



Estudo dos Materiais que Constituem o Concreto de Alto Desempenho sob Altas e Baixas Temperaturas

Study of the Materials Constituting High-Performance Concrete under High and Low Temperatures

Jean Moura Lopes

Resumo: O concreto de alto desempenho (CAD) tem se consolidado como um dos principais avanços da engenharia civil, caracterizando-se por elevada resistência mecânica, baixa porosidade e maior durabilidade quando comparado ao concreto convencional. Apesar de suas vantagens, o custo elevado dos materiais que o compõem ainda limita sua adoção em larga escala. O presente estudo avaliou dois traços experimentais de CAD, elaborados com diferentes aditivos e submetidos a condições de altas e baixas temperaturas, buscando conciliar desempenho técnico e viabilidade econômica. Foram realizados ensaios de compressão axial em corpos de prova com diferentes idades de cura. Os resultados indicaram que o traço contendo superplastificante (slump 19) apresentou maior resistência e trabalhabilidade, mesmo com custo ligeiramente superior ao do traço slump 13. Conclui-se que o uso racional de aditivos pode tornar o CAD mais competitivo no mercado, ampliando sua aplicabilidade em obras de médio e grande porte.

Palavras-chave: concreto de alto desempenho; compressão axial; altas e baixas temperaturas; viabilidade econômica.

Abstract: High-performance concrete (HPC) has been established as one of the major advances in civil engineering, characterized by high mechanical strength, low porosity, and greater durability when compared to conventional concrete. Despite its advantages, the high cost of its constituent materials still limits its large-scale adoption. The present study evaluated two experimental HPC mixtures prepared with different admixtures and subjected to both high and low temperature conditions, aiming to reconcile technical performance and economic feasibility. Axial compression tests were performed on specimens with different curing ages. The results indicated that the mixture containing a superplasticizer (slump 19) exhibited higher strength and workability, even though its cost was slightly higher than that of the slump 13 mixture. It is concluded that the rational use of admixtures can make HPC more competitive in the market, expanding its applicability in medium- and large-scale construction projects.

Keywords: high-performance concrete; axial compression; high and low temperatures; economic feasibility.

INTRODUÇÃO

Aïtcin (2000) destaca que o concreto de alto desempenho (CAD) surgiu da necessidade de superar limitações do concreto convencional, especialmente em obras que exigem maior durabilidade, baixa permeabilidade e resistência mecânica superior. Essas características são obtidas pela combinação de aditivos químicos, controle rigoroso da relação água/cimento (a/c) e, em alguns casos, pelo uso de adições minerais.

Entretanto, o alto custo de produção do CAD, devido ao emprego de materiais mais sofisticados, ainda restringe sua utilização em larga escala. Este trabalho buscou avaliar a possibilidade de elaboração de um traço economicamente viável, mas que mantivesse as propriedades essenciais do CAD, testando seu comportamento em condições extremas de temperatura.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Investigar o desempenho mecânico e a viabilidade econômica do concreto de alto desempenho sob diferentes condições de temperatura, comparando dois traços distintos.

Objetivos Específicos

- Desenvolver traços experimentais de CAD, com e sem aditivo superplastificante;
- Avaliar a resistência à compressão axial em diferentes idades de cura;
- Verificar a influência de variações de temperatura no desempenho do concreto;
- Realizar análise comparativa de custo e benefício entre os traços.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de Desenvolvimento

Os traços foram produzidos na concreteira Concretetecno, localizada em Ceilândia-DF. Os ensaios de resistência à compressão foram conduzidos nos laboratórios da Universidade Católica de Brasília (UCB), garantindo rigor técnico e equipamentos calibrados.

Materiais Utilizados

Os materiais empregados foram cimento Portland, areia de rio, brita 0, água, aditivo polimérico e superplastificante. A sílica ativa, frequentemente utilizada em CAD, foi descartada devido ao custo elevado e à dificuldade de aquisição no mercado regional, privilegiando a viabilidade econômica.

Dosagens Propostas

Foram analisadas duas dosagens principais:

- Dosagem 1 (slump 13): cimento, areia, brita 0, água e aditivo polimérico.

- Dosagem 2 (slump 19): mesma composição, acrescida de superplastificante.

A Tabela 1 apresenta as quantidades utilizadas em cada traço.

Tabela 1 – Traço dos corpos de prova.

MATERIAIS	DOSAGEM 1 EM KG	DOSAGEM 2 EM KG
CIMENTO	11,300 KG	11,300 KG
AREIA	19,565 KG	19,565 KG
BRITA 0	25,500 KG	25,500 KG
ÁGUA	3,885 KG	3,885 KG
ADITIVO SUP	0	0,021 KG
ADITIVO POLI	0,086 KG	0,086 KG
SÍLICA ATIVA	0	0

Fonte: Concretecno, 2018.

Moldagem e Cura

Foram moldados 18 corpos de prova cilíndricos com 7,65 cm de diâmetro, divididos em três idades de cura (3, 7 e 28 dias). Para cada traço, um conjunto foi destinado a ensaios em temperatura ambiente e outro a testes sob condições extremas (-25 °C e 125 °C).

Figura 1 – Corpo de prova rompido.



Fonte: UCB, 2018.

Figura 2 – Máquina de compressão axial.**Fonte: UCB, 2018.**

Ensaio Realizados

De acordo com a NBR 67/1998;

- Ensaio de Abatimento (Slump Test): determinando a consistência das misturas (slumps 13 e 19).
- Ensaio de Compressão Axial: realizado em prensa hidráulica, com controle de carga até a ruptura, conforme normas técnicas aplicáveis.
- Exposição a Temperaturas Extremas: corpos de prova foram resfriados a -25°C e aquecidos a 125°C antes do rompimento, simulando condições ambientais severas.

Tabela 2 – Abatimento 13.

CP - 3, 7 e 28 dias	Carga KN	Área CP	Resultado (Mpa)
1	279,85	7,65	36,58
2	287,60	7,65	37,84
3	345,70	7,65	45,18
Submetido a -25°C e 125°C			
1	546,05	7,65	71,37
2	301,70	7,65	39,43
Total média	354,18	7,65	46,29

Fonte: UCB, 2018.

Tabela 3 – Abatimento 19.

CP - 3, 7 e 28 dias	Cargas Kn	Área do cilindro	Resultados (Mpa)
1	306,50	7,65	40,06
2	349,85	7,65	45,73
3	371,45	7,65	48,62
Submetido a -25°C e 125°C	570,60	7,65	74,59
1	339,30	7,65	44,35
2			
Total média	387,54	7,65	50,65

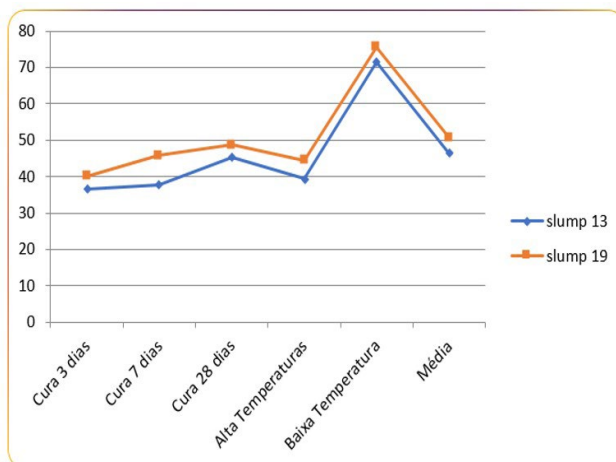
Fonte: UCB, 2018.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência Mecânica

As tabelas 2 e 3 resume os resultados obtidos para os corpos de prova em diferentes idades de cura.

Observou-se que o traço slump 19 apresentou resistências médias superiores em todas as idades de cura, atingindo valores acima de 50 MPa aos 28 dias. Já o slump 13, mesmo com desempenho satisfatório, permaneceu abaixo desse patamar.

Gráfico 1 – Comparativo entre resistências slump 13 e slump 19.

Trabalhabilidade e Durabilidade

A presença do superplastificante reduziu a porosidade e aumentou a homogeneidade da mistura, resultando em melhor compactação e menor índice de vazios. Isso contribui diretamente para a durabilidade do concreto, reduzindo riscos de fissuração e ataques químicos.

Influência da Temperatura

Lima e Libório (2008) ressaltam que, quando submetidos a temperaturas extremas, ambos os traços apresentaram perdas de resistência, porém o slump 19 demonstrou maior estabilidade. A redução de desempenho foi menor em relação ao slump 13, evidenciando a importância dos aditivos na manutenção das propriedades em condições adversas.

Análise Econômica

Embora o custo do traço slump 19 seja ligeiramente superior devido ao uso do superplastificante, a diferença é compensada pela maior vida útil e pela possibilidade de reduzir manutenções corretivas. Em termos de custo-benefício, o slump 19 mostrou-se mais competitivo para uso em obras estruturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo demonstram que o concreto de alto desempenho pode ser uma alternativa viável ao concreto convencional, desde que seja elaborado de forma a equilibrar resistência, durabilidade e custo.

O traço slump 19, com adição de superplastificante, apresentou melhor desempenho global, com resistências superiores a 50 MPa, boa trabalhabilidade e maior estabilidade frente a variações de temperatura. Assim, conclui-se que este traço é o mais indicado para aplicações comerciais, especialmente em obras que demandam alta performance estrutural.

REFERÊNCIAS

AITCIN, P. C. **Concreto de Alto Desempenho**. São Paulo: Pini, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 67: Abatimento de Tronco de Cone (Slump Test)**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

LIMA, S. M.; LIBÓRIO, J. B. L. **Concreto de Alto Desempenho em Ambientes com Altas e Baixas Temperaturas**. Cadernos de Engenharia de Estruturas, São Carlos, v. 10, n. 43, p. 55-73, 2008.