ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO SULFATO DE CÁLCIO (HEMIDRATADO, DIHIDRATADO E FOSFOGESSO) NA CINÉTICA DE HIDRATAÇÃO DO CIMENTO EM PASTA CONTENDO ADIÇÃO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO.

Emilin Regina Gomes Dobrovolski (PIBIC/FA), Patrícia Kruger (Orientador), e-mail: pkruger@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia Civil.

Engenharia Civil, Construção Civil.

Palavras-chave: gesso, tempo de pega, RCD.

Resumo

A utilização de sulfato de cálcio reciclado como retardador de pega mostra-se como uma alternativa mais sustentável. Dessa forma, essa pesquisa visa identificar a interação entre o sulfato de cálcio, ou gesso, com a o processo de hidratação de pastas de cimento com RCD. Para isso, foram utilizados gesso hidratado, fosfogesso, também chamados de dihidratos ($CaSO_4.2H_2O$), e gesso comercial, também chamado de hemidrato ($CaSO_4.0,5H_2O$), além de RCD cerâmico e RCD de concreto, e, para a leitura do tempo de pega, utilizou-se aparelho de Vicat. Além deste ensaio, foram realizados ensaios de consistência e de caracterização para padronização e comparação dos materiais. Dessa forma, concluiu-se que os maiores tempo de pega foram obtidos das pastas com gesso hidratado e fosfogesso, e os menores tempos foram obtidos das pastas com gesso comercial. Simultaneamente, os resultados de caracterização foram coerentes com o esperado. Portanto, a reciclagem de gesso hidratado como retardador de pega mostra-se uma alternativa viável.

Introdução

Segundo Chen et al (2018), o impacto ambiental causado pelo setor da construção civil está relacionado com a grande geração de resíduos e a falta de alternativas sustentáveis para destinação dos mesmos. Conforme Erbs et al (2018), uma das formas de diminuir o descarte desse tipo de material é por meio da reciclagem. Dessa forma, conforme relata Geraldo et al (2017), o gesso tem se apresentado como um importante material de construção, e suas variações, como gesso comercial, gesso hidratado e fosfogesso, apresentam-se como uma boa opção para a reutilização de resíduo (CHEN et al, 2018; ERBS et al, 2018).

Portanto, mostra-se necessário e importante o estudo de processos de reciclagem de gesso originário de RCD (ERBS et al, 2018). Assim, esse resumo visa identificar a influência de diversos tipos de gesso na cinética de hidratação de pastas de cimento, simulando a reciclagem de resíduo de construção. Para isso, foram utilizados o gesso hidratado ($CaSO_4.2H_2O$), chamado também de gipsita, o gesso comercial ($CaSO_4.0,5H_2O$), aglomerante utilizado em revestimentos, e o fosfogesso ($CaSO_4.2H_2O$), retardador de pega para produtos cimentícios (CHEN et al, 2018; ERBS et al, 2018), e resíduos de cerâmica e de concreto. Assim, realizaram-se ensaios de Vicat para determinação do tempo de pega e da consistência das pastas, e outros ensaios de caracterização físico química dos materiais, para correlação entre a influência dos materiais e os próprios materiais em si.

ISSN 1676-0093

Material e Métodos

Para a produção das pastas, como já relacionado anteriormente, foram utilizados gesso hidratado, gesso comercial, fosfogesso, resíduo cerâmico, resíduo de concreto, filler calcário (para padronização) e cimento CP-II-32F. Todos os materiais possuiam uma granulometria reduzida, ou seja, foram passados na peneira de 75µm. Além disso, o traço em massa entre cimento e água era de 1:0,32, e a proporção de materiais finos era de 10% da massa utilizada em uma argamassa, correspondente a pasta de cimento, com traço de 1:3,2:0,6. A adição de sulfato de cálcio variava entre 0%, 1%, 3% e 5%, e para regulação da plasticidade, determinada também com o aparelho de Vicat, foi utilizado um aditivo de policarboxilato.

Com a produção das pastas feita, era realizado o ensaio de Vicat para a determinação dos tempos de início e fim de pega, seguindo as especificações da NM 65, ou seja, uma leitura média de penetração para o início de pega de 4mm após 30s, e uma leitura para o fim de pega de falta de impressão na superfície da pasta, utilizando as respectivas agulhas. Como relatado anteriormente, foi utilizado o mesmo aparelho para a determinação do índice de consistência normal das pastas, conforme as recomendações da NM 43.

Por fim, para a caracterização física dos materiais, realizaram-se os ensaios de granulometria a laser, massa específica por picnômetro de gás hélio e superfície específica pelo método de Blaine. Já para a caracterização química e microestrutural desses materiais, realizaram-se os ensaios de fluorescência de raios-X, difração de raios-X, microscopia eletrônica de varredura e termogravimetria associada a calorimetria diferencial de varredura.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, apresentada a seguir, estão relacionados os dados obtidos para os tempos de pega para as pastas ensaiadas. Nota-se que as pastas que não possuem resultados de pega não foram ensaiadas por conta de a proporção utilizada de aditivo ser maior do que aquela recomendada pelo fabricante, com exceção das pastas de gesso comercial, já que a reação com a água ocorreu praticamente instantaneamente, impedindo as leituras, assim como as pastas de 3% de SO_3 com fosfogesso, já que a leitura de fim de pega excedeu 24h, impedindo o término do ensaio.

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que, com relação aos resultados de referência, o gesso hidratado causa um ligeiro aumento nos tempos de pega das pastas, por ser um material dihidratado, assim como relacionado por Medina et al (2016). Esse comportamento observou-se também para o fosfogesso, já que também é dihidratado, assim como relatado por Chen et al (2018) e Medina et al (2016). Por fim, o gesso comercial atuou como um acelerador de pega, por ser dihidrato, conforme observado por Erbs et al (2018).

Já com relação a caracterização química e microestrutural dos materiais, os diferentes tipos de gesso mostraram-se semelhantes a partir da análise de FRX, conforme Yang et al (2016), e os pó de concreto, o pó cerâmico e o cimento apresentaram composição semelhantes entre si também, conforme Saiz Martínez et al (2016). Os resultados de TG e DSC mostram claramente a relação entre a hidratação do material de gesso, ou seja, o fosfogesso e o gesso hidratado apresentaram resultados semelhantes entre si, e mais evidentes do que o gesso comercial, como demonstrado por Medina et al (2016) e Geraldo et al (2017), e o material cerâmico resultou em uma curva mais discreta que os demais materiais

utilizados. Além disso, a MEV retratou partículas semelhantes entre si para os materiais de gesso, segundo Erbs et al (2018), diferentes das partículas dos demais materiais, que são semelhantes entre si. Por fim, a DRX apresentou resultados semelhantes entre fosfogesso e gesso comercial, compostos por gipsita, e anidrita o principal composto do gesso comercial, conforme Camarini e al (2016) e Chen et al (2018), os RCD cerâmico e de concreto são compostos por quartzo, e o filler e o cimento são compostos, principalmente, por calcita e gipsita, respectivamente.
Relacionado as características físicas dos materiais, o material de gesso que obteve o maior resultado para massa específica foi o gesso comercial, já que os outros dois possuem densidades semelhantes, e dentre os demais foi o cimento, de forma que os outros materiais possuem resultados semelhantes, segundo apresentado também por Camarini et al (2016). Além disso, para área superficial, o gesso hidratado obteve o maior resultado para os materiais de gesso, e o fosfogesso o menor, e o pó de concreto obteve o maior resultado entre os demais materiais, e o pó cerâmico o menor. Ainda, relacionado a granulometria média, o material de gesso com o maior diâmetro foi o fosfogesso, e o com o menor diâmetro foi o gesso comercial, como observado também por Yang et al (2016), e dentre os demais materiais, o que possui o maior diâmetro é o RCD cerâmico, e o menor diâmetro é o do cimento, apresentado também por Saiz Martínez et al (2016).

Tabela 1 – Resultados do ensaio de Vicat para determinação do tempo de pega

Tipo de gesso	SO_3 (%)	Tempo	Filler	Adição		
				RCD cerâmico	RCD de concreto	RCD misto
Gesso Hidratado	0	Início	171 min	179 min	180 min	170 min
		Fim	240 min	305 min	305 min	273 min
	1	Início	254 min	267 min	182 min	300 min
		Fim	290 min	328 min	317 min	352 min
	3	Início	258 min	300 min	191 min	328 min
		Fim	303 min	377 min	353 min	407 min
	5	Início	324 min	-	417 min	386 min
		Fim	395 min	-	494 min	479 min
Fosfogesso	0	Início	171 min	179 min	180 min	170 min
		Fim	240 min	305 min	305 min	273 min
	1	Início	395 min	373 min	536 min	633 min
		Fim	434 min	453 min	622 min	713 min
	3	Início	650 min	688 min	-	-
		Fim	739 min	833 min	-	-
	5	Início	-	-	-	-
		Fim	-	-	-	-
Gesso comercial	0	Início	171 min	179 min	180 min	170 min
		Fim	240 min	305 min	305 min	273 min
	1	Início	326 min	277 min	182 min	364 min
		Fim	396 min	416 min	317 min	482 min
	3	Início	-	-	-	-
		Fim	-	-	-	-
	5	Início	-	-	-	-
		Fim	-	-	-	-

Fonte: Autoria própria (2019).

Conclusões

Portanto, o trabalho cumpriu com o seu escopo de relacionar a influência de diferentes tipos de gesso na hidratação de pastas de cimento. Dessa forma, pode-se concluir que:

- O gesso dihidratado, ou seja, o gesso comercial e o fosfogesso, contribuíram para o aumento do tempo de pega, e o gesso hemidratado, ou também gesso comercial, contribuiu para a diminuição do tempo de pega;
- A caracterização dos materiais comprovou a semelhança entre os materiais de gesso, além de destacar a relação de hidratação dos mesmos. Além disso, destacou a diferença entre os materiais reciclados e os de referência;
- Por fim, o gesso hidratado mostrou-se o material mais eficiente com relação ao aumento da trabalhabilidade das pastas de cimento, tanto isolado como em interação com o RCD, apresentando-se como uma alternativa viável para sua reciclagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual de Ponta Grossa pela oportunidade de pesquisa, e à Fundação Araucária pelo financiamento.

Referências

CHEN, Q et al. Recycling phosphogypsum and construction demolition waste for cemented paste backfill and its environmental impact. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 418-429, 2018.

ERBS, A. et al. Properties of recycled gypsum from gypsum plasterboards and commercial gypsum throughout recycling cycles. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 1314-1322, 2018.

GERALDO, R. H. et al. Gypsum plaster waste recycling: A potential environmental and industrial solution. **Journal of Cleaner Production**, v. 164, p. 288-300, 2017.

MEDINA, N. F. et al. Characterization of a more sustainable cement produced with recycled drywall and plasterboards as set retarders. **Construction and Building Materials**, v. 124, p. 982-991, 2016.

SAIZ MARTÍNEZ, P. et al. Comparative study of three types of fine recycled aggregates from construction and demolition waste (CDW), and their use in masonry mortar fabrication. **Journal of Cleaner Production**, v. 118, p. 162–169, 2016.

YANG, L. et al. Utilization of original phosphogypsum as raw material for the preparation of self-leveling mortar. **Journal of Cleaner Production**, v. 127, p. 204–213, 2016.