

IMPACTO DE MISTURAS TERNÁRIAS E QUATERNÁRIAS DE AGLOMERANTES SOBRE O COMPORTAMENTO DE CONCRETOS DE ULTRA-ALTA RESISTÊNCIA

Gabriela Salmen Stocco

Alessandra Lorenzetti de Castro

Escola de Engenharia de São Carlos/Universidade de São Paulo

gabrielastocco@usp.br

Objetivos

Estudar o impacto de misturas ternárias e quaternárias, compostas de cimento e duas ou três adições minerais, respectivamente, sobre o comportamento de concretos de ultra-alta resistência, avaliando suas propriedades no estado fresco e endurecido, submetidos a diferentes condições de cura.

Métodos e Procedimentos

No primeiro passo, é realizada a caracterização dos materiais granulares utilizados, que são: os agregados miúdos, cimento Portland, aditivo superplastificante e adições minerais (sílica ativa, pó de quartzo, cinza de casca de arroz e metacaulim). A água utilizada na produção dos concretos é fornecida pela rede de abastecimento local.

Com isso, é estipulada uma dosagem para o concreto de referência, a fim de produzir uma mistura de ultra-alta resistência, em que deve-se obter uma resistência característica à compressão (f_{ck}) de 150 MPa. Este concreto é constituído por cimento Portland, água, aditivo superplastificante, agregado miúdo, sílica ativa e pó de quartzo.

Em seguida, são determinados outros 5 traços de concreto, sendo 2 de misturas ternárias e 3 de misturas quaternárias. Nas duas misturas ternárias o teor de sílica ativa do traço de referência é substituída, em massa, por metacaulim e cinza de casca de arroz. Nas misturas quaternárias, é inserida outra adição mineral na mesma proporção da sílica ativa,

em substituição ao cimento Portland, em massa, levando à redução do seu consumo. Ao final do processo, tem-se ao total 6 traços de concreto com combinações diferentes do cimento Portland com as adições minerais.

Definidos os traços de concreto, são realizados ensaios para avaliar as propriedades do concreto. No estado fresco, é avaliada a consistência do concreto por meio do ensaio de espalhamento, realizado de acordo com artigo publicado por Okamura e Ouchi, em 2003. No estado endurecido, há a determinação dos índices físicos (massa específica e índice de vazios) de acordo com a NBR 9778:2005, da resistência à compressão axial, com as orientações da NBR 5739:2018 e os ensaios não destrutivos, que são compostos pelo ensaio de ultrassom, no qual segue-se a NBR 8802:2019 e do módulo de elasticidade dinâmico, realizado de acordo com a NBR 8522-2:2021.

Resultados

Devido às restrições impostas pela pandemia da COVID-19 e o consequente isolamento social, o retorno às atividades em laboratório se deu somente neste ano. No entanto, devido às pesquisas pendentes, houve um atraso nas concretagens previstas na presente pesquisa e, consequentemente, na obtenção dos dados experimentais. Com isso, os resultados obtidos até o momento são parciais, contemplando os resultados dos ensaios realizados aos 7 dias de idade, para apenas 3 traços de concreto. A composição dos concretos produzidos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Traços em massa

Materiais	U3.3	U1.4	U2.4
CPV	1,00	1,00	1,00
Areia Industrial	1,24	1,57	1,57
CCA	0,21	-	0,27
PQ	0,25	0,32	0,32
SA	-	0,27	0,27
MK	-	0,27	-
a/c	0,22	0,28	0,28
Total	2,92	3,70	3,70

Os resultados do ensaio de espalhamento realizado constam na tabela 2. Com o resultado deste ensaio, é possível observar que conforme a quantidade de aditivo utilizada aumentou, o espalhamento também apresentou crescimento.

Tabela 2: Ensaio de espalhamento

Concretagem	Espalhamento (mm)	Aditivo (%)
U3.3	300	8,40%
U1.4	250	7,00%
U2.4	270	7,75%

Para a realização dos ensaios no estado endurecido foram moldados corpos de prova submetidos à cura úmida até as idades de ensaio. Aos 7 dias de idade, foram realizados os ensaios de resistência à compressão, módulo de elasticidade dinâmico e ultrassom. Os resultados obtidos constam na Tabela 3, e correspondem à média dos valores individuais de 3 corpos de prova ensaiados.

Tabela 3: Ensaio aos 7 dias

Traço	U3.3	U1.4	U2.4
Resistência à Compressão aos 7 dias (Mpa)	36,99	50,14	35,28
Módulo de Elasticidade Dinâmico 7 dias (GPa)	31,76	41,71	37,74

Ultrassom 7 dias - Velocidade (m/s)	4268	4582	4741
--	------	------	------

Com os resultados obtidos, nota-se que houve dispersão nos resultados das diferentes misturas, especialmente no ensaio de resistência à compressão, o traço U1.4, único que não apresentava em sua composição a adição da cinza de casca de arroz, apresentou maior resistência aos 7 dias.

Conclusões

Com a impossibilidade na obtenção completa dos resultados, não é possível concluir sobre a influência das misturas de aglomerantes sobre o comportamento dos concretos. Portanto, é necessário dar continuidade à pesquisa, para assim poder analisar de fato os impactos das adições minerais, em busca de um concreto mais sustentável e com menor consumo de cimento. Nesse sentido, os ensaios serão continuados para acompanhamento do comportamento dos concretos até os 91 dias de idade, considerando também a influência da cura térmica.

Referências Bibliográficas

- ABNT, NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2018.
- ABNT, NBR 8802: Concreto endurecido: determinação da velocidade de propagação da onda ultrassônica. Rio de Janeiro, 2019.
- DAL MOLIN, D. C. C. Adições minerais. In: ISAIA, G. C. (ed). Concreto: ciência e tecnologia. São Paulo: IBRACON, p. 261-309, 2011.
- OKAMURA, H.; OUCHI, M. Self-Compacting Concrete. Journal of Advanced Technology, v.01, p. 5-15, 2003.