

# AVALIAÇÃO DO USO DE AREIA DE QUARTZO E AREIA DE BASALTO NA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE CONCRETO COLORIDO DE ALTA RESISTÊNCIA

EVALUATION OF THE USE OF QUARTZ SAND AND BASALT SAND IN RESISTANCE TO HIGH RESISTANCE COLORED CONCRETE COMPRESSION

Recebido: 01/05/2019  
Aprovado: 26/12/2019

Ewerton Felipe de França Oliveira Andrade<sup>1</sup>  
Plínio Campos<sup>2</sup>  
Hallexsandyne Drihelly Gomes do Nascimento<sup>3</sup>  
Safyra Hadassa Alves Gurgel<sup>4</sup>  
Marcella de Sena Barbosa<sup>5</sup>  
Carlos Mavíael de Carvalho<sup>6</sup>

## RESUMO

O mundo está vivenciando a evolução das tecnologias da construção civil, especialmente do concreto, todo o acervo bibliográfico tem permitido a implementação da prática de novos métodos, ideias e materiais que proporcionam um elevado melhoramento do produto final. Concretos que podem adotar cor própria, sem precisar de tratamentos de pintura posteriormente à execução e que contenham capacidade de resistir a grandes tensões estão sendo cada vez mais estudados e avaliados. Com isso, os concretos coloridos de alta resistência ganham seu espaço no cenário, dentre seus principais componentes estão, cimento Portland, pigmentos orgânicos, inorgânicos e a base de óxidos, aditivos, sílica ativa, água e agregados miúdos de diferentes tipos, como a areia de basalto e areia de quartzo. Este artigo vem por meio de pesquisas bibliográficas e ensaios realizados de acordo com a ABNT NBR 5739:2007 avaliar o uso de areia de basalto e areia de quartzo como agregado miúdo em concretos coloridos de alta resistência. Com os resultados obtidos nestes estudos, conclui-se que a areia de quartzo proporcionou uma resistência à compressão 29,25% maior que o concreto com areia de basalto como agregado miúdo, ambos submetidos a 28 dias de cura úmida.

**Palavras-chave:** Concreto colorido. Alta resistência. Basalto. Quartzo.

1 Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: ewertonffoa@gmail.com

2 Graduado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: pliniocan@gmail.com

3 Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). E-mail: drihellygomes@hotmail.com

4 Graduada em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). E-mail: eng.safuragurgel@gmail.com

5 Graduada em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: marcellasenasab@gmail.com

6 Doutorando em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Docente do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). E-mail: mavíael.mcarvalho@gmail.com

## ABSTRACT

The world is experiencing the evolution of construction technologies, especially concrete, all the bibliographic collection has allowed the implementation of the practice of new methods, ideas and materials that provide a high improvement of the final product. Concretes that can adopt their own color, without needing painting treatments after the execution and that contain the capacity to resist great tensions are being increasingly studied and evaluated. In this way, the high-strength colored concretes gain their space in the scenario, among their main components are Portland cement, organic pigments, inorganic and the base of oxides, additives, active silica, water and kids aggregates of different types, such as sand of basalt and quartz sand. This article is based on bibliographical research and tests carried out according to ABNT NBR 5739: 2007 to evaluate the use of basalt sand and quartz sand as a small aggregate in high strength colored concrete. With the results obtained in these studies, it was concluded that the quartz sand provided a compressive strength 29.25% higher than the concrete with basalt sand as a small aggregate with 28 days of wet curing.

**Keywords:** Concrete colored. High strength. Basalt. Quartz.

## 1. INTRODUÇÃO

Com a evolução das tecnologias e exigências dos mais variados gostos, utilidades e para variadas finalidades, a arquitetura moderna vem desenvolvendo produtos cujo as solicitações estruturais exigem cada vez um melhor desempenho do concreto como material de produção destas. Tornando-se um desafio aos profissionais e pesquisadores do ramo da Engenharia Civil, que procuram solucionar as necessidades que essas estruturais pedem para vencer grandes vãos, por exemplo, e mesmo assim manter a esbeltes sem comprometer a estética dos projetos arquitetônicos.

Além disso, são requeridos concretos que apresentem maior e melhor trabalhabilidade, aguentem altas resistências e apresentem custo-benefício flexível e vantajoso para os construtores. Por isso a importância de se pesquisar o melhoramento do concreto e dos materiais que a ele compõem.

De acordo com várias pesquisas internacionais, as grandes aplicações dos concretos de alta resistência são: pontes que necessitam vencer grandes vãos, obras hidráulicas, obras de armazenamento de rejeitos radioativos, dentre outros. Como pode-se constatar, são obras que necessitam de excelente resistência à compressão, tração, durabilidade e até impermeabilidade (VANDERLEI, 2004).

Todo esse estudo, deve-se ao fato de que a produção dessa mistura denominada concreto, assemelhar-se a características de rochas, com a

propriedade de ser moldável ao desejo do homem. Com esta visão e com o avanço da tecnologia de controle de qualidade do concreto e dos seus agregados, nasceu os ditos concretos de alto desempenho e de altas resistências. Os quais possuem um alto teor de seleção de materiais e controle de suas reações, com agregados e aditivos selecionados e dosados, melhorando a trabalhabilidade, resistência e durabilidade (BIZ, 2001)

Define-se concreto de pós reativos como sendo todo concreto no qual é formado por partículas cujos diâmetros máximos não podem ser maiores que 2 mm, que são constantemente analisados e aplicados em elementos estruturais. É um material que oferece grandes resistências à compressão, flexão e tração quando adicionado fibras em seus agregados. Por ser considerado ainda um material novo, suas propriedades mecânicas e seu comportamento estrutural continua de forma constante a ser estudado e analisado. Segundo Vanderlei (2004), a maior dificuldade é a sua obtenção, pois requer um alto grau de precisão de dosagem, requerendo um alto controle técnico em sua fabricação.

Dessa forma, essa pesquisa sugere uma análise do concreto colorido de alta resistência, buscando na bibliografia conceitos sobre suas propriedades mecânicas de forma a embasar os ensaios realizados para a avaliar a influência da areia de basalto e areia de quartzo como agregados miúdo nas propriedades mecânicas do concreto, mais especificamente, na sua resistência a compressão simples.

Seguindo a metodologia teórica e experimental observada na ABNT NBR 5739:2007. Onde foi possível analisar os corpos de provas contendo areia de quartzo e areia de basalto, ambos colocados a cura úmida com os primeiros resultados obtidos após o rompimento com 14 dias e os últimos resultados obtidos com 28 dias.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral desse artigo é avaliar a influência do uso de areia basalto e areia de quartzo na resistência mecânica à compressão simples de concretos coloridos de alta resistência.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a resistência à compressão simples de concretos coloridos de alta resistência com areia de basalto e areia de quartzo;
- Comparar resultados de compressão nas idades de 14 e 28 dias dos concretos coloridos de alta resistência, de acordo com a NBR 5739:2007;
- Observar a durabilidade e variação de resistência no período proposto.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 O CONCRETO

Segundo a NBR 12655, o concreto é classificado como um material formado pela mistura homogênea dos agregados miúdo, graúdo e água, com ou sem a inclusão de elementos que modificam a pasta, podendo ser aditivos químicos ou adições como o metacaulim e sílica ativa, dentre outros, onde suas propriedades são desenvolvidas pelo endurecimento da pasta de cimento e água (ABNT, 2015).

#### 3.2 O CONCRETO DE PÓS REATIVOS

No Brasil é possível perceber a gradativa substituição dos concretos convencionais de  $f_{ck}$  inferior a 30MPa por concretos de resistência superior. Se tornando cada vez mais comum encontrar em canteiros de obras concreto com resistências superiores aos 30 MPa, graças a esse crescimento tecnológico e a implementação e a aplicação dos controles de qualidades. De forma clara, observa-se que a necessidade de pesquisas é fundamental para a análise do comportamento e características dos elementos que compõem o concreto, principalmente pelos materiais de origem nacional. (QUEIROGA, 1999)

Por sua vez, o CPR se enquadra como um concreto de alto desempenho (CAD) e como um concreto de alta resistência (CAR), embora exista diferença entre CAD e CAR, pois nem todo CAD é CAR e vice-versa.

Muitos confundem o (Concreto de Alto Desempenho) CAD com o (Concreto de Alta Resistência) CAR, mas existe uma diferença onde nem sempre um CAD é um CAR, pois caso atente-se a um concreto autoadensável com relação a/ág de 0,4 e resistência a compressão de 35MPa, percebe-se que ele possui uma alta trabalhabilidade, enquadrando-se como CAD, mas não podemos enquadrá-lo como CAR. Da mesma forma que um CAD pode não ser um CAR, um CAR pode não ser um CAD. Por exemplo, um concreto com resistência a compressão de 80MPa com baixo slump, ou seja, de grande coesão, é de difícil trabalhabilidade prática para obras, podendo acarretar em problemas como "bicheiras". Logo, apesar de ser um CAR, não pode ser classificado como CAD. (TUTIKIAN,ISAIA, HELENE, 2011)

Existe uma serie de definições de CAD na bibliografia, segundo o ACI (1998), define-se CAD como:

Um concreto que atenda uma combinação especial entre desempenho e requisitos de uniformidade que não pode ser atingida rotineiramente com o uso de componente convencionais e práticas normais de mistura, lançamento e cura. (TUTIKIAN;ISAIA;HELENE; 2011, p.21)

No Canadá e na França, pesquisas realizadas desde a década de 90 desenvolveram o que se conhece por concretos de pós reativos (CPR), produto este que foi desenvolvido para ser uma alternativa ao concreto de alto desempenho (CAD) e, por ventura, ao aço. É um material de alta tecnologia, planejado para atender a diversas especificidades e exigências industriais, civis e militares. Concretos normais podem atingir 60 MPa de resistência à compressão, já o CAD pode atingir valores de resistência de até 120 MPa, o CPR por sua vez, devido a sua alta tecnologia, atinge resistência à compressão nas casas exorbitantes de 200MPa e 800MPa (VANDERLEI, 2004)

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

#### 4.1.1 CIMENTO

Para o desenvolvimento desta pesquisa fez-se uso do cimento Portland do tipo CPV – ARI MAX representado na Figura 1, comercializado pela Brennd Cimentos, e que atende os requisitos estabelecidos pela ABNT NBR 16697:2018. A razão para a escolha desse cimento se dá, pois, o mesmo apresenta como característica principal a alta resistência inicial, tal atributo ocorre devido este material possuir módulo de finura maior que o CP II, comumente utilizado em obras.

Figura 1 – Cimento CPV-ARI



#### 4.1.2 AGREGADO MIÚDO

Para o desenvolvido desta pesquisa, buscou-se comparar a influência de dois tipos de agregados miúdos na resistência a compressão de concreto colorido de alta resistência, para isto foi-se utilizado a areia de quartzo, na Figura 2, e a areia de basalto, na figura 3, ambas as areias possuíam classificação granulométrica como sendo media-fina, tendo dimensões máximas de 0,5mm.

Figura 2 – Areia de quartzo



Figura 3 – Areia de basalto



#### 4.1.3 ADITIVO QUÍMICO

Devido à grande quantidade de materiais finos, a mistura cimentícia tende a ficar seca, provocando redução na trabalhabilidade do produto desenvolvido e podendo causar o aumento do fator a/c do concreto. Assim para melhorar a fluidez do material e melhorar as propriedades mecânicas do concreto, foi feito uso de um aditivo hiperplastificante, o Glenium 51, este é um composto formado por uma solução aquosa a base de éter policarboxilato, cuja densidade é de 1,055 Kg/litro.

#### 4.1.4 ÁGUA

Para o desenvolvimento dos concretos propostos, será utilizada água fornecida pela rede de abastecimento dos laboratórios do Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ.

#### 4.1.5 SÍLICA ATIVA

Para atingir altas resistências, o concreto necessita mais que cimento, assim faz-se a necessidade de se utilizar as adições minerais. Neste intuito, busca com o

uso da adição mineral de sílica ativa melhorar o desempenho do concreto e sua resistência a compressão.

Assim, para o desenvolvimento desta pesquisa usou-se sílica ativa fornecida pela Tecnosil, que apresenta, segundo o fabricante, massa específica de 2,22 g/ml e teor de SiO<sub>2</sub> de 85%.

#### 4.1.6 PÓ DE QUARTZO

Para atenuar o número de vazios no concreto, buscou-se utilizar o pó de quartzo com o objetivo de preencher os vazios, pois tal material é comumente utilizado para favorecer o efeito filler.

#### 4.1.7 PIGMENTO

Para permitir que o concreto adquirisse cor, foi utilizado pigmento vermelho a base de óxido de ferro.

### 4.2 TRAÇO UTILIZADO

Para avaliar a influência de dois tipos de agregados miúdos na resistência a compressão do concreto de alta resistência, foi necessário inicialmente estabelecer um traço padrão, demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Traço utilizado

<b>Materiais</b>	<b>Traço unitário</b>
Cimento	1
Agregado Miúdo	0,34
Sílica ativa	0,18
Pó de Quartzo	0,27
Pigmento	0,02
Água	0,25
Glenium 51	0,02

### 4.3 MÉTODOS

#### 4.3.1 MISTURA DOS MATERIAIS

Os materiais utilizados no traço do concreto, foram devidamente pesados em balanças digitais, posteriormente foi pré-misturado em um saco plástico, para então ser misturado em uma argamassadeira. Sendo esta mistura, umidificada por uma

composição de água e aditivo químico, este processo ocorreu até que o concreto se encontrasse em seu estado plástico e apresentasse boa trabalhabilidade para ser moldado.

#### 4.3.2 MOLDAGEM DOS CORPOS DE PROVA

O concreto foi moldado em corpos de provas cilíndricos, com diâmetro de 5 cm e altura igual a 10 cm. O material foi posto nesses recipientes e vibrado sobre uma mesa vibratória, para que houvesse um melhor adensamento do concreto diminuindo a quantidade de vazios.

#### 4.3.3 CURA

O processo de cura realizada para o concreto foi a cura úmida onde os corpos de prova foram postos em um recipiente com água, em seguida foram mantidas, em uma câmara úmida, a uma temperatura de 25 °C até atingir as idades de rompimento.

#### 4.3.4 ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Para a determinação da resistência a compressão axial do material desenvolvido, foram moldados corpos de provas cilíndricos com dimensões de 5 cm de diâmetro por 10 cm de altura, como especificado na ABNT NBR 7215:1996. A determinação dos resultados ocorreu pelo rompimento de três corpos de provas para cada idade de 14 e 28 dias. Assim totalizando 12 corpos de provas, sendo 6 com areia de quartzo e 6 com areia de basalto.

### 5. RESULTADOS

Os ensaios de resistência à compressão foram realizados através de uma prensa hidráulica manual SOLOTEST com capacidade de 100 Tf na compressão diametral com corpos de prova com medidas de 5x10 cm. Os ensaios seguiram a ABNT NBR 5739:2007, sendo realizados 6 corpos de prova com areia de basalto e 6 corpos de prova com areia de quartzo, onde foram rompidos com 14 e 28 dias, respectivamente.

Abaixo, no quadro 2 e 3 estão os resultados obtidos para areia de basalto e areia de quartzo:

Quadro 2 – Resistência à compressão com Areia de Basalto

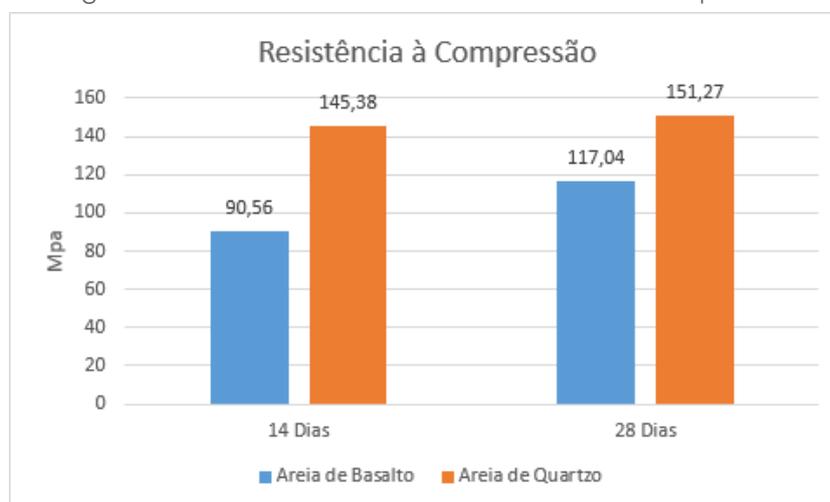
Areia de Basalto		
Número Corpo de Prova	Tensão (MPa)	
	14 Dias	28 Dias
1	83,42	122,12
2	96,53	112,27
3	91,73	116,73
Média	90,56	117,04

Quadro 3 – Resistência à compressão com Areia de Quartzo

Areia de Quartzo		
Número Corpo de Prova	Tensão (MPa)	
	14 Dias	28 Dias
1	144,55	149,48
2	148,35	148,30
3	143,24	156,03
Média	145,38	151,27

Após realizados os rompimentos, obtiveram-se os resultados médios da resistência mecânica à compressão para cada corpo de prova. Os resultados obtidos estão abaixo, na figura 4.

Figura 4 – Resultados do Ensaio de Resistência à Compressão



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os dados obtidos nos ensaios, foi possível observar a variação da resistência a compressão simples nos corpos de provas utilizando-se os dois tipos de areias propostos na pesquisa, basalto e quartzo. Destacando-se a elevação da resistência apresentada nos corpos de provas cuja a idade de cura foram prolongados, para ambos os casos.

O concreto com adição de areia de basalto obteve um crescimento de resistência de 29,24% do 14<sup>a</sup> dia ao 28<sup>o</sup> dia de cura. Já o crescimento de resistência do concreto com areia de quartzo foi menor, com valor de 4,05%. A partir disso é possível observar que a resistência máxima do concreto com areia de quartzo foi atingida quase que totalmente com apenas 14 dias de cura úmida, mantendo uma melhor uniformidade em seus resultados.

Dessa forma, pode-se concluir que após a análise dos resultados, o concreto com areia de quartzo apresentou resultados mais satisfatórios quando comparado com o concreto de areia de basalto. Isso se deve ao fato dele ter apresentado ser 60,53% mais resistente com apenas 14 dias de cura e 29,25% com 28 dias de cura, além disso apresentou resultados com pouca variação mesmo aumentando-se o tempo de cura.

Assim, é possível afirmar que haverá um melhor desempenho do concreto colorido de alta resistência quando adicionada areia de quartzo como agregado miúdo da mistura quando comparada com o desempenho que teria esse mesmo concreto com areia de basalto como agregado miúdo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5739: Concreto - Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos**. Rio de Janeiro, 9 p. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16697: Cimento Portland - Requisitos**. Rio de Janeiro, 12 p. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215: Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão**. Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5733: Cimento Portland com alta resistência inicial**. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12655 concreto de cimento portland — preparo, controle, recebimento e aceitação — procedimento**. Rio de Janeiro, 2015.

BIZ, C. E. **Concreto de pós reativos**. 2001. 118p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

FONSECA, G. C. **Adições minerais e as disposições normativas relativas à produção de concreto no Brasil: uma abordagem epistêmica**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto – Microestrutura, Propriedades e Materiais. 2ª Edição. São Paulo, 2014.**

QUEIROGA, M. V. M. **Análise experimental de pilares de concreto de alto desempenho submetidos à compressão simples.** 1999. 180 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

TUTIKIAN, B.F; ISAIA, G. C.; HELENE, P. Concreto de Alto e Ultra-Alto Desempenho. In: TUTIKIAN, B.F; ISAIA, G. C.; HELENE, P. **Concreto: Ciência e Tecnologia.** Ibracon, cap. 36, p. 1-44. 2011

VANDERLEI, R. D. **Análise experimental do concreto de pós reativos:** dosagem e propriedades mecânicas. 2004. 196 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - USP, São Carlos, 2004.