

NANOSSÍLICA EM MATRIZES CIMENTÍCIAS: Revisão das influências da adição nas propriedades da matriz visando proposta de retenção de resíduos de cromo

**Cristopher Antonio Martins de Moura,
Universidade Federal de Mato Grosso,
cristopherantonio@live.com**

**Jackson Antônio Lamounier Camargos Resende,
Universidade Federal de Mato Grosso,
jack.aresende@gmail.com**

**Karynne Cristina de Souza,
Universidade Federal de Mato Grosso,
karynnecsouza@yahoo.com.br**

RESUMO

O cimento Portland (CP) possui características que o torna alvo de estudos visando o aprimoramento das propriedades por meio de adições, dentre elas a nanossílica, que adicionada às matrizes cimentícias, proporciona alterações nas propriedades. Destaca-se que a atividade antrópica gera impactos pela degradação de solos e corpos hídricos pela geração de resíduos perigosos e, alguns desses resíduos podem ser retidos nas matrizes produzidas com CP. Sob essa perspectiva, o presente trabalho objetiva a apresentação da etapa de revisão de literatura de um ramo do projeto “QUÍMICA SUPRAMOLECULAR APLICADA A CIÊNCIAS DE MATERIAIS” que visa a obtenção de pastas de CP com a adição de nanossílica para a retenção de cromo. Para essa etapa, realizou-se uma pesquisa via revisão de literatura pela coleção *ScienceDirect*, através do acesso institucional à Plataforma de Periódicos CAPES. Dentre os trabalhos analisados, foram escolhidos os de maior relevância para o estudo e apresentados os principais resultados de interesse. Concluiu-se que a nanossílica pode ser investigada como uma adição mineral em determinadas proporções e com uso de um aditivo dispersante, visando incremento de propriedades mecânicas de materiais a base de cimento, o que é um resultado favorável à aplicação no reforço de matrizes para retenção de cromo.

Palavras-chave: Nanossílica; Resíduos Perigosos; Cromo; Matriz Cimentícia.

O cromo é um elemento que é encontrado na natureza formando diversos compostos. Da forma isolada, tem como uma das suas formas principais o cromo(VI) ou Cr^{+6} (cromo hexavalente), nocivo à saúde humana sendo causador de problemas no trato respiratório, problemas no sistema reprodutor masculino e câncer, dentre outros efeitos adversos. O cromo pode ser disperso no ambiente pela ação antrópica (resíduos da indústria de couro, têxtil, de galvanoplastia, etc) nos solos, nos recursos hídricos e no ar (ATSDR, 2012).

Conforme explicado por Melchert (2012), as características dos produtos hidratados do cimento são o principal motivo para sua ampla utilização em processos de solidificação e estabilização (S/E), sendo esses processos definidos pela autora como uma alternativa técnica de tratamento de resíduos pela introdução de aditivos. No caso em tela, o aditivo em discussão é o cimento Portland cujas formas correntes de aplicação desenvolvem matrizes com boas características de resistência mecânica.

No trabalho desenvolvido por Ferreira (2019), no qual foi desenvolvida uma análise da eficiência do CP como solidificante para imobilização de cromo hexavalente, foi possível observar, dentre outras coisas, que a resistência mecânica e o desenvolvimento dessa resistência foram afetados negativamente pela introdução do sal dicromato de potássio $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, fonte de cromo hexavalente. Considerando que por meio do processo S/E busca-se estabilidade estrutural e mínima lixiviação (FITCH; CHEESEMAN, 2003), faz-se necessário buscar soluções que permitam manutenção ou aprimoramento das propriedades mecânicas.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo a apresentação de um recorte da etapa de revisão de literatura acerca do aprimoramento das propriedades das matrizes cimentícias obtidas pela adição de nanossílica, desenvolvida no âmbito do projeto “QUÍMICA SUPRAMOLECULAR APLICADA A CIÊNCIAS DE MATERIAIS”.

O presente trabalho consistirá no desenvolvimento de uma revisão bibliográfica que, conforme Silva *et al.* (2020, p.35), “[...] consiste na busca de trabalhos na literatura científica, para análise de dados e levantamento de informações do que já se produziu sobre determinado tema.” Para essa etapa, foi implementada uma busca através da base de artigos disponível no site *ScienceDirect*, por meio de acesso institucional disponibilizado pela Plataforma de Periódicos CAPES utilizando-se as palavras-chave “*nanosilica*” e “*cement*” para artigos publicados no último ano na coleção *ScienceDirect (Elsevier)*. Em seguida, foram escolhidos trabalhos que os autores consideraram mais relevantes para o estudo.

O método empregado justifica-se pela contribuição ao desenvolvimento da proposta de retenção de resíduos de cromo sugerida já que: “A revisão de literatura tem papel fundamental no trabalho acadêmico, pois é através dela que você situa seu trabalho dentro da grande área de pesquisa da qual faz parte, contextualizando-o” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.78).

O método de pesquisa descrito resultou em uma seleção de 14 publicações, dentre as quais foram selecionadas as consideradas de maior relevância e que estão apresentadas sistematicamente no Quadro 1, onde apresenta-se os autores, ano da publicação, os objetivos principais e os resultados mais relevantes obtidos nas respectivas publicações que coadunam com o interesse e objetivos para este trabalho.

Quadro 1 – Publicações sobre a utilização de nanossílica em matrizes cimentícias

Autor(es) e ano	Objetivos principais	Principais resultados de interesse
NEWELL; GARCIA-TAENGUA (2019)	Analisar o efeito da nanossílica (NS) e do óxido de grafeno (GO) como adição combinada em sistemas cimentícios e a interação do GO e NS com o superplastificante.	Nas análises de resistência à compressão, foi observado que os maiores níveis de resistência foram obtidos nas amostras que continham apenas NS. Observou-se também que a adição combinada de NS e GO proporcionaram minimização da absorção de água (no ensaio de sortividade). Além disso, destaca-se o efeito da aceleração da hidratação proporcionado pelas adições.
HOU <i>et al.</i> (2020)	Estudar a influência de sequências de mistura de matérias-primas na dispersão da NS e os efeitos nas propriedades dos materiais cimentícios, já que a melhoria das propriedades desses materiais está associada com a dispersão da NS.	Pelos resultados obtidos, foi observado que a resistência à compressão está relacionada com o tipo de aditivo e sequência de mistura. Além disso, a sequência de mistura na qual se realizou a introdução de aditivo dispersante <i>Polycarboxylateesters</i> (PCE) após a introdução da NS, foi melhor para as propriedades dos materiais à base de cimento e também vantajosa para a dispersão da NS. Nessa sequência, foram observados menores teores de CH, o que está associado com melhora da resistência à compressão das pastas endurecidas.
HU <i>et al.</i> (2019)	Nesse trabalho, foi desenvolvido um nanocompósito denominado <i>graphene oxide-nanosilica</i> (GO-NS) pelo método sol-gel e foram estudados seus efeitos em materiais cimentícios.	Foi observado que o GO-NS apresentou efeito sinérgico e propriedades pozolânicas. Além disso, a resistência à compressão das amostras cimentícias com o nanocompósito GO-NS teve resultados superiores comparando-se tanto com as amostras sem adição de GO-NS, quanto com as amostras somente com adição de GO.
SHARMA <i>et al.</i> (2019)	Nessa publicação é investigado o efeito do tamanho das partículas de sílica, tanto na microestrutura do silicato de	Foi observado que nas idades iniciais (1 dia e 3 dias), a resistência à compressão das pastas aumentou com o aumento da dosagem de nanossílica coloidal (CNS). Para a idade de 28 dias de hidratação, foi observado que a resistência à compressão das pastas foi menor

	<p>cálcio hidratado (C-S-H) quanto a sua influência na resistência à compressão nas idades iniciais e posteriores de hidratação, buscando compreender o processo de hidratação do CP na presença de nanopartículas de sílica.</p>	<p>para as amostras preparadas com as dosagens de 1,5% e 2% de CNS, comparando-se com as amostras de controle (sem CNS). Obteve-se uma dosagem com ganho de resistência para as pastas com 1% de CNS. Essa mesma tendência pôde ser observada para as argamassas: aquelas com adição de 1% de CNS mostraram ganho de resistência à compressão (aos 7 e aos 28 dias) e diminuição para as amostras com 1,5% e 2,0%.</p>
--	---	--

Fonte: Adaptado de NEWELL; GARCIA-TAENGUA (2019); HOU *et al.* (2020); HU *et al.* (2019) SHARMA *et al.* (2019).

Os trabalhos consultados e elencados no Quadro 1 como resultados obtidos por meio da pesquisa bibliográfica revelam aspectos de extrema relevância para a proposta de estudo.

Especialmente, destacam-se as observações de Newell e Garcia-Taengua (2019), onde observou-se melhor resultado de resistência associado às amostras que continham apenas NS, bem como a importante contribuição de Hou *et al.* (2020) sobre a melhor sequência de mistura pela introdução inicial da NS e em seguida a introdução do aditivo PCE, que é um produto amplamente utilizado.

Cabe ainda destacar a importante observação de Sharma *et al.* (2019), acerca da influência da CNS de forma que a partir de determinada proporção, a introdução da adição trouxe perda de resistência e, finalmente, a investigação de Hu *et al.* (2019) acerca da possibilidade da implementação de um nanocompósito GO-NS com características sinérgicas entre os nanomateriais e propriedades pozolânicas.

Com base na pesquisa bibliográfica, concluiu-se que a nanossílica pode ser investigada como uma possível adição mineral em determinadas proporções e com uso de um aditivo dispersante, visando incremento de propriedades mecânicas de materiais à base de cimento. Tal aspecto é de grande relevância pois as propriedades mecânicas são de grande interesse para a retenção de resíduos de cromo hexavalente, no contexto da proposta de estudo sugerida pelo grupo de pesquisa.

Resta, portanto, investigar os mecanismos de perda de resistência mecânica e prejuízos ao desenvolvimento da resistência ao longo do tempo observados nas amostras estudadas por Ferreira (2019), para então validar a possibilidade de reações pozolânicas e empacotamento advindo da NS suplantarem esse efeito de perda de resistência, garantindo a manutenção das propriedades de mecânicas em matrizes de CP para imobilização de cromo.

REFERÊNCIAS

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). **TOXICOLOGICAL PROFILE FOR CHROMIUM**. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 2012. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp.asp?id=62&tid=17>. Acesso em: 20 jun. 2020.

FERREIRA, R. T. L. **AValiação da integridade e da retenção de Cromo (VI) em pastas de cimento Portland**. 2019. 104 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Materiais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2019.

FITCH, J. R.; CHEESEMAN, C. R. Characterisation of environmentally exposed cement-based stabilised/solidified industrial waste. **Journal of Hazardous Materials**, v.101, n.3, p. 239-255, 2003. DOI [https://doi.org/10.1016/S0304-3894\(03\)00174-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3894(03)00174-2). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304389403001742?via%3Dihub.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2020.

HOU, P.; SHI, J.; PRABAKAR, S.; CHENG, X. WANG, K.; ZHOU, X.; SHAH, S. P. Effects of mixing sequences of nanosilica on the hydration and hardening properties of cement-based materials. **Construction and Building Materials**, v. 263, p. 120-226, dez. 2020. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120226>

HU, M.; GUO, J.; LI, P.; CHEN, D.; XU, Y.; FENG, Y.; YU, Y.; ZHANG, H. Effect of characteristics of chemical combined of graphene oxide-nanosilica nanocomposite fillers on properties of cement-based materials. **Construction and Building Materials**, v. 225, p. 745-753, dez. 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.07.079>

MELCHERT, M. B. M. **SOLIDIFICAÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CATALISADORES CONTENDO NÍQUEL E ALUMÍNIO EM CIMENTO PORTLAND**. 2012. 142 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-03042013-160220/publico/Tese_MauraBergerMaltezMelchert.pdf. Acesso em: 15 ago. 2020.

NEWELL, M.; GARCIA-TAENGUA, E. Fresh and hardened state properties of hybrid graphene oxide/nanosilica cement composites. **Construction and Building Materials**, v. 221, p. 433-442, out. 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.06.066>

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico** [recurso eletrônico]. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2020.

SHARMA, U.; SINGH, L. P.; ZHAN, B.; POON, C. S. Effect of particle size of nanosilica on microstructure of C-S-H and its impact on mechanical strength. **Cement and Concrete Composites**, v. 97, p. 312-321, mar. 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.01.007>

SILVA, D. F.; FOGGIATO, A. A.; NETO, J. L. T.; PARREIRAS, S. O. **Manual Prático Para Elaboração De Trabalhos De Conclusão De Curso.** [recurso eletrônico] São Paulo: Blucher, 2020. Disponível em: <https://openaccess.blucher.com.br/article-list/9786555500028-454/list#undefined>. Acesso em: 14 ago. 2020.