XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ESTUDO DAS PROPRIEDADES DO CONTRAPISO AUTONIVELANTE DE GESSO[1]

SILVA, Daniel Bruno Pinto da (1); MELO, Pedro Rogério Pontes de (2); RANGEL, João Guilherme (3); PÓVOAS, Yêda Vieira (4)

(1) Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, danielbruno.silva@hotmail.com
(2) Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, pedrorpontes@gmail.com
(3) Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, guilherme.rcn@gmail.com
(4) Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, yeda.povoas@gmail.com

RESUMO

O contrapiso é uma camada do sistema de piso com função de regularizar, nivelar e/ou dar caimento ao piso e, convencionalmente, possui uma consistência do tipo "farofa" à base de cimento. Alternativamente, pode ser empregado o contrapiso autonivelante de gesso, que possui alta fluidez e proporciona rapidez de execução. Esta pesquisa teve o objetivo de avaliar as propriedades de um contrapiso autonivelante industrializado à base de gesso. Foram usadas as relações água/materiais secos de 0,22; 0,25; 0,28 e avaliadas as propriedades de massa unitária, granulometria, tempos de pega, calor de hidratação, espraiamento, resistência à compressão e à tração na flexão. O contrapiso obteve massa unitária de 1067 kg/m³, os tempos de início e fim de pega foram de 74,5 e 155,5 minutos, respectivamente, e espraiamento de 169 mm, indicando uma boa fluidez. A resistência à compressão e à tração da flexão foram 11,30 e 3,0 MPa, respectivamente. Tem-se que o contrapiso autonivelante industrializado à base de gesso possui propriedades adequadas para a sua aplicação atendendo aos requisitos estabelecidos.

Palavras-chave: *Gesso, autonivelante, contrapiso.*

ABSTRACT

The subfloor is a layer of the floor system with the function of leveling, leveling and / or trim the floor and conventionally, it has a "flour-like" consistency based on cement. Alternatively, the self-leveling plasterboard can be used, which is highly fluid and offers quick execution. This research aimed to evaluate the properties of an industrialized self-leveling subfloor based on plaster. 0.22 water / dry material ratios were used; 0.25; 0.28 and evaluated as unit mass properties, granulometry, setting times, heat of hydration, spreading, resistance to compression and traction in flexion. The subfloor obtained with a unit mass of 1067 kg / m³, the start and end times of setting were 74.5 and 155.5 minutes, respectively, and spreading 169 mm, indicating good fluidity. The compressive and tensile strength of flexion were 11.30 and 3.0 MPa, respectively. The industrialized self-leveling plaster based on gypsum has properties indicated for its application, meeting the necessary requirements.

Keywords*: Gypsum, self-leveling, subfloor.*

---

[1] SILVA, Daniel Bruno Pinto da; MELO, Pedro Rogério Pontes de; RANGEL, João Guilherme; PÓVOAS, Yêda Vieira. Estudo das propriedades do contrapiso autonivelante de gesso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

1 INTRODUÇÃO

Com objetivo de obter uma execução de contrapiso mais simples e rápida, foi desenvolvida a argamassa autonivelante, a qual permite que o nivelamento do contrapiso seja feito pela própria gravidade, aumentando a produtividade. Comparado ao contrapiso convencional, a utilização da argamassa autonivelante diminui consideravelmente o número de estágios, o tempo de execução e a mão-de-obra empregada (RUBIN, 2015; LOPES DA SILVA, 2016).

Comumente utilizada na construção civil, a argamassa autonivelante de cimento SLM (Self-Leveling Mortar), apesar de ser resistente à ação da água, pode possuir problemas como retração e fissuração (SCHAEFER, 2013). Outra alternativa para a utilização do contrapiso autonivelante é empregando o hemidrato de cálcio (GSL – Gypsum based Self-Leveling mortar) (SILVA, 2020), que é um aglomerante de baixo valor unitário e proporciona melhor isolamento térmico, acústico, entre outras propriedades (ZHI et al., 2017).

O GSL é indicado apenas para ambientes que não estejam com contato com água ou umidade, devido ao gesso ser um material de baixa resistência à água e não poderá ser a camada final do sistema de piso. Porém, apresenta vantagens em relação ao SLM: peso próprio reduzido, possibilita circulação de pedestres após 24 horas da execução, possui estabilidade dimensional e pequenas espessuras (SCHAEFER; CHERIAF; ROCHA, 2017).

A argamassa autonivelante possui uma elevada fluidez, capacidade de bombeamento e a propriedade de se autonivelar (ZHANG et al., 2018). Este material possui elevada resistência à segregação e deverá ter viscosidade e coesão adequadas ser a presença de exsudação (MARTINS, 2009). A segregação consiste na separação das partículas granulares da mistura, fazendo com que se acumulem em alguma região da argamassa (NENEVÊ, 2017). A exsudação conste na migração da água para a superfície da mistura comprometendo o acabamento final da camada de regularização e aumentando a possibilidade de aparecimento de manifestações patológicas (RUBIN, 2015).

Devido aos estudos referentes ao contrapiso autonivelante à base de gesso serem incipientes na literatura nacional e internacional, o presente artigo teve o objetivo de estudar as propriedades de um contrapiso autonivelante de gesso industrializado e verificar a sua aplicabilidade na construção civil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

O GSL estudado consiste numa mistura de gesso ($CaSO4.2H_2O$), carga e aditivos, em pó, obtido em saco plástico de 10 kg. É indicado para a execução de contrapisos e na regularização de pisos e lajes. A água destilada foi utilizada no preparo das misturas.

2.2 Métodos

Para o preparo das misturas foi empregada a relação água/materiais secos (a/ms) de 0,25, conforme recomendação do fabricante (entre 0,23 e 0,25), para as avaliações do estado fresco e endurecido. Devido ao caráter exploratório da pesquisa, na avaliação da fluidez também foram empregados os valores de a/ms de 0,22 e 0,28. O GSL foi

caracterizado quanto às suas propriedades físicas e mecânicas nos estados anidro, fresco e endurecido, conforme os ensaios e métodos indicados no Quadro 1.

Quadro 1 – Ensaios e métodos utilizados

Estado	Ensaio	Método
Anidro	Granulometria	NBR 12127 (ABNT, 2019)
	Massa unitária	
Fresco	Calor de hidratação	Pseudoadiabático (PINHEIRO, 2011)
	Espraiamento	NBR 16765 (ABNT, 2019)
	Tempos de pega	NBR 12128 (ABNT, 2019)
Endurecido	Resistência à compressão	NBR 13279 (ABNT, 2005)
	Resistência à tração na flexão	NBR 13279 (ABNT, 2005)

Fonte: Os autores

As propriedades estudadas do contrapiso autonivelante de gesso (GSL) foram comparadas com os critérios do Projeto de Norma (PN) 205:000.000-020 (ABNT, 2019), que trata dos requisitos do contrapiso autonivelante de gesso. Embora estes critérios ainda não estejam consolidados, foram utilizados devido à inexistência de dados na literatura nacional e internacional.

Para o preparo das misturas, para as análises no estado fresco e moldagem dos corpos de prova, foi utilizado um misturador mecânico do tipo planetário. Após a pesagem, os materiais foram colocados na cuba e em seguida o misturador foi acionado em velocidade baixa por 30 s. Em seguida, o misturador foi desligado e durante 15 segundos foi retirada a pasta aderida à parede da cuba e à pá. Por fim, a mistura foi homogeneizada durante 15 s.

Para realização do ensaio de espraiamento, após a mistura, o molde cilíndrico (40 mm de largura x 50 mm de altura) foi preenchido a superfície foi rasada. Em seguida o molde foi levantado de maneira suave. Após a estabilização do espraiamento do contrapiso, foram realizadas 3 medidas do diâmetro em pares de pontos uniformemente espalhados ao longo do perímetro. O índice de espraiamento corresponde à média destas 3 medidas expressas em milímetros e arredondada para o inteiro mais próximo.

O calor de hidratação foi determinado em condições semiadiabáticas, conforme utilizado por Pinheiro (2011). Foi empregado um recipiente de poliestireno (isopor) e um termopar do tipo K imerso na amostra e conectado a um termômetro datalogger do tipo Minipa MT -1044, para coleta e armazenamento do calor ao longo do tempo.

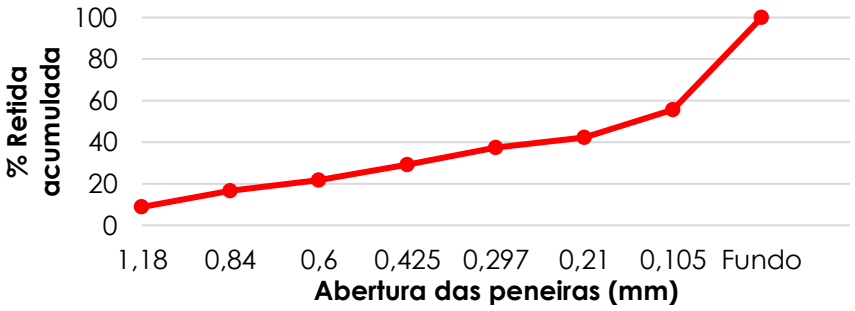
Para a realização dos ensaios no estado endurecido foram moldadas duas séries de corpos de prova prismáticos 4 x 4 x 16cm, cada uma contendo três corpos de prova, seguindo as recomendações da NBR 13279 (ABNT, 2005). Após o endurecimento, os corpos de prova secaram em estufa ao ar circulante com temperatura de 40 °C durante quatro para obtenção da constância de massa. Por fim, permaneceram durante 24 h em dessecador antes da realização dos ensaios mecânicas. As resistências à tração na flexão e à compressão foram determinadas por meio de uma prensa hidráulica do Emic DL60000, com uma célula de carga de 200 kgf.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Massa unitária e granulometria

A massa unitária é definida como a razão entre massa do material solto e o volume do recipiente empregado. O GSL estudado possui massa unitária de 1067 ± 4 kg/m³, atendendo ao critério do Projeto de Norma 205:000.000-020 (ABNT, 2019), sobre os requisitos do contrapiso autonivelante de gesso, que indica um valor entre 900 e 1200 kg/m³. Ferreira (2017) caracterizou diversos gessos produzidos no Polo Gesseiro do Araripe (PE) e verificou que a massa unitária está compreendida entre 580 e 700 kg/m³. Logo, a massa unitária do contrapiso autonivelante é maior do que o comumente encontrado no gesso para a construção civil e deve-se ao emprego da carga em sua composição que tem a função de dar preenchimento ao material. De acordo com Pinheiro (2011), a redução da massa unitária reflete na perda de trabalhabilidade, fluidez, e está relacionada à distribuição de tamanho de partículas do material. A curva granulométrica do contrapiso autonivelante pode ser observada na Figura 1.

Figura 1 – Curva de distribuição granulométrica do GSL



Fonte: Os autores

3.2 Tempos de pega

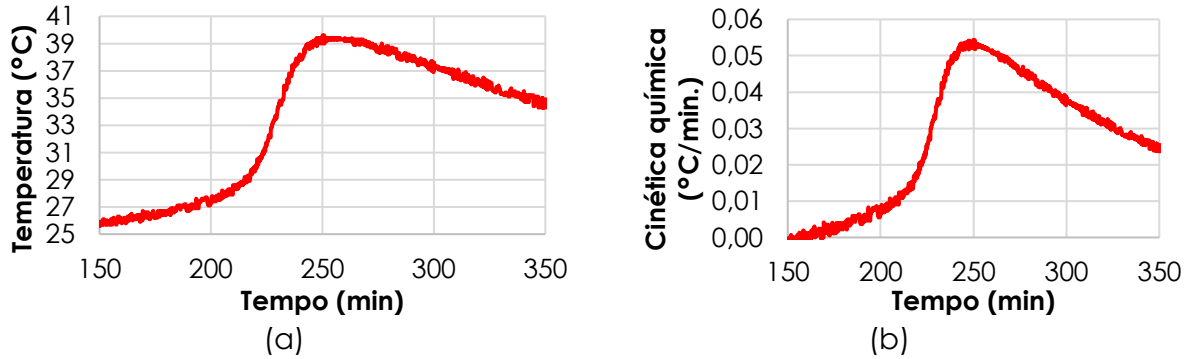
O GSL possui tempo de início de pega de 74,5 ± 0,7 min e tempo de fim de pega de 155,5 ± 0,7 min. Segundo o PN 205:000.000-020 (ABNT, 2019), este material deverá iniciar o endurecimento a partir de 50 min e estar completamente endurecido após 70 min do contato com a água. Desta forma, verifica-se que o contrapiso estudado atende satisfatoriamente aos requisitos e possui a trabalhabilidade adequada à sua aplicação, possuindo 80 min de tempo útil.

Para execução de um contrapiso autonivelante faz-se necessário que o tempo de início de pega não seja curto, possibilitando o lançamento em grandes áreas, assim como, o adensamento antes do início do endurecimento e perda da trabalhabilidade. Por outro lado, o material deverá estar completamente endurecido em até 24 h, segundo o PN 205:000.000-018 (ABNT, 2019), que trata da execução do contrapiso autonivelante de gesso, para a posterior execução do revestimento horizontal. De acordo com Carvalho (2015), a rápida execução do contrapiso autonivelante é uma das principais vantagens do emprego desta tecnologia, associada ainda à redução do desperdício e da mão de obra.

3.3 Calor de hidratação

Na Figura 2 podem ser observadas as curvas de calor de hidratação e de cinética química do contrapiso autonivelante de gesso (GSL).

Figura 2 – (a) Calor liberado durante a hidratação e (b) Cinética química do GSL



(a) (b)

Fonte: Os autores

O calor de hidratação do GSL, liberado ao longo do tempo, possui curva com formato sigmoide semelhantemente ao observado em pastas de gesso da construção civil (SINGH; MIDDENDORF, 2007; FERREIRA, 2017). Através desta curva, é possível analisar o processo de hidratação e endurecimento do material, definindo as regiões de indução, aceleração e reação lenta (FERREIRA; SOUSA; CARNEIRO, 2019).

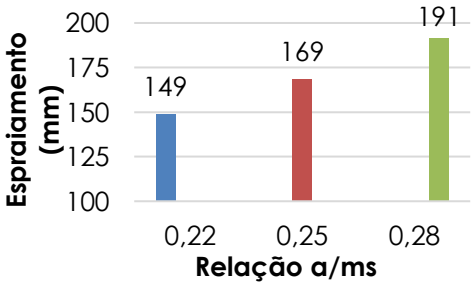
De acordo com Ridge (1959), o início da pega se dá quando a cinética química ultrapassa 0,1 °C/min. Já o final da pega ocorre quando é alcançada a temperatura máxima (ANTUNES, 1999). No entanto, verifica-se que a cinética química do GSL ocorreu de forma lenta e a taxa de liberação de calor não ultrapassou o valor de 0,1 °C/min, não sendo possível determinar o tempo de início de pega, semelhantemente ao observado por Silva (2020). Este comportamento deve-se ao efeito do (s) aditivo (s) na composição do GSL, de natureza desconhecida, que interferem diminuindo consideravelmente a cinética de hidratação do hemihidrato, ou seja, reduzindo a quantidade de calor liberada ao longo do tempo.

O GSL alcançou a temperatura máxima de 40,1 °C decorridos 250 min do contato com a água, indicando o fim do endurecimento. Assim, o tempo de fim de pega obtido através da curva de calor de hidratação é maior que o obtido pelo aparelho de Vicat, visto que quando a agulha de Vicat não consegue mais penetrar a pasta o material ainda está liberando calor devido às reações de endurecimento ainda estarem ocorrendo, conforme observado em pastas de gesso beta por Ferreira, Sousa e Carneiro (2019).

3.4 Espraiamento

A fluidez do GSL, avaliada por meio do ensaio de espraiamento, pode ser observada na Figura 3.

Figura 3 – Espraiamentos do contrapiso autonivelante

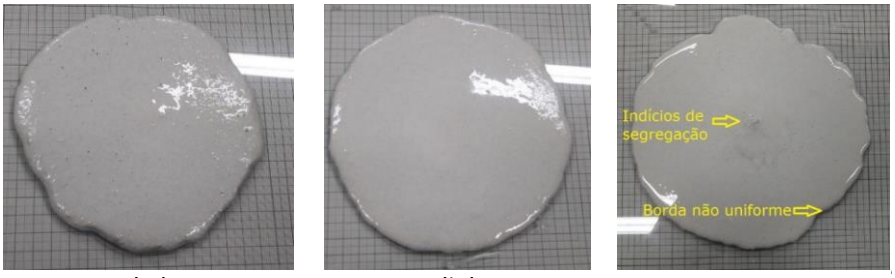


Fonte: Os autores

O incremento da relação a/ms aumentou a fluidez do GSL que alcançou maiores valores de espraiamento devido ao aumento da distância entre as partículas de hemihidrato. De acordo com o PN 205:000.000-020 (ABNT, 2019), o GSL deverá ter espraiamento entre 130 e 180 mm e, desta forma, apenas a relação a/ms de 0,28 não se mostrou adequada, visto que proporcionou espraiamento de 191 mm. A fluidez do contrapiso autonivelante é uma das principais propriedades do material, haja vista que a capacidade de se autonivelar proporciona a redução da mão de obra e do tempo de execução, além propiciar um acabamento com lisura da superfície (LOPES DA SILVA, 2016).

Martins (2009) acrescenta que a análise do material autonivelante não deve se limitar ao espraiamento, devendo também ser realizada a avaliação qualitativa das condições de borda, se uniforme ou não, e da ocorrência de segregação ou exsudação, conforme verificado na Figura 4.

Figura 4 – Avaliação visual do espraiamento do GSL para a/ms de (a) 0,22, (b) 0,25, (c) 0,28 e (d) 0,28



(a) (b) (c)

Fonte: Os autores

Dentre as relações a/ms utilizadas, o valor de 0,25 foi a única que proporcionou espraiamento com borda uniforme, ou seja, praticamente com formato circular. Esta consistência não apresentou segregação do material e nem exsudação. Para a/ms de 0,28, além do formato irregular, o GSL também apresentou pequena concentração das cargas (segregação) e leve exsudação. Desta forma, verificou-se que a consistência proposta pelo fabricante, com a/ms de 0,25, de fato, é a mais adequada, pois proporcionou um espraiamento com borda uniforme, sem exsudação ou segregação.

3.5 Resistência à compressão e à tração na flexão

O contrapiso é uma camada do sistema de piso que irá receber as cargas da camada de revestimento e transferir ao sistema estrutural ou diretamente ao solo. Desta forma, é essencial a avaliação da capacidade de suportar cargas verticais e distribuídas, visto que, mecanicamente, o contrapiso se comporta como uma grande placa e, assim, deverá ter a capacidade de flexionar.

A avaliação das propriedades mecânicas indicou que o GSL obteve 11,3 ± 0,1 MPa de resistência à compressão e 3,0 ± 0,1 MPa de resistência à tração na flexão. O projeto de norma 205:000.000-20 (ABNT, 2019), define que o contrapiso autonivelante deverá ter os valores mínimos de 8,0 e 3,0 MPa de resistência à compressão e à tração na flexão, respectivamente. Logo, o GSL estudado atende satisfatoriamente aos requisitos de qualidade do projeto normativo, com resistência à compressão 41,25 % maior que o mínimo requerido.

Os valores de propriedades mecânicas estão de acordo com os observados na

literatura. Schaeffer, Cheriaf e Rocha (2017) obtiveram materiais autonivelantes com resistência à compressão entre 8,2 e 24,8 MPa empregando fosfoanidrita, gesso beta e aditivo superplastificante. Zhang et al. (2018) estudaram GSL's que obtiveram 45 e 9,0 MPa de resistência à compressão e à tração na flexão, respectivamente, porém estes elevadores valores devem-se ao emprego de gesso alfa, hemihidrato produzido sob altas pressões que possui melhores propriedades mecânicas do que o gesso beta. Wang e Jia (2019) obtiveram materiais autonivelantes, que atenderam aos requisitos nas normas chinesas, contendo cimento, fosfogesso e superplastificante, com valores de resistência à compressão e à tração na flexão maiores do que 6,0 e 2,5 MPa, respectivamente.

4 CONCLUSÕES

A partir do estudo, foi possível obter as seguintes conclusões:

- O contrapiso autonivelante de gesso atendeu ao requisito de massa unitária e possui a trabalhabilidade adequada à sua aplicação, com tempos de pega e fluidez satisfatórios;
- As propriedades mecânicas estão de acordo com as exigências definidas, obtendo resistência à compressão 41,25 % maior que o valor mínimo requerido;
- O contrapiso autonivelante industrializado atende aos requisitos de qualidade e possui aplicabilidade na construção civil.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à TECOMAT Engenharia, na pessoa do professor Dr. Ângelo Just, pelo auxílio e viabilização na realização dos ensaios mecânicos.

REFERÊNCIAS

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.

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: 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12127**. Gesso para construção civil - Determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12128**. Gesso para construção civil- Determinação das propriedades físicas da pasta de gesso. Rio de Janeiro: 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16765**: Contrapiso Autonivelante de Gesso – Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Norma 205:000.000-018**: Contrapiso Autonivelante de Gesso – Procedimento. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de Norma 205:000.000-020**: Contrapiso Autonivelante de Gesso – Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

CARVALHO, D. S. C. **Análise da retração por secagem em argamassas autonivelantes utilizando adições minerais como substitutos parciais do Cimento Portland**. 2015. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 2015.

FERREIRA, F. C. **Estudo de caracterização do gesso para revestimento produzido no Polo Gesseiro do Araripe**. 2017. 199f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

FERREIRA, F. C; SOUSA, J. G. G; CARNEIRO, A. M. P. Caracterização mecânica do gesso para revestimento produzido no Polo Gesseiro do Araripe. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 4, p. 207-221, 2019.

LOPES DA SILVA, S. H. **Desenvolvimento de pastas de argamassas autonivelantes para pisos e avaliação da retração por secagem**. 2016. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Curitiba, 2016.

MARTINS, E. J. **Procedimento para dosagem de pastas para argamassa auto-nivelante**. 2009. 139f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

NENEVÊ, B. L. **Desenvolvimento de formulações de argamassas autonivelantes para contrapiso e proposição de requisitos de desempenho**. 2017. 107f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

PINHEIRO, S. M. M. **Gesso reciclado: avaliação das propriedades para uso em componentes**. 2011. 329f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011.

RIDGE, M. J. Effect of temperature on the rate of setting of gypsum plaster. **Nature**, v. 184, n. 4679, p. 47, 1959.

RUBIN, A. P. **Argamassas autonivelantes industrializadas para contrapiso: análise do desenvolvimento físico-mecânico frente às argamassas dosadas em obra**. 2015. 205f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SCHAEFER, C. O. **Valorização de fonte alternativa de sulfato de cálcio para a produção de argamassas autonivelantes**. 2013. 387f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2013.

SCHAEFER, C. O; CHERIAF, M; ROCHA, J. C. Production of Synthetic Phosphoanhydrite and Its Use as a Binder in Self-Leveling Underlayments (SLU). **Materials**, v. 10, n. 8, p. 958, 2017.

SILVA, D. B. P. **Contrapiso autonivelante de gesso: fatores determinantes de suas propriedades**. 2020. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade de Pernambuco, Recife, 2020.

SINGH, N. B.; MIDDENDORF, B. Calcium sulphate hemihydrate hydration leading to gypsum crystallization. **Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials**, n. 53, p. 57 e 77, 2007.

WANG, Q; JIA, R. A novel gypsum-based self-leveling mortar produced by Phosphorus building gypsum. **Construction and Building Materials**, v. 226, p 11-20, 2019.

ZHANG, S; XIAOXIAO, X; SHAZIM, A. M; ZHIJUN, D; DONGXU, L; HONGZHI, C. Effect of calcium sulfate type and dosage on properties of calcium aluminate cement-based self-leveling mortar. **Construction and Building Materials**, v. 167, p. 253-262, 2018.

ZHI, Z; HUANG, J; GUO, Y; LU, S; MA, B. Effect of chemical admixtures on setting time, fluidity and mechanical properties of phosphorus gypsum based self-leveling mortar. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 21, n. 5, p. 1836-1843, 2017.