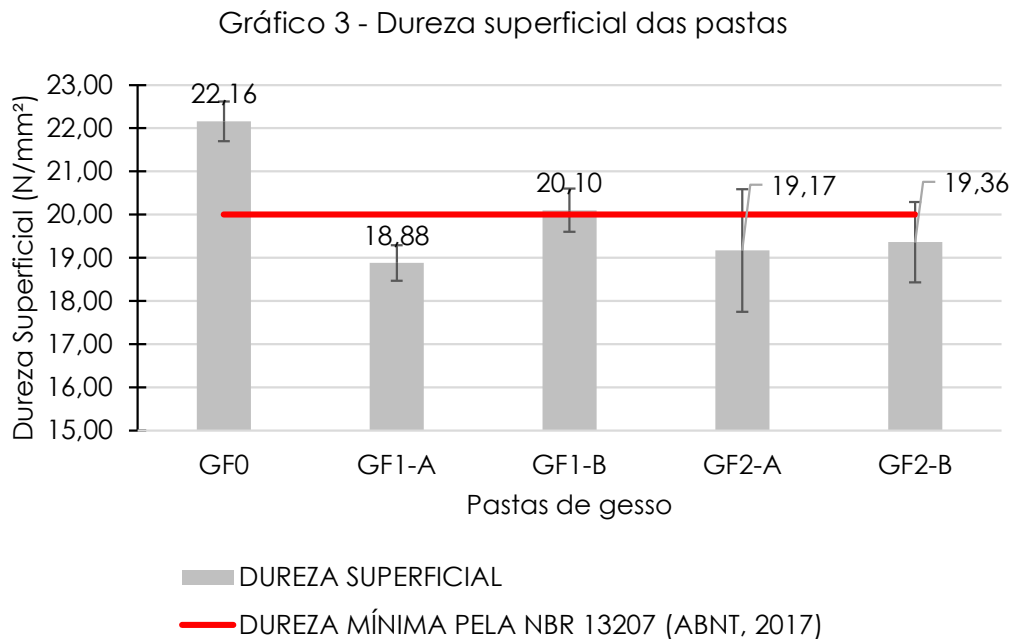
Os tempos de início de pega pelo método calorimétrico foram menores que os obtidos pelo método da NBR 12128 (ABNT, 2017), com exceção da pasta GF1-A. Em relação ao tempo de fim de pega, o método calorimétrico obteve valores maiores que o método normativo. Assim, os tempos úteis das

pastas por meio do calor de hidratação são maiores que os obtidos pelo aparelho de Vicat, conforme observado na Tabela 2.

4.2 Avaliação das pastas no estado endurecido

4.2.1 Dureza superficial

Observa-se no Gráfico 3 o comportamento da dureza superficial das pastas analisadas, em valores médios.



Fonte: Autores (2018)

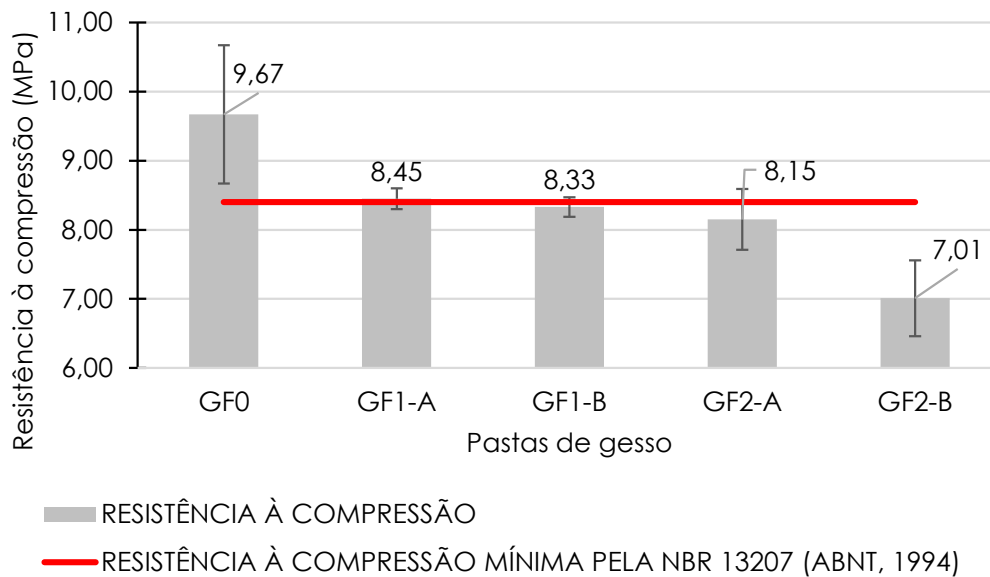
Verifica-se no Gráfico 3 que a utilização dos aditivos hidrofugantes influenciou na redução da dureza superficial. Nas pastas com o aditivo 1, o aumento do teor de hidrofugação ocasionou o aumento da dureza. Já nas pastas com o aditivo 2, o aumento no teor de hidrofugação não influenciou esta propriedade.

Em relação ao critério da NBR 13207 (ABNT, 2017), apenas as pastas GF0 e GF1-B atenderam ao requisito de, no mínimo, 20,00 N/mm². A influência do aditivo hidrofugante na dureza superficial também foi observado por Silva *et al.* (2016).

4.2.2 Resistência à compressão

No Gráfico 4, observam-se os valores médios de resistência à compressão das pastas analisadas.

Gráfico 4 - Resistência à compressão das pastas analisadas



Fonte: Autores (2018)

Observa-se no Gráfico 4 que os aditivos hidrofugantes influenciaram na diminuição da resistência à compressão. Nas pastas com o aditivo 1, o aumento do teor de hidrofugação não provocou mudança na resistência. Já nas pastas com o aditivo 2, o aumento do teor de hidrofugação provocou a diminuição desta propriedade em 37,94%, em relação à referência.

Em relação ao critério da NBR 13207 (ABNT, 1994), observa-se que apenas as pastas GF0 e GF1-A atenderam ao critério de, no mínimo, 8,40 MPa.

5 CONCLUSÕES

A partir dos estudos realizados, tem-se:

- O aditivo hidrofugante 1 influenciou as pastas retardando os tempos de pega, mas o aumento do teor de hidrofugação ocasionou o crescimento desta propriedade. O aditivo 2 acelerou os tempos de início e fim da pega, em relação à pasta de referência;
- As pastas com o aditivo 1 atingiram os maiores valores de temperatura, 47,25 °C e 48,38 °C e o aumento do teor do aditivo deslocou a curva do calor de hidratação para a direita, aumentando a pega. Já o aumento do teor do aditivo 2 deslocou a curva para a esquerda, diminuindo a pega do gesso;
- Os tempos de início de pega pelo método calorimétrico são menores que pelo método da ABNT. Já os tempos de fim de pega pelo método calorimétrico são maiores;
- O tempo útil das pastas através do calor de hidratação é maior que o normativo, que utiliza o Aparelho de Vicat;

- Os aditivos influenciaram na redução da dureza superficial em até 17,37%, em relação à pasta de referência. Apenas a pasta com o maior teor do aditivo 1 atendeu ao critério normativo de 20 N/mm²;
- Em relação à resistência à compressão, os aditivos hidrofugantes influenciaram na redução desta propriedade, em até 37,94%. Apenas a pasta com o menor teor do aditivo 1 atendeu ao critério normativo de 8,4 Mpa;
- Verificou-se que os aditivos hidrofugantes modificaram as propriedades das pastas de gesso no estado fresco e endurecido. A redução da resistência à compressão indica que a utilização dos aditivos deverá ser melhor avaliada em aplicações que necessitem de resistência mecânica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Laboratórios de Materiais e Técnicas Construtivas, e de Materiais Mecânicos da Universidade Federal do Vale do São Francisco, pelo apoio técnico na realização dos ensaios.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11172: Aglomerantes de origem mineral**. Rio de Janeiro, 1990. 5 p.

_____. **NBR 12127: Gesso para construção civil - Determinação das propriedades físicas do pó**. Rio de Janeiro: 2017.

_____. **NBR 12128: Gesso para construção civil- Determinação das propriedades físicas da pasta de gesso**. Rio de Janeiro: 2017.

_____. **NBR 12129: Gesso para construção civil - Determinação das propriedades mecânicas**. Rio de Janeiro: 2017.

_____. **NBR 12130: Gesso para construção civil- Determinação da água livre e de cristalização e teores de óxido de cálcio e anidrido sulfúrico: método de ensaio**. Rio de Janeiro: 2017.

_____. **NBR 13207: Gesso para construção civil - Requisitos**. Rio de Janeiro, 1994.

_____. **NBR 13207: Gesso para construção civil - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2017.

ACCORSI, C. L. Comparativo do desempenho de revestimento argamassado e revestimento com pasta de gesso. **Revista Online Ipog Especialize**. 2015. 17 p.

AMN – ASSOCIAÇÃO MERCOSUL DE NORMALIZAÇÃO. **NM 23:2000 – Cimento portland e outros materiais em pó – Determinação da massa específica**. 2000.

ANTUNES, R. P. N. **Estudo da influência da cal hidratada nas pastas de gesso**. 1999. 145f. Dissertação (Mestrado em Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

AUVRAY, C.; HOMAND, F.; SORGI, C. The aging of gypsum in underground mines. **Engineering Geology**, v. 74, n. 3-4, p. 183-196, 2004.

BARDELLA, P. S.. **Análise das Propriedades de Pastas de Gesso de Construção Reciclado**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2011. Tese (Doutorado). 235 p.

BELBACHIR, B. *et al.* Durability of mortars modified by the effect of combining SPA polymers and supplementary cementitious materials. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2018.

ÇOLAK, A. The long-term durability performance of gypsum–Portland cement–natural pozzolan blends. **Cement and Concrete Research**, v. 32, n. 1, p. 109-115, 2002.

FERREIRA, F. C. **Estudo de caracterização do gesso para revestimento produzido no Polo Gesseiro do Araripe**. 2017. 204f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

GARG, M.; PUNDIR, A.; SINGH, R. Modifications in water resistance and engineering properties of β -calcium sulphate hemihydrate plaster-superplasticizer blends. **Materials and Structures**, v. 49, n. 8, p. 3253-3263, 2016.

HEIM, D. *et al.* Influence of Tylose MH1000 Content on Gypsum Thermal Conductivity. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 30, n. 3, p. 04018002, 2018.

KONDRATIEVA, N. *et al.* Study of modified gypsum binder. **Construction and Building Materials**, v. 149, p. 535-542, 2017.

LIMA FILHO, H. J. B. **Tratamento dos resíduos de gesso da construção e da demolição – RCD para a produção de gesso beta reciclado**. 2010. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

NUNES, C. *et al.* The influence of the pore structure on the moisture transport in lime plaster-brick systems as studied by NMR. **Construction and Building Materials**, v. 142, p. 395-409, 2017.

PINHEIRO, S. M. M.; **Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes**. 2011, 330 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, São Paulo.

RODRIGUES, C. C. **Desenvolvimento de um sistema construtivo modular com blocos 1 de gesso**. 2008. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

SILVA, D. B. P. *et al.* Avaliação das propriedades do gesso de fundição aditivado com hidrofugante. **ENTAC**. 2016. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_819.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2018.

SIQUEIRA FILHO, A. V. **Estudo da patologia do amarelamento pós pintura nos pré-moldados de gesso.** 2006. 41f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.