

## **AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO DA NANOSÍLICA COM ADIÇÕES MINERAIS CONVENCIONAIS APLICADAS NA PRODUÇÃO DE CONCRETOS DE ALTA RESISTÊNCIA**

**Bolsista: Gustavo Kenzo Tamura\***

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Alessandra Lorenzetti de Castro**

**Escola de Engenharia de São Carlos/ Universidade de São Paulo**

\* kenzotamura@usp.br

### **Objetivos**

O objetivo geral desta pesquisa é analisar a interação da nanosílica com adições minerais convencionais, considerando combinações binárias, ternárias e quaternárias de materiais, e verificar a influência destas combinações de cimento, nanosílica e adição mineral sobre as propriedades do concreto de alta resistência no estado fresco e endurecido.

### **Métodos e Procedimentos**

Inicialmente, será realizada a caracterização de todos os materiais utilizados para a produção de concretos de alta resistência: cimento Portland, agregados miúdos e graúdos, adições minerais (sílica ativa, metacaulim, cinza de casca de arroz e fíler calcário), nanosílica e aditivo superplastificante. A água de mistura será proveniente da rede de abastecimento local.

Em seguida, é realizado o estudo de dosagem para determinação de um traço de concreto com resistência característica à compressão ( $f_{ck}$ ) de 100 MPa. Este traço será considerado de referência, sendo constituído por cimento Portland, agregados miúdos e graúdos, sílica ativa, aditivo superplastificante e água.

Então, serão produzidas novas misturas de concreto considerando diferentes combinações entre as adições minerais convencionais, a nanosílica e o cimento. Os novos traços serão realizados com a substituição de cimento pela adição escolhida em teores que variarão de 1% até 20%.

Para a avaliação das propriedades do concreto no estado fresco serão realizados testes de abatimento de tronco de cone, determinação da massa específica e de teor de ar. Para a avaliação das propriedades no estado endurecido serão determinados os índices físicos – massa específica e índice de vazios – resistência à compressão axial e absorção de água por imersão. Finalmente, a microestrutura dos concretos produzidos será analisada por ensaios e técnicas não destrutivas (ultrassom e microscopia eletrônica de varredura), a fim de verificar a porosidade interna do material. Para isso, sendo moldados corpos de prova cilíndricos com 50 mm de diâmetro e 100 mm de altura, ensaiados em diferentes idades ao longo do tempo, isto é, até os 180 dias.

### **Resultados**

A partir da revisão bibliográfica realizada, é possível verificar que o uso individual das diferentes adições minerais consideradas contribui para o aprimoramento das propriedades do concreto, especialmente no estado endurecido. As adições minerais convencionais consideradas no estudo – sílica ativa, metacaulim, cinza de casca de arroz e fíler calcário – foram analisadas e sua influência sobre o comportamento de concretos são apresentadas na Tabela 1. O símbolo de mais (+) indica um aumento do desempenho da propriedade indicada e o símbolo de menos (-) uma redução. Os quadros sem símbolos indicam que a propriedade não foi estudada para a adição específica.

Tabela 1: Influência das adições minerais sobre o comportamento dos concretos

Propriedade	Adição mineral			
	SA	MK	CCA	FC
Resistência à compressão	+	+	+	+
Consumo de cimento	-	-		
Custo geral	-	-		
Consumo de água		-		
Trabalhabilidade		+		
Compacidade				+
Porosidade				-
Permeabilidade				-

Legenda: SA = sílica ativa; MK = metacaulim; CCA = cinza de casca de arroz; FC = fíler calcário

Além disso, foram realizadas pesquisas acerca da influência da nanosílica sobre as propriedades de concretos, conforme resumo apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Influência da nanosílica sobre o comportamento dos concretos

Propriedade	Contribuição da nanosílica
Viscosidade	+
Trabalhabilidade	-
Coesão	+
Tempo de pega	-
Segregação	-
Exsudação	-
Resistência à compressão	+
Resistência inicial	+
Porosidade	-
Absorção de água	-
Durabilidade	+

Tabela 2: Influência da nanosílica sobre o comportamento dos concretos (continuação)

Propriedade	Contribuição da nanosílica
Permeabilidade de íons cloreto	-
Resistência à abrasão	+
Resistência ao congelamento	+
Resistência ao fogo	+
Densificação da matriz cimentícia	+

Com relação à parte experimental da pesquisa, devido à pandemia da COVID-19, que levou à suspensão das atividades presenciais e ao fechamento dos laboratórios, não foi possível desenvolvê-la dentro do cronograma proposto inicialmente. No entanto, com o avanço da vacinação no estado de São Paulo e retomada das atividades presenciais de pesquisa na universidade, os ensaios serão realizados em momento oportuno, e os resultados obtidos serão divulgados por meio de publicações.

## Conclusões

Com base na revisão bibliográfica, é possível afirmar que a utilização de nanosílica em concretos de alta resistência aprimora diversas de suas propriedades, tais como a coesão, resistência inicial à compressão e durabilidade. Entretanto, não foi possível analisar a interação da nanosílica com as outras adições minerais a partir da revisão bibliográfica realizada, sendo esta realizada experimentalmente em momento oportuno.

## Referências Bibliográficas

DO CARMO, J.B.M.; PORTELLA, K.F. Estudo comparativo do desempenho mecânico da sílica ativa e do metacaulim como adições químicas minerais em estruturas de concreto. **Cerâmica**, v. 54, n. 331, p. 309-318, 2008.

PEREIRA, A. M. *et al.* Estudo das propriedades mecânicas do concreto com adição de cinza de casca de arroz. **Matéria (Rio de Janeiro)**, v. 20, p. 227-238, 2015.

ZHANG, P. *et al.* Influence of nano-SiO<sub>2</sub> on properties of fresh and hardened high performance concrete: A state-of-the-art review. **Construction and Building Materials**, v. 148, p. 648-658, 2017.