

Desenvolvimento de concreto colorido de alta resistência por meio do uso de pigmentos, cura térmica e pó de quartzo

Formulating a high-resistance color concrete by the use of pigment, thermal curing and quartz powder

Anna Jacqueline Santos Silva, jack_santos_22@hotmail.com.br

Driely Alexa Silva Alves

Inara Marcelly Araujo Amorim

Vito Assis Alencar dos Santos

Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB, São Luís, MA

Submetido em 31/07/2015

Revisado em 04/09/2015

Aprovado em 23/11/2015

Resumo: Este artigo busca desenvolver um concreto colorido, utilizando pigmentos, pó de quartzo e cura térmica, de alta resistência à compressão. O concreto será avaliado por teste de abatimento e por compressão uniaxial. A partir dos testes notou-se que o concreto com pigmento vermelho apresentou melhores resultados do que com o pigmento azul. A redução do teor A/C do concreto e a cura dos corpos de prova a 50°C resultaram em 74 Mpa de resistência e os testes com uso de pó de quartzo obtiveram 131 Mpa.

Palavras-chave: Concreto colorido. Alta resistência. Pó de Quartzo.

Abstract: This paper seeks to develop a colored concrete, making use of pigments, addition of powder quartz and thermal curing in order to reach high-resistance. The concrete will be evaluated by slump test results and uniaxial compression test. Preliminary tests showed better result with red pigment then those with blue pigment. The reduction of the water-cement ratio and curing of the concrete at 50 ° C led to a compressive strength of 74 MPa and to 131 MPa on the concrete with quartz powder addition.

Keywords: Colored concrete, High-Resistance, Quartz Powder.

Introdução

Ainda que de forma lenta a construção civil passa sistematicamente por inovações tecnológicas em seus produtos e processos a fim de responder às exigências de mercado. O concreto, material da construção mais utilizado pelo homem, tem características versáteis que permitem sua ampla utilização em construções dos mais variados tipos, com o passar do tempo o surgimento de novas necessidades do mercado levam a maiores exigências dessa importante opção para estruturas. O concreto cromático entra neste contexto fornecendo novas ideias de criação e valorizando a estrutura de concreto (PASSUELO, 2004).

O uso do concreto colorido de alta resistência busca satisfazer não só necessidades arquitetônicas de utilização do concreto como elemento estético mais também a garantia de propriedades mecânicas excelentes. A produção de concretos cromáticos é obtida através da associação do cimento Portland Cinza ou Branco ao uso adições minerais e/ou pigmentos. A principal vantagem da utilização do cimento branco em relação ao cinza está principalmente ligada à estética já que sua combinação com pigmentos permite maior fidelidade à cor, o que não interfere muito menos inviabiliza a pigmentação dos concretos com utilização de cimento cinza.

O presente trabalho busca desenvolver um concreto colorido (por meio de pigmentos a base de óxido de ferro) que alcance elevada resistência à compressão adicionando pó de quartzo ao traço.

Materiais e Métodos

As matérias primas utilizadas neste trabalho foram obtidas, em sua grande maioria, junto aos fornecedores locais na região de São Luís. Como agregados, foram utilizadas britas de graduação 0 e 1, e areia natural de rio. O agregado graúdo possui dimensão máxima de 25mm e corresponde a 50% da massa do concreto.

O cimento Portland CP IV utilizado nos ensaios é composto por uma mistura homogênea de clínquer Portland e pozolana fina. O pó de quartzo foi utilizado como adição mineral, pois contribui significativamente para o aumento

da resistência dos concretos. Contudo, a soma dos teores das adições utilizadas deve substituir, no máximo, 15% do teor de cimento do traço.

O emprego de pigmentos está relacionado diretamente com a resistência mecânica desejada, uma vez que a utilização de pigmentos reduz a quantidade de materiais importantes para o aumento da resistência. Portanto, utilizou-se pigmento para concreto comercialmente disponível, a base de óxido de ferro, no valor máximo de 10% em função da massa do cimento.

O uso de aditivo superplastificante garantiu a adequação da fluidez do concreto, contribuindo para a redução do teor de água e, conseqüentemente, diminuição de vazios e maiores valores de resistência mecânica. O fabricante sugere que sejam usados teores de aditivo entre 0,5 e 1,2% em função da massa do cimento.

Foram moldados corpos de prova cilíndricos de 10x20cm, com adensamento da mistura realizado por intermédio de mesa vibratória durante aproximadamente 60 segundos. Após a moldagem, os moldes foram cobertos com filme de PVC transparente e mantidos a temperatura ambiente por 24 horas, ao término das quais procedeu-se com o desmolde, identificação e etapa de cura. Foram testadas duas formas de cura: a) em tanque de água, e b) em estufa sob elevado teor de umidade relativa. Neste segundo tipo, o corpo de prova é fechado em um saco plástico resistente, com considerável quantidade de papel-toalha úmido, e levado à estufa a 50°C.

Para determinação da resistência à compressão foram seguidas as orientações da Norma Brasileira NBR: ABNT 5738/08. Bem como os procedimentos de laboratoriais realizados de acordo com as prescrições das Normas Técnicas Brasileiras, sempre que pertinentes.

Resultados e discussões

Inicialmente, foram testadas três composições com um traço padrão 1 : 2 : 1,5 : 1,5 (cimento:areia:brita0:brita1), duas dessas composições com pigmento colorido comercial a base de óxido de ferro (um deles na cor azul e outro na cor vermelho), e uma terceira composição sem pigmento como referência. Em função da massa do cimento, foi utilizado 0,6% de aditivo superplastificante e 5% de pigmento, e teor a/c 0,42. Foi subtraída da areia a

massa de pigmento adicionada. Os resultados do teste de abatimento e do ensaio de compressão a idades distintas são apresentados na Tabela 1. A Figura 1 apresenta a foto de um ensaio de compressão de um corpo de prova do traço contendo pigmento azul.

A adição do pigmento resultou em leve redução nos valores de abatimento do concreto, provavelmente pelo fato de que a areia substituída possui maior tamanho de grão. Assim, a menor área superficial da areia disponibilizava maior teor de água para a fluidez do material.

Tabela 1 – Comparação entre duas composições com pigmentos de cores diferentes e uma composição de referência, quanto a resistência a compressão para 7, 14 e 28 dias de cura, e valor do slump.

		Resistência a Compressão (MPa)		
	Slump (cm)	7 dias	14 dias	28 dias
Azul	11	33,1	38,0	41,2
Vermelho	8	37,1	40,7	43,8
Referência	12	39,0	42,1	44,5

Fonte: dados obtidos pelos autores.

Figura 1 – Ensaio de compressão de traço contendo pigmento azul



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Quanto a resistência a compressão, o concreto com pigmento azul apresentou os menores valores. O concreto vermelho apresentou resultados próximos ao concreto de referência. Uma possível explicação para essa diferença entre estas duas composições seria a composição química do pigmento. O fabricante informa que ambos são “à base de óxido de ferro”. Entretanto, na Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) do pigmento vermelho é dada ênfase ao óxido de ferro, já para o pigmento azul, faz-se referência ao hidróxido de ferro (SHERWIN-WILLIAMS DO BRASIL, 2011). Optou-se por usar apenas o pigmento vermelho nos testes seguintes.

No segundo teste (concreto vermelho de 2ª geração), fez-se uso do traço 1 : 2 : 1 : 3,8 (cimento:areia:brita0:brita1). Em função da massa do cimento, foi utilizado 1% de aditivo superplastificante e 5% de pigmento, e teor a/c 0,31. Optou-se por este traço com maiores teores de brita 1 e aditivo superplastificante visando a redução no teor de água.

Como resultado, o abatimento apresentado foi de 26 cm, valor extremamente elevado. Apesar disso, o resultado do ensaio de compressão aos 14 dias foi de 53,9 MPa, muito superior aos 40,7 Mpa alcançado pelo concreto vermelho de 1ª geração.

Figura 2 – Concreto fresco vermelho de 2ª geração com elevado valor de fluidez



Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Já o concreto vermelho de 3ª geração teve o traço de 1 : 0,75 : 0,5 : 2,1 (cimento:areia:brita0:brita1). Em função da massa do cimento, foi utilizado 0,7% de aditivo superplastificante e 8% de pigmento, e teor a/c 0,25. Novamente, o objetivo foi reduzir o teor de água, entretanto, usando valor intermediário de aditivo. Para este traço, foram usadas duas formas de cura: corpo de prova imerso em água a temperatura ambiente e corpo de prova em estufa a 50°C, com elevado teor de umidade (Figura 3).

Figura 3 – Concreto vermelho de 3ª Geração: a) após a desmoldagem, apresentando coloração vermelha mais intensa, b) corpos de prova sendo curados em estufa a 50°C com elevado teor de umidade.

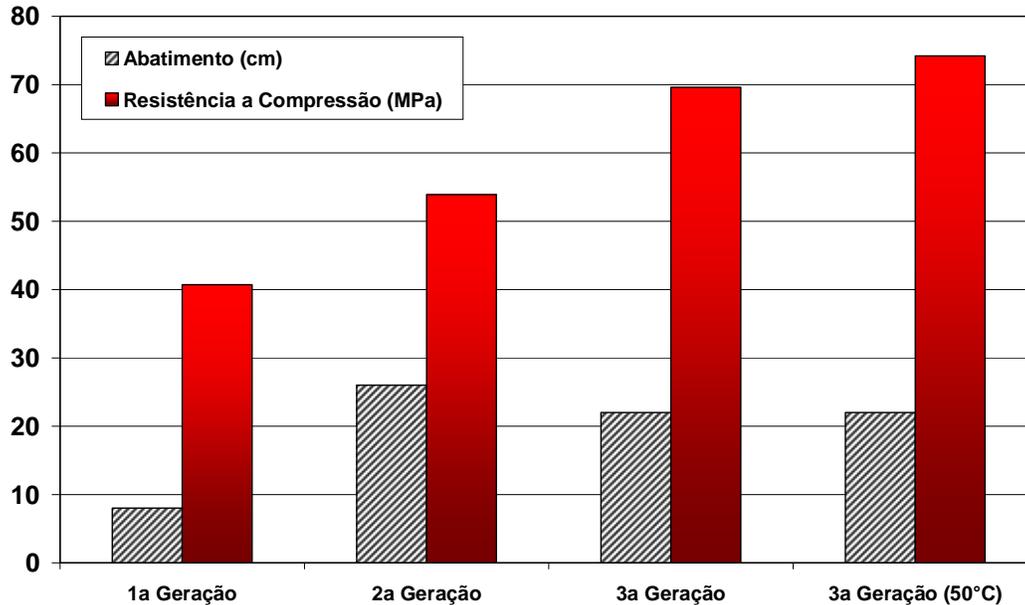


Fonte: Acervo pessoal dos autores.

Apesar de 22 cm como resultado no “slump test”, o concreto endurecido, após 14 dias de cura, apresentou novo incremento na resistência a compressão, alcançando 69,6 MPa, para a cura em água a temperatura ambiente. Já o corpo de prova curado a 50°C apresentou 74,2 MPa no ensaio de compressão. Estudos (CECCONELLO, 2012; SANTOS, 2011) mostram que o processo de hidratação das fases mais importantes do cimento portland está diretamente relacionado à quantidade de calor gerada, o que pode explicar o incremento na

resistência do concreto curado em estufa. A Figura 4 apresenta um comparativo da resistência a compressão dos distintos traços testados.

Figura 4- Evolução da resistência a compressão, após 14 dias de cura, dos distintos traços testados, bem como os valores de abatimento do concreto fresco.



Fonte: Dados obtidos pelos autores.

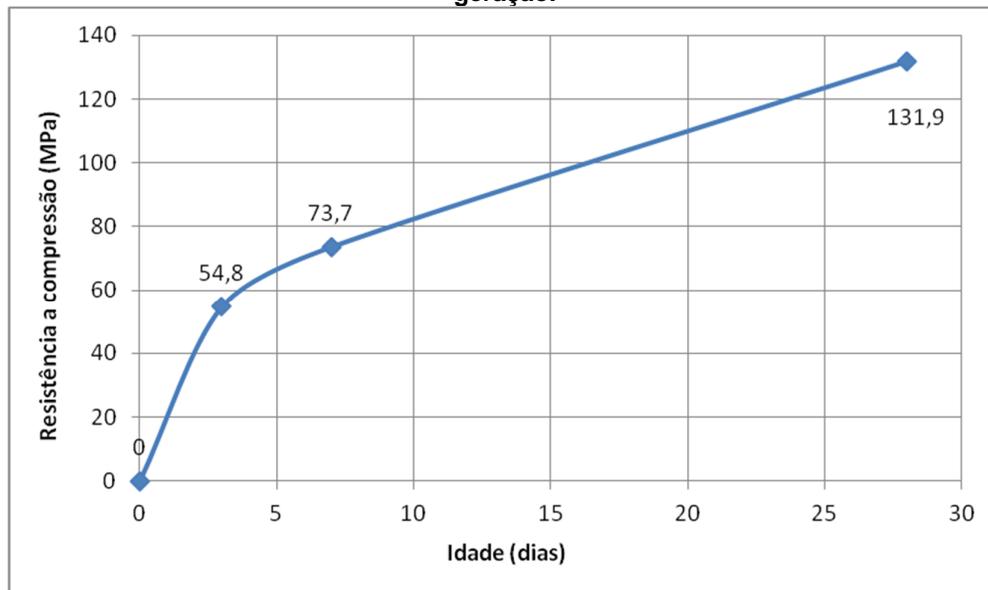
Os valores elevados de abatimento surgem como uma oportunidade, possibilitando a adição de finos, visando a densificação da microestrutura. Dessa forma, em busca da obtenção de uma elevada resistência a compressão um quarto traço foi testado, correspondente a quarta geração de concreto colorido. Foram moldados 3 (três) corpos de prova com os mesmos valores de traço e aditivo do concreto da 3ª geração, exceto pelas seguintes diferenças: teor A/C igual a 0,3, 5% de pigmento e uso de 10% de pó de quartzo (não por substituição, e sim por adição simples), em função do peso de cimento.

Os corpos de prova foram submetidos a cura úmida em um tanque de água. Os resultados dos ensaios de resistência a compressão obtidos aos 3, 7 e 28 dias, respectivamente, foram de 54,8 Mpa, 73,7 Mpa e 131,9 MPa, conforme apresentado na Figura 5. O abatimento obtido foi de 25 cm.

Houve um ganho considerável de resistência a compressão aos 28 dias de idade no concreto de quarta geração, isso se deve principalmente a utilização do pó de quartzo como adição. O uso desta adição mineral resultou em provável

incremento na densidade da argamassa e redução da porosidade na zona de transição argamassa-agregado.

Figura 5- Evolução da resistência a compressão com o tempo de curado concreto de 4ª geração.



Fonte: dados obtidos pelos autores.

Conclusão

A adição de pigmento colorido ao concreto tende a reduzir as propriedades mecânicas, uma vez que está substituindo outros materiais mais apropriados para ganho de resistência. Dentre os dois tipos de pigmentos testados, o vermelho apresentou melhores resultados que o pigmento azul. Possivelmente, há diferenças na composição química destes.

Além de apresentar um traço diferente, o concreto vermelho de 2ª geração alcançou resultados melhores de resistência a compressão devido, entre outras coisas, ao menor teor de água utilizado.

Para o concreto vermelho de 3ª geração, alcançou-se incremento na resistência a compressão por meio de alterações no traço e nova redução no teor de água. Adicionalmente, maior porcentagem de pigmento vermelho foi utilizado, resultado em um material com coloração mais intensa.

O concreto de 4ª geração foi o que obteve maior ganho de resistência, pois além do pigmento vermelho foi adicionado pó de quartzo, incrementando

nas propriedades mecânicas por meio de preenchimento de vazios, redução de zonas de transição interfacial e formação de microestrutura mais refinada.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5738**: Concreto-procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro, 2008.
CECCONELLO, V.; TUTIKIAN, B. **A influência das baixas temperaturas na evolução das resistências do concreto**. 2012. REV. IBRACON DE ESTRUTURAS E MATERIAIS, vol5, no 1. Pag 68-83, Fev. ISSN 1983-4195. São Paulo.

PASSUELO, Alexandra. **Análise de parâmetros influentes na cromaticidade e comportamento mecânico de concretos a base de cimento branco**. 2004. Dissertação(Pós Graduação em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.

SANTOS, L. F.; BARBOSA, M. P.. **Avaliação do desempenho das propriedades mecânicas de concretos self compacting elaborados com diferentes tipos de cimentos submetidos à cura térmica**. 2011. REV. IBRACON DE ESTRUTURAS EMATERIAIS, vol4, no 3. Pag 361-385, Ago. ISSN 1983-4195. São Paulo.

SHERWIN-WILLIAMS DO BRASIL. **FISPQ - Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico**. In: PRODUTOS. São Paulo. 2011. Disponível em:<<http://www.sherwin-williams.com.br/>>. Acesso em: 30/03/2015.