

AValiação da Resistência à Compressão de Concreto com Substituição de Metacaulim

DIONÍSIO SIQUEIRA DA SILVA¹; DIONE LUIZA DA SILVA^{2*}; ADEGILSON JOSÉ BENTO³; JULIANA MARIA MCCARTNEY DA FONSECA

¹Eng. Civil, UPE, Recife-PE, dionisiopoli@gmail.com;

²MSc. em Engenharia Civil, UPE, Recife-PE, dione_luiza@hotmail.com;

³Graduando em Engenharia Civil, UPE, Recife-PE, adegilsonjose19@gmail.com;

⁴Eng. Civil, UPE, Recife-PE, mccartney.juliana@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: A substituição parcial do cimento presente no concreto por materiais pozolânicos como sílica ativa, cinza da casca do arroz e o metacaulim, tem se comprovado como excelente alternativa econômica e sustentável, por proporcionar redução no consumo de cimento, que tem no seu processo de fabricação grande liberação de CO₂. Estes materiais pozolânicos proporcionam ganho de resistência à compressão, diminuição da permeabilidade, difusibilidade iônica e porosidade capilar, e aumento da estabilidade e a durabilidade do concreto. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo verificar a influência da adição do metacaulim em teores de 5%, 10% e 15% em substituição do cimento Portland. Foi verificada a resistência a compressão do concreto fabricado com metacaulim, através do comparativo com uma série de referência. Foram moldados 4 séries de corpos de provas com dimensões de 100 mm x 200 mm. Cada série continha 3 corpos de prova que foram submetidas ao ensaio de resistência a compressão, conforme NBR 5739 (ABNT, 2007), aos 7 e 28 dias de cura do concreto. Diante dos resultados de ruptura a compressão axial, foi constatado um melhor resultado aos 28 dias com substituição de 5% de metacaulim, proporcionado pelo melhor desempenho da atividade pozolânica com esse teor.

PALAVRAS-CHAVE: Concreto. Metacaulim. Sustentabilidade.

EVALUATION OF THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE WITH REPLACEMENT OF METACAULIM

ABSTRACT: The partial substitution of the cement present in concrete by pozzolanic materials such as active silica, rice husk ash and metakaolin has proven to be an excellent economical and sustainable alternative, since it provides a reduction in the consumption of cement, which has in its large manufacturing process release of CO₂. These pozzolanic materials provide gain of compressive strength, decrease in permeability, ionic diffusibility and capillary porosity, and increase in the stability and durability of the concrete. Thus, the present work has the objective of verifying the influence of the addition of metakaolin in contents of 5%, 10% and 15% in substitution of Portland cement. The compressive strength of the concrete made with metakaolin was checked by comparison with a reference series. Four series of test bodies with dimensions of 100 mm x 200 mm were molded. Each series contained 3 specimens that were submitted to the compressive strength test, according to NBR 5739 (ABNT, 2007), at 7 and 28 days of concrete curing. In view of the results of axial compression rupture, a better result was recorded at 28 days with 5% substitution of metakaolin, provided by the better performance of the pozzolanic activity with this content.

KEYWORDS: Concrete. Metakaolin. Sustainability.

INTRODUÇÃO

Segundo Beltrão *et al.* (2010), a indústria e a ação antrópica têm provocado grandes impactos ao meio ambiente, tornando-se de certa forma uma grande preocupação para a sociedade, nos últimos anos impactos negativos foram observados em relação ao clima e desastres ecológicos. O processo de

fabricação do cimento Portland tem significante relevância, sendo considerado como um dos principais responsáveis em colaborar para esta degradação visto a quantidade de CO₂ liberado na atmosfera, principal responsável por atacar a camada de ozônio que reveste a terra e nos protege dos raios solares, agravando o efeito estufa.

O material artificial mais utilizado na construção civil é o concreto, sendo resultado da mistura dos agregados (naturais ou britados) com cimento e água. Em função de necessidades específicas, são acrescentados aditivos químicos (retardadores ou aceleradores de pega, plastificantes e superplastificantes, etc.) e adições minerais (escórias de alto-forno, pozolanas, fillers calcários, microsilica, etc.) que melhoram as características do concreto fresco ou endurecido (ARAÚJO, 2014; COUTO *et al.*, 2013).

O crescente consumo de concreto nas mais diversas aplicações, requer conseqüentemente um maior consumo de cimento. Este insumo libera grande quantidade de CO₂ na sua produção devido à queima de sua matéria prima, provocando poluição do ar. Dessa forma tem se buscado alternativas para substituição parcial do cimento. A sílica ativa, cinza de casca de arroz e o metacaulim são alguns dos materiais utilizados como substituição do cimento na composição do concreto.

Na forma que são encontrados na natureza os materiais pozolânicos não reagem com a água. É necessário para tanto, passar por um processo de calcinação, entre 700 °C e 800 °C, onde são finamente divididos, dessa forma reagem com hidróxido de cálcio em presença de água e temperatura ambiente, dando origem a uma nova composição com propriedades aglomerantes. Assim sendo, os materiais pozolânicos são utilizados conjuntamente com o clínquer, pois o hidróxido de cálcio é um produto normalmente resultante da hidratação deste. A adição deste tipo de material modifica a microestrutura do concreto, diminuindo a permeabilidade, a difusibilidade iônica e a porosidade capilar, aumentando a estabilidade e a durabilidade do concreto (ABCP, 2002).

O metacaulim tem origem da argila caulinitica, conhecida por caulinita ou comumente por caulim e é da classe de materiais pozolânicos (NASCIMENTO, 2009). No seu processo de produção durante a calcinação é gerado vapor de água e uma areia quartzosa, usada como agregado miúdo (SILVA, 2009). Esse composto mineral é encontrado na natureza na forma de silicato de alumínio hidratada, com a fórmula $AL_2SI_2O_5(OH)_4$, mas ao sofrer um processo de calcinação a uma temperatura ideal, transforma-se em silicato de alumínio no estado amorfo, de alta reatividade com os compostos do cimento Portland, principalmente o hidróxido de cálcio $Ca(OH)_2$.

Pesquisas realizadas sobre substituição parcial do cimento, presente no concreto, por metacaulim, mostram uma avaliação das propriedades do concreto com teores de substituição variando entre 5% e 15%, e comprovam uma melhora destas propriedades. Segundo Dourado *et al.* (2011), a substituição de 8% metacaulim em relação ao cimento do concreto aos 28 dias de cura, apresenta um melhor desempenho da resistência a compressão axial do concreto, haja vista possivelmente que com 10% de substituição as reações pozolânicas não são relevantes em relação ao teor de cimento. Tendo assim uma certa redução em relação a proporção de 8%, mas mesmo assim ainda maior que o concreto sem adição. Esse benefício na resistência à compressão pode ser constatado aos 90 dias de cura do concreto, com um aumento de 62% em relação aos 28 dias para substituição de 8% de metacaulim. Bem como um aumento na resistência de todas as séries se comparadas a cura com 28 e 90 dias, mas mesmos assim o teor de 8% sendo o melhor resultado.

O presente trabalho tem por objetivo verificar a influência da adição do metacaulim em substituição do cimento Portland por teores de 5%, 10% e 15% desse material.

MATEDOLOGIA

Esta pesquisa foi realizada no laboratório de materiais de construção da Escola Politécnica de Pernambuco. A princípio foi executada a verificação granulométrica, baseado na NBR NM 248 (ABNT, 2003), do agregado graúdo e do agregado miúdo, obtendo como resultados o diâmetro máximo de 19 mm da brita e 2,36 mm da areia. Também foi verificado o teor de umidade do agregado miúdo, com valor de 4,5 % de umidade.

No experimento foi realizada a moldagem de 24 corpos de prova cilíndricos de concreto com dimensões 10 x 20 cm, de acordo com a NBR 5738 (ABNT, 2016), que foram redistribuídos em quatro séries, ficando assim cada série com 3 corpos de prova para os primeiros 7 dias de cura e os outros 3 para os 28 dias. O material utilizado foi o cimento CP II Z 32, devido a existência de pozolana na sua composição e sua utilização em outros trabalhos nessa área de pesquisa, a brita 19, por ser utilizada com

grande frequência nas obras, a areia fina e água. O método de dosagem empregado foi o de dosagem racional, o traço adotado para série de referência foi 1,00: 0,0: 1,55: 2,55: 0,51 [cimento: metacaulim: areia: brita: a/c] e os demais podem ser observados na Tabela 1. As Quatro séries de corpos de provas foram moldadas com as seguintes particularidades, uma sem adição de metacaulim e as demais com adição de metacaulim variando em teores de 5%, 10% e 15% de substituição ao cimento. Após 24 horas, foi realizado a desmoldagem dos corpos de prova e iniciado o processo de cura, ficando submersos em água até o período de ruptura. Os corpos de provas foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão na prensa hidráulica manual 100T digital (CONTENCO), baseado na NBR 5739 (ABNT, 2007), aos 7 e 28 dias de cura.

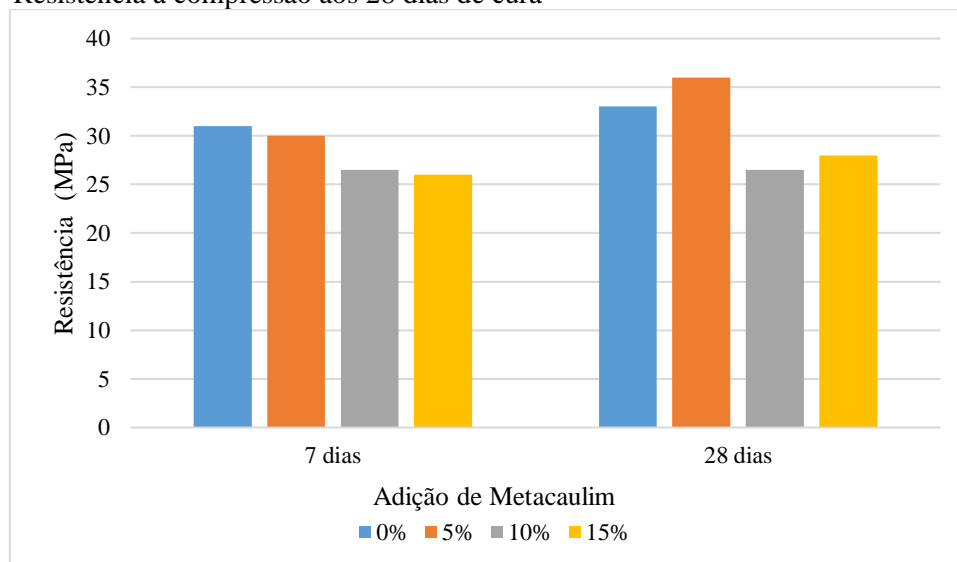
Tabela 1 - Nomenclatura das famílias de amostras analisadas e proporcionalmente médio em massa da mistura

Nomenclatura	TUV (cimento: metacaulim: areia: brita: a/c)
Série 1 (referência - 0% de metacaulim)	1,00 : 0,00 : 1,55 : 2,55 : 0,51
Série 2 (5% de metacaulim)	0,95 : 0,05 : 1,55 : 2,55 : 0,51
Série 3 (10% de metacaulim)	0,90 : 0,10 : 1,55 : 2,55 : 0,51
Série 4 (15% de metacaulim)	0,85 : 0,15 : 1,55 : 2,55 : 0,51

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme análise dos ensaios, no que tange a compressão axial, constatou-se um aumento de resistência em todas as idades. Pode-se citar também que o melhor ganho de resistência foi comprovado na a adição de 5% de metacaulim, comparando as 4 classes de séries estudadas, este resultado está exposto na Figura 4. A redução da resistência em relação a série 2 observada aos 28 dias de idade nas Séries 3 e 4 pode ser explicada pela baixa atividade pozolânica do metacaulim quando utilizados nos teores adicionados. Porém, observa-se um ganho de resistência na série 2, com 5% de adição. Vale também destacar que nas primeiras idades não houve um ganho de resistência das séries com metacaulim, possivelmente a atividade pozolânica deste material pode ser baixa nas primeiras idades.

Figura 4 – Resistência à compressão aos 28 dias de cura



O maior valor obtido na resistência do corpo de prova da série 2 teve um aumento de 14 % em relação à série 1 (referência). Sendo essa adição de 5% de metacaulim a que obteve melhor resultado na ruptura aos 28 dias. Teor próximo do encontrado na pesquisa de (DOURADO *et al.*, 2011). Já os valores obtidos nas séries 3 e 4 ocorreu uma redução de 23% e 20% respectivamente se comparados com a série 2. Essa redução também se constatou em relação à série de referência demonstrando algo diferente do que foi verificado no estudo de (DOURADO *et al.*, 2011)

É de notório conhecimento a melhora das características físicas e químicas do concreto com a utilização desse mineral, devido a redução da porosidade da pasta e conseqüentemente sua durabilidade, por dificultar a percolação da água, principal agente transportador de ácidos agressivos e sulfatos. Com a redução dos vazios, mais compacto estará o concreto, ou seja, mais ligações intermoleculares existirão proporcionando assim uma maior resistência mecânica a compressão.

No que tange o impacto sócio-econômico é previsto um impacto positivo devido a economia de insumos com uma maior qualidade do produto final. Já o ambiental é visto com bons olhos por proporcionar uma maior redução de CO₂ na produção do cimento. Não obstante desse processo, está o fato de ser um produto que proporciona grandes benefícios para as técnicas construtivas.

CONCLUSÃO

Comprovado os benefícios obtidos na substituição de metacaulim ao concreto, sua utilização proporciona um grande ganho para questão econômica e ambiental, citados no presente trabalho. Conseguindo dessa maneira atingir os objetivos da pesquisa. O maior ganho de resistência no concreto foi com adição de 5% de metacaulim, melhor percentual dentre os estudados.

Como grande importância os benefícios proporcionados na questão do meio ambiente e da construção sustentável, tendência do mercado da construção civil. São necessárias mais pesquisas voltadas para o desenvolvimento sustentável na construção civil, que possa dessa forma proporcionando cada vez mais o equilíbrio entre o econômico, social e ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- _____. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2016.
- _____. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.
- ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Guia básico de utilização do cimento Portland. 7ª ed. São Paulo, 2002.
- ARAÚJO, J.M. Curso de concreto armado. 4ª Ed. Rio Grande: Dunas, 2014. Vol. 1.
- BELTRÃO, F. C.; ZENAIDE, J. C. A Influência do Metacaulim nas Propriedades do Concreto. Trabalho de conclusão de curso de graduação em Engenharia Civil. UNAMA – Universidade da Amazônia. Belém, 2010.
- CARNEIRO, A. M. P. Notas de Aula da Disciplina: Tecnologia das Argamassas – Mestrado de estruturas. UFPE - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2005.
- CÔRTEZ, R. G. FRANÇA, S.L.B. QUELHAS, O.L.G. MOREIRA, M.M. MEIRINO, M. J. Contribuições para a sustentabilidade na construção civil. Revista Eletrônica Sistema & Gestão, v. 6, p. 384-397, 2011.
- COUTO, J. A. S., CARMINATTI, R. L., NUNES, R. R. A., MOURA, R. C. A. O Concreto Como Material de Construção. Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas, Sergipe v. 1, n.17, p. 49-58, 2013.
- DOURADO, K. C. A, MOTA J. M. F, BARBOSA F. R, SILVA A. C. Influência da pozolana em concretos moldados em Caruaru – Pernambuco - Brasil. CONPAT. vol 1. Guatemala, 2011.
- MOTA, J.M.F.; COSTA e SILVA, A.J.; BARBOSA, F.B.; ANDRADE, T.W.C.O. DOURADO, K.C.A. Avaliação da contaminação por íons cloreto em amostras de concreto submetidas a condições agressivas. VI Congresso Internacional sobre Patologia e Reabilitação de Estruturas. Anais. Córdoba, Argentina, 2010.
- NASCIMENTO, Estudo da aditivção do Metacaulim de alta reatividade, produzindo por meio de método de calcinação flash em cimento Portland. 88 f. Dissertação (Mestrado na área de engenharia e ciência dos materiais). UFPR - Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.
- SILVA JR., Z. R. da., Concreto de alto desempenho em estaca tipo raiz. Revista do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia. v. 11 n. 23. UNAMA – Universidade da Amazônia, Belém, 2009.