

Avaliação da Obtenção de Concreto de Alto Desempenho com materiais provenientes da Região Norte

*(Evaluation of the Obtaining of High Performance Concrete with
materials from the Norte Region)*

MARIA TEREZA BRASILIANA DA SILVA

Graduating in Civil Engineering
International Universities Laureate / UNINORTE (Brazil)

JORGE LUIZ MELO DE FREITAS¹

Civil Engineering
Laureate International Universities / UNINORTE (Brazil)

WANDERSON ARAÚJO LUZ

Civil Engineering
Laureate International Universities / UNINORTE (Brazil)

JUAN LÍCIO RIBEIRO DUARTE

Civil Engineering, Universidade Federal do Tocantins (Brazil)

Prof. Esp. ANDRÉ MENDES

Professor Mestrando, Instituto Tocantinense de Pós-graduação, ITOP

JAYRON ALVES RIBEIRO JUNIOR

Arquiteto e Urbanista CEULP / ULBRA

Resumo

Apesar dos grandes avanços na tecnologia do concreto e utilização de concretos especiais como o concreto de alto desempenho (CAD), evidencia-se a grande dificuldade da confecção do concreto com materiais disponíveis na região onde se executa a obra. A obtenção dos materiais necessários para realização da dosagem destes tipos específicos de concretos visa atender as especificações de projeto, com menores custos e prazos, demonstrando assim a direta influência da distância do local de aquisição destes materiais até o empreendimento no orçamento do concreto. Esta pesquisa teve como objetivo desenvolver

¹ Corresponding author: jorgefreitas@gmail.com

um CAD com materiais provenientes da região do estado do Tocantins, através de uma análise experimental para avaliação da resistência à compressão e tração na flexão.

Palavra-Chave: Concreto de alto desempenho. Tocantins, Especiais

Abstract:

Despite the great advances in concrete technology and the use of special concretes such as high performance concrete (HPC), it is evident the great difficulty of confection of the concrete with materials available in the region where the work is performed. Obtaining the necessary materials to perform the dosage of these specific types of concrete aims to meet the design specifications, with lower costs and deadlines, thus demonstrating the direct influence of the distance from the site of acquisition of these materials to the project in the concrete budget. This research aimed to develop a HPC with materials from the Tocantins state region, through an experimental analysis to evaluate the compressive strength and flexural tensile strength.

Key words: High performance concrete. Tocantins, Special.

1 INTRODUÇÃO

Concreto de Alto Desempenho é a nomenclatura atribuída às misturas de concreto com propriedades como trabalhabilidade, resistência, estabilidade dimensional e durabilidade melhoradas. Por algum tempo a única propriedade adotada pelos engenheiros e tecnólogos como parâmetro de qualidade do material era a resistência tanto que o foco dos esforços das pesquisas se convergia para alcançar valores cada vez maiores.

O CAD foi desenvolvido devido a necessidade de um concreto mais durável, uma vez que os danos causados pelo tempo nas estruturas eram muito onerosos. Assim os estudos foram voltados para corrigir esse problema, surgindo mais essa modalidade de material para a construção civil. MEHTA (1994)

cita casos de degradação prematura em túneis, garagens e estruturas marinhas, nos quais atribui a falta de durabilidade do concreto à carência de conhecimento científico sobre essa propriedade tão importante.

Em sua obra GJORV chama a atenção para a grande incidência da corrosão das armaduras em estruturas de concreto, que além de se constituir em um problema técnico e econômico, representa um grande desperdício de recursos naturais e um problema ambiental de caráter local e mundial.

O concreto de alto desempenho é vantajoso em decorrência da sua reduzida capacidade de carga por unidade de custo quando comparado aos convencionais, compensando os custos envolvidos na sua produção.

A utilização de concreto de alto desempenho no Tocantins proporcionaria maior durabilidade e resistência às construções e como a obtenção de materiais no local da obra é um dos fatores que mais influenciam no custo final do empreendimento se faz necessário um estudo que determina a eficiência de concretos de alto desempenho com os materiais disponíveis no estado.

1.1 Objetivos da Pesquisa

A pesquisa tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica da produção de concretos de alto desempenho utilizando aditivos superplastificante, sílica ativa e outros materiais disponíveis no mercado da construção civil do estado do Tocantins. Assim como avaliar as propriedades físicas do concreto através de ensaios laboratoriais, determinando a resistência a compressão e tração.

2 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais escolhidos para o desenvolvimento da pesquisa estão disponíveis na região do estado do Tocantins.

2.1 Cimento

O Cimento utilizado foi do tipo CPV-ARI, que possui alta resistência inicial e foi produzido pela empresa Cimentos Planalto – CIPLAN.

2.2 Sílica Ativa

As características da sílica ativa utilizada estão dispostas na tabela 1.

Tabela 1: Características da Sílica

Características da Sílica Ativa	
Diâmetro médio (μm)	0,4
Resíduo na peneira 45 μm (%)	10
Aparência	Pó de dimensões micrométricas
Cor	Cinza claro e cinza escuro
Odor	Sem odor
pH	$\leq 10,0$
Ponto de fusão $^{\circ}\text{C}$	1550 - 1570
Perda ao fogo (%)	≤ 6
Densidade Aparente (kg/m^3)	150 - 700

2.3 Agregado Miúdo

A areia utilizada para a produção do CAD foi fornecida pela Cimentos Planalto – CIPLAN. As características físicas da areia estão dispostas na tabela 2.

Tabela 2: Características da Areia

Características Físicas da Areia	
Massa específica (NBR NM 52:2009)	2732 Kg/m^3
Módulo de Finura (MF) (NBR NM 248:2003)	1,95

2.4 Agregado Graúdo

A brita utilizada para a produção do CAD foi fornecida pela Cimentos Planalto – CIPLAN. As características físicas da mesma estão dispostas na tabela 3.

Tabela 3: Características da Brita

Características Físicas da Brita	
Massa específica (NBR NM 52:2009)	2604 Kg/m ³
Massa unitária (NBR NM 45:2006)	1401 kg/m ³
Dimensão máxima característica (NBR NM 248:2003)	12,5 mm
Classificação NBR 7211:2009	Brita 1
Classificação Geológica	Brita granítica

2.5 Aditivo

O aditivo utilizado foi o Plastol 6040 fornecido pela empresa Viapol. As características do aditivo utilizado podem ser observadas na tabela 4.

Tabela 4: Características do aditivo

Ação Principal	Aditivo Superplastificante tipo II (SP-II-R) (Hiperplastificante)
Ação Secundária	Redutor de água de amassamento (A/C)
Composição	Solução de poliacarboxilatos em meio aquoso
Aspecto	Líquido
Cor	Levemente amarelada
Massa Específica	≈ 1,1 g/cm ³
Teor de Cloretos	Não contém cloretos

3 Metodologia

Para a obtenção do CAD – Concreto de Alto Desempenho com materiais do Tocantins, foi utilizado o traço de referência descrito por ACI SP-154 1995 apud MEHTA e MONTEIRO, como mostrado na tabela 5.

Maria Tereza Brasileira da Silva, Jorge Luiz Melo de Freitas, Wanderson Araújo Luz, Juan Lício Ribeiro Duarte, Prof. Esp. André Mendes, Jayron Alves Ribeiro Junior-**Avaliação da Obtenção de Concreto de Alto Desempenho com materiais provenientes da Região Norte**

Tabela 5: Traço de referência

Material	Relação em Massa	Consumo (kg/m ³)
Cimento	1	416
Sílica Ativa	0,08	34
Agregado Miúdo	1,77	737
Agregado Graúdo	2,47	1030
Água	0,36	153
Aditivo	0,0072	3

Os resultados obtidos por ACI SP-154 do traço de CAD citado anteriormente são os mostrados na tabela 6.

Tabela 6: Resultados do traço de referência

Idade	Resistência à Compressão Axial (MPa)	Abatimento do Tronco de Cone (cm)
1	35	20
3	52	
28	82	

Para a determinação dos valores de resistência do CAD foram moldados 6 (seis) corpos de prova, segundo os a NBR 5738/2003 - Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova.

Foram moldados os corpos de prova para cada idade de rompimento, sendo para ensaio de compressão axial 2 (dois) corpos de prova para serem rompidos com 7 (sete) dias e 2 (dois) corpos de prova para serem rompidos com 28 (vinte e oito) dias. Para o ensaio de resistência à tração indireta por compressão diametral foram moldados 2 (dois) corpos de prova para serem rompidos com idade de 28 (vinte e oito) dias.

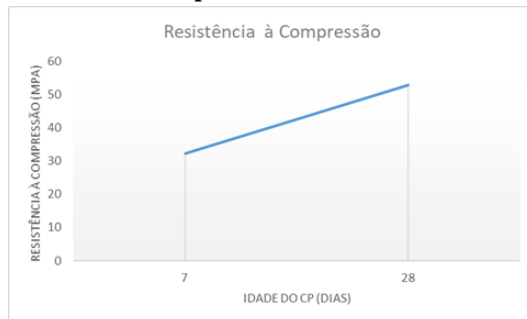
4 RESULTADOS

Todos os ensaios realizados foram feitos com o auxílio da prensa hidráulica da marca QUANTEQ, presente no laboratório de Materiais de Construção do curso de Engenharia Civil da UFT.

4.1 Ensaio de Resistência à compressão

Para este ensaio foram confeccionados 2 (dois) corpos de prova para cada idade de rompimento, sendo que os mesmos foram rompidos com 7 (sete) e 28 (vinte e oito) dias de cura. A partir desse ensaio foram obtidas as seguintes resistências médias para cada idade, apresentadas no Gráfico 1:

Gráfico 1: Resistência à Compressão



Fonte: Autoria própria

Figura 1: Corpos de Prova rompido aos 28 dias



Fonte: Autoria própria

4.2 Ensaio de Resistência à tração indireta por compressão diametral

Para este ensaio foram feitos 2 (dois) corpos de prova para rompimento na idade de 28 (vinte e oito) dias. O ensaio foi realizado seguindo a NBR NBR 7222:2010 Concreto e

argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos.

Para a obtenção da resistência à tração foram necessários fazer os cálculos citados anteriormente a partir da equação 1. Os resultados obtidos estão dispostos a seguir na tabela 7.

Tabela 7: Resistência à tração aos 28 dias

	Corpos de prova	Força aplicada (N)	Resistência à tração (Mpa)
Resistencia à tração	CP 1	151000	4,81
	CP 2	138200	4,40

4.3 Ensaio de módulo de elasticidade

Este ensaio foi realizado na idade de 28 (vinte e oito), para sua realização foram confeccionados 3 (três) corpos de prova. O mesmo foi realizado seguindo os parâmetros indicados na apostila de ensaios de concretos e agregados, a Prensa já fornece os dados de variação de tensão (Mpa), variação de deformação (MPa), o E_c (Módulo de elasticidade em GPa), a força de ruptura (Kgf) e a tensão de ruptura (MPa). Os resultados obtidos estão dispostos a seguir na Tabela 8:

Tabela 8: Módulo de elasticidade

Corpo de Prova	Delta Tensão (Mpa)	Delta Deformação (micro-strain)	E_c (GPa)	Força Ruptura (kgf)	Tensão Ruptura (MPa)
CP 1	15,4	204,3	75,2	12731	15,9
CP 2	15,4	124,6	123,4	12722	15,9
CP 3	15,4	193,6	79,4	12722	15,9
Número CPs	3	3	3	3	3
Média	15,37	174,2	92,68	12730	15,89

Com os apresentados, tem-se que o módulo de elasticidade médio obtido a partir dos 3 corpos de prova foi de 92,68GPa.

5 CONCLUSÃO

Como um dos materiais mais utilizado na construção, o concreto requer um controle de seu desenvolvimento e aplicação, sendo necessário os estudos tecnológicos dos materiais componentes e suas propriedades. O Concreto de Alto Desempenho além de proporcionar maiores vantagens em relação aos concretos convencionais, ainda carece de atenção para assegurar o seu desempenho.

A partir da dosagem do CAD com os materiais da região do Tocantins foram realizados os ensaios de resistência a compressão, a tração e módulo de elasticidade nos corpos de prova, com os resultados sendo 53 Mpa, 4,61 Mpa e 92,68 GPa, respectivamente. Assim por meio dos resultados encontrados nota-se que a resistência característica à compressão (f_{ck}) é superior a 50 Mpa, apresentando potencial para utilização de forma viável, também se observando que quando concreto é rompido na prensa hidráulica, não apresentava mais a característica de ruptura frágil, sendo evidenciado nos testes de tração por compressão diametral.

Conclui-se que o CAD aumenta a durabilidade das estruturas, diminui o peso próprio das estruturas, taxa de armadura e área de fôrmas, percebendo-se que para a produção de 1 MPa de CAD utiliza-se menos cimento que o necessário para produção do mesmo 1 MPa de concreto convencional e que os materiais da região tornam o desenvolvimento desse tipo de concreto mais economicamente executável.

6 REFERÊNCIAS

1. APOSTILA de ensaios de concretos e agregados. Curitiba: Assessoria Técnica Itambé, 2011.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NBR 7222**: Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: Abnt, 2010.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto: Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro: Abnt, 2003.
4. BITTENCOURT, T. N.. **Estudo experimental do fraturamento do concreto estrutural por meio de corpos de prova cilíndricos**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
5. Comité Euro-International du Béton. **CEB-FIP Model Code 1990**. London, Thomas Telford, 1993.
6. CORNELL FRACTURE GROUP. **Franc3D Menu & Dialog Reference**. Cornell University, Ithaca, 1998.
7. FERNANDES, C. A., et al.. Reforço de pilares de elevado do metrô de São Paulo, **41º Congresso Brasileiro do Concreto**. São Paulo, IBRACON, 1999.
8. GJØRV, Odd E.. **Projeto da durabilidade de estruturas de concreto em ambientes de severa agressividade**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 53 p. Tradução de: Leda Maria Marques Dias Beck.
9. MEHTA, P.K; MONTEIRO, P.J.M. **Concreto : estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo : PINI, 1994.
10. SHAH, S.P.; SWARTZ, S.E.; OUYANG, C.. **Fracture mechanics of concrete** -applications of fracture mechanics to concrete, rock and other quasi-brittle materials, New York, John Wiley & Sons, 1995.