

## CARACTERIZAÇÃO DE CONCRETOS DE ULTRA ALTO DESEMPENHO SUSTENTÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS

**Mateus Malagute Gomes**

**Prof. Dr. Ricardo Carrazedo**

Universidade de São Paulo (USP)

mateus.malagute.gomes@usp.br

### Objetivos

O cimento Portland possui um ciclo de produção que gera impactos ambientais significativos, sendo responsável por 3% das emissões globais de gases de efeito estufa e 5% das emissões de CO<sub>2</sub> [1]. Visando reduzir os impactos ambientais causados pela utilização do cimento Portland, o presente estudo visa desenvolver traços de UHPFRC mais sustentáveis, utilizando adições minerais em substituição parcial ao cimento Portland. As adições minerais utilizadas foram a sílica ativa, a cinza da casca do arroz, o metacaulim e o fíler calcário.

### Métodos e Procedimentos

A dosagem de referência adotada para o presente trabalho foi obtida do trabalho de OLIVEIRA E OLIVEIRA (2019) [2], sendo fixada uma quantidade de 2% em volume para a adição das fibras metálicas. Para determinar os percentuais de substituição de cada adição mineral, foi empregado o método de Taguchi, utilizando uma matriz ortogonal L<sub>9</sub> com quatro fatores e três níveis [3]. Cada fator se refere a uma adição mineral e cada nível a um percentual de substituição. Com isso, realizam-se nove traços de UHPFRC, sendo o traço 01 o traço de referência, sem nenhuma adição. Em cada traço foram concretados 13 corpos de prova cilíndricos de dimensões 5x10 cm e 3 corpos de prova prismáticos de

dimensões 4x4x16 cm. Os corpos de prova cilíndricos foram utilizados nos ensaios de compressão axial e compressão diametral. Já os corpos de prova prismáticos foram utilizados no ensaio de flexão a três pontos. Também realizou-se um ensaio acústico para obtenção do módulo de elasticidade dinâmico, avaliando o comportamento do módulo de elasticidade de cada corpo de prova nas idades de 3,7,14,21 e 28 dias. As concretagens foram realizadas seguindo os mesmos procedimentos e, após endurecimento do concreto, os corpos de prova foram retificados e mantidos em câmara úmida até as datas dos ensaios.

### Resultados

Como resultado primordial ao estudo, obteve-se resistências à compressão axial aos 28 dias de idade em um intervalo de 104 a 120 MPa. Os traços 5 e 6 se destacaram por apresentarem resistência na ordem de 120 MPa, acima dos demais traços. Tais traços possuem um percentual total de substituição de cimento na ordem de 30%. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1. As adições minerais proporcionaram melhores respostas em percentuais de adição próximos aos 12%, como é possível observar no gráfico indicado na Figura 1. Os ensaios de flexão a 3 pontos e de compressão diametral demonstraram a atuação das fibras metálicas, que promoveram ganho de resistência mesmo após a fissuração do concreto.

## Conclusões

Conclui-se que valores próximos a 30% de substituição total de cimento são ideais, pois apresentaram maiores resistências. Já as adições minerais, quando consideradas individualmente, apresentaram teor ideal de adição da ordem de 12%. Destaca-se também que as fibras metálicas foram essenciais para o aumento da resistência à tração. Em suma, as adições minerais se apresentaram como alternativa viável para a elaboração de um concreto mais sustentável a partir da substituição parcial do cimento, obtendo

também melhorias nas propriedades do concreto.

## Referências

- [1] MAURY, M. B. e BLUMENSCHIN, R. N. "Produção de cimento: Impactos à saúde e ao meio ambiente". Universidade de Brasília, 2012.
- [2] OLIVEIRA, C. O. (2019). "Estudo numérico e experimental da distribuição das fibras de aço em vigas de UHPFRC". Tese de Doutorado. EESC / USP.
- [3] SABARISH, K.V. e PAUL, P. "Optimizing the concrete materials by L9 orthogonal array". Elsevier, 2019.

Tabela 1: Percentuais de adição, de substituição de cimento e resistência à compressão

Traço	Sílica Ativa (%)	CCA (%)	Metacaulim (%)	Filer Calcário (%)	Total substituição cimento (%)	Resistência compressão axial (MPa)
TR-1	0	0	0	0	0	107,54
TR-2	0	6	6	10	22	104,33
TR-3	0	12	12	20	44	108,72
TR-4	10	0	6	20	36	106,36
TR-5	10	6	12	0	28	120,05
TR-6	10	12	0	10	32	119,28
TR-7	20	0	12	10	42	108,00
TR-8	20	6	0	20	46	104,07
TR-9	20	12	6	0	38	110,82

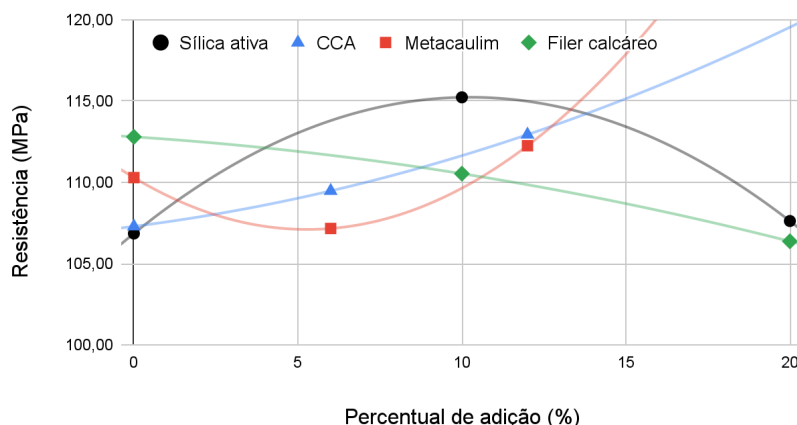


Figura 1: Resistência à compressão frente aos percentuais de adição para os materiais utilizados