

ANÁLISE DO CONCRETO CONVENCIONAL COM ADIÇÃO DE RESÍDUO DE CERÂMICA POLIDA PROVENIENTE DE DEMOLIÇÃO

HÉRIK CUNHA SOBRINHO^{1*}, MIKHAEL FRANCISCO SOUSA BENTO²
NATÁLIA ARAÚJO DA SILVA³; KELVYA MARIA DE VASCONCELOS MOREIRA⁴

¹Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, herik_kireh@hotmail.com;

²Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE, mikhael_15@hotmail.com;

³Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral-CE,
natyaraújo0712@gmail.com;

⁴Professora, doutoranda em engenharia e ciência dos materiais, Universidade Estadual Vale do Acaraú,
Sobral-CE, kelvyamoreira@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2017
8 a 11 de agosto de 2017 – Belém-PA, Brasil

RESUMO: A degradação ambiental até o fim do século XX, no Brasil, era constante, principalmente pelo uso de matérias-primas e o descontrolado descarte em áreas inapropriadas. Em 2002, o CONAMA, com a Resolução nº 307, passou a responsabilizar os geradores de resíduos a descartarem corretamente aquilo que produziram, não podendo dispor o resíduo em aterros de resíduos domiciliares, áreas de bota-fora, encostas, lotes vagos e áreas protegidas por lei. Um dos principais insumos da construção civil é o concreto, sendo normalmente constituído de uma mistura de: cimento Portland, agregado graúdo, agregado miúdo, água, aditivos e adições minerais. Com necessidade do aprimoramento de técnicas para melhorar o beneficiamento do insumo, o mercado iniciou a utilização de adições minerais nos concretos, seja a partir da reutilização de materiais provindos de demolição ou reforma, ou no uso de adições minerais de valores reduzidos, substituindo parcialmente o aglomerante e diminuindo custos de produção. Este estudo objetivou analisar os efeitos do pó da cerâmica polida proveniente de resíduos de construção e demolição no concreto convencional, analisando a viabilidade da utilização deste material em substituição parcial ao aglomerante cimento Portland. O estudo consistiu em produzir três lotes de concreto convencional: um concreto referencial (sem substituição do aglomerante), e outros dois traços contendo o pó em substituição parcial, em volume, ao cimento Portland nos teores de 10% e 15%. Para avaliação, foram realizados ensaios de resistência à compressão axial e diametral e absorção de água por capilaridade. Pode-se dizer que os traços com substituição obtiveram resultados aceitáveis, sendo que o concreto com teor de 15% de pó da cerâmica polida apresentou um desempenho mais adequado que o concreto com teor de 10% de substituição mostrando que há possibilidade de reutilização do insumo na indústria da construção civil. Ressalta-se que é preciso atentar para as particularidades de cada projeto em que será empregado. Então, para que não haja um grande desperdício de materiais, gerando poluição e custos elevados, faz-se necessário o reaproveitamento desses entulhos como matéria para incorporação no concreto e argamassas.

PALAVRAS-CHAVE: cerâmica polida, concreto, adições minerais, meio ambiente.

ANALYSIS OF THE CONVENTIONAL CONCRETE WITH ADDED RESIDUE OF POLYMER CERAMIC FROM DEMOLITION

ABSTRACT: Environmental degradation until the end of the twentieth century in Brazil was constant, mainly by the use of raw materials and uncontrolled disposal in inappropriate areas. In 2002, CONAMA with Resolution No. 307 started to hold waste generators responsible for correctly discarding what is produced, where there is no place for the disposal of household waste, boot areas, slopes, vacant lots and protected areas. One of the main building constructions is concrete, where it usually consists of a blend of: Portland Portland, aggregate bulk, kid aggregate, water, additives and mineral additions. With the need to improve techniques, the market began to use non-concrete

minerals to benefit them, reusing materials from demolition or reform, or non-use of reduced value minerals, partially replacing the binder and reducing Production costs. This study aims to analyze the effects of a process for the determination of the polymerization of construction and demolition residues (CDR) in conventional concrete, analyzing the feasibility of the material of this material in partial substitution to the concrete binder. The study consisted in designing three batches of conventional concrete: a reference concrete (without binder substitution), and two other traces containing the partial replacement dust in Portland cement at rates of 10% and 15%. For evaluation, tests of resistance to axial and diagonal compression, absorption of water by capillarity and carbonation. It could be said that the results obtained with the results obtained with a 15% CDR content showed a more adequate performance than the concrete with a 10% substitution content. What is possible of reuse of the input in the construction industry. It should be emphasized that it is necessary to pay attention to the particularities of each project in which it will be employed. So that there is not a great waste of materials, generating pollution and high costs, it becomes necessary to reuse these debris as matter for incorporation of concrete and mortars.

KEYWORDS: Construction, concrete, mineral additives, environment.

INTRODUÇÃO

Tendo em vista a preocupação global com a degradação ambiental gerada pelo homem em suas diversas atividades geradoras de resíduos poluidores, em especial na construção civil, iniciou-se a busca constante por soluções para os problemas originados nestas atividades. Assim, partiu-se para o estudo de formas de reuso e reciclagem com o propósito de reduzir o volume de resíduo descartado e garantir a implantação de materiais alternativos no mercado.

Com o uso de materiais potencialmente prejudiciais, gerados principalmente pela construção civil, iniciou-se uma busca constante por soluções para problemas como: descarte incorreto de material prejudicial ao meio ambiente, escassez de matéria prima, geração de maiores custos devido ao transporte desnecessário de entulho, e outras formas de poluição. Dessa maneira, com o reuso e a reciclagem destes materiais, o que antes era material descartado, agora se tornará uma nova matéria prima.

Esta pesquisa buscou analisar os efeitos da aplicação do pó da cerâmica polida proveniente de resíduos de construção e demolição (RCD) no concreto convencional na tentativa de alavancar a utilização de materiais substitutos ao aglomerante buscando uma maior sustentabilidade na construção civil, no reaproveitamento destes resíduos e páreo a isto uma economia de recursos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da pesquisa foi necessário produzir três lotes de concreto convencional: um deles utilizado como concreto referencial (apenas o cimento como aglomerante) e os outros dois lotes de 10% e 15% de substituição do cimento pelo pó de cerâmica polida, para que se pudesse verificar o melhor desempenho dentre os dois lotes, tendo como base o concreto convencional.

O cimento utilizado foi o cimento Portland composto com adição de pozolona que varia entre 6% a 14% (CP II-Z-32), sendo esse o cimento mais utilizado em Sobral e na região norte do Ceará. De acordo com dados do fabricante, o mesmo possui massa específica igual a 3100 kg/m³ e massa unitária de 1420 kg/m³.

O agregado miúdo natural foi a areia quartzosa lavada proveniente do rio Acaraú. O agregado graúdo foi a pedra britada de 19 mm, proveniente de uma usina de britagem de rocha calcária localizada no distrito de Aprazível, distante 27 km de Sobral, Ceará.

A água utilizada na produção dos concretos é proveniente do sistema de abastecimento público de Sobral, Ceará.

As peças de cerâmica polida foram adquiridas a partir de uma reforma no campus CIDAIO da Universidade Estadual Vale do Acaraú, em Sobral, que seriam descartadas como entulho por uma empresa contratada pela referida universidade. O pó foi obtido através da moagem da cerâmica por meio de um moinho de bolas, sendo incorporado no concreto o material com granulometria passante pela peneira de 0,075mm de abertura, para que se conseguisse uma compatibilidade com o tamanho das partículas do cimento Portland.

O material, oriundo de RCD, foi adicionado no concreto convencional como substituição parcial em volume ao cimento nos teores de 10% e de 15%. Foram realizados ensaios nos diferentes

tipos de concreto a fim de comparar suas propriedades no estado fresco, pelo ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*), e no estado endurecido, pelos ensaios de resistência à compressão axial, resistência à compressão diametral e absorção de água por capilaridade.

O ensaio de abatimento do tronco de cone (*slump test*) foi realizado de acordo com a norma vigente, a ABNT NBR NM 67:1998, para avaliar a trabalhabilidade de cada lote. Posteriormente foram moldados os corpos de prova que, após 24 horas, foram desmoldados e armazenados em tanque com água saturada de hidróxido de cálcio para cura úmida até as datas dos experimentos, conforme a ABNT NBR 5738:2015.

Os ensaios dos concretos no estado endurecido foram realizados de acordo com cada período de cura e cada tipo de ensaio, sendo estes dispostos na tabela 01.

TABELA 01: Ensaio dos concretos no estado endurecido

Ensaio	Idades dos ensaios*	Quantidade de CP por idade	Quantidade de CP por ensaio
Resistência à compressão axial	7, 28, 56 e 84	6	24
Resistência à compressão diametral	28, 56 e 84	6	18
Absorção de água por capilaridade	28, 56 e 84	6	18

*A idade é dada em dias e contada a partir da produção dos concretos

CP: Corpo de Prova

Fonte: Autor, 2017

Todos os ensaios de resistência à compressão axial foram realizados de acordo com a norma regulamentadora estabelecida, a ABNT NBR 5739:2007.

A execução dos ensaios de resistência à compressão diametral ocorreu na mesma prensa e de acordo com a ABNT NBR 7222:2011. Foram utilizadas duas taliscas de madeira para fazer o contato dos corpos de prova com a prensa hidráulica.

A execução dos ensaios de absorção de água por capilaridade, foram realizados como o estabelecido na norma regulamentadora em vigor, a ABNT NBR 9779:2012, além dos ensaios de 3, 6, 24, 48 e 72 horas, adicionou-se ainda as 96 horas, na busca de uma maior quantidade de resultados e consequentemente uma melhor análise do comportamento da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os concretos com substituição do cimento Portland por pó de resíduo cerâmico, em geral, apresentaram resistências à compressão inferiores às do concreto referencial. Comparando as adições entre si, obtiveram-se resistências mais elevadas com o maior teor de substituição, ou seja, a adição mineral com o teor de 15% do pó de cerâmica polida se sobressaiu melhor comparada a adição de 10%. Considerando que o traço foi dimensionado para um fck de 25 MPa, tanto o concreto referencial, quanto os concretos com substituição atenderam às exigências de resistência mecânica na idade de 28 dias (tabela 02). Provavelmente a adição de 15% obteve um melhor resultado, diante a adição de 10%, por conta da granulometria da adição ser menor que do cimento, conferindo assim mais reatividade a mistura, principalmente em teores maiores. Os resultados dos ensaios de resistência a compressão axial na idade de 7 dias, para o concreto referencial, conseguiram superar a resistência esperada.

TABELA 02: Resultados dos ensaios de compressão axial.

Ensaio de Resistência à Compressão Axial				
Referencial	CP 1	CP 2	Média	Maior
	MPa	MPa	MPa	MPa
7 dias	28,70	29,95	29,32	29,95
28 dias	28,70	21,21	24,96	28,70
56 dias	36,81	38,68	37,75	38,68
84 dias	32,44	40,18	36,31	40,18
Substituição 10%	CP 1	CP 2	Média	Maior
	MPa	MPa	MPa	MPa
7 dias	18,72	20,21	19,47	20,21
28 dias	27,45	24,96	26,20	27,45
56 dias	29,32	24,71	27,01	29,32
84 dias	36,19	34,81	35,50	36,19
Substituição 15%	CP 1	CP 2	Média	Maior
	MPa	MPa	MPa	MPa
7 dias	21,21	21,21	21,21	21,21
28 dias	28,70	28,70	28,70	28,70
56 dias	32,57	27,45	30,01	32,57
84 dias	31,19	45,92	38,56	45,92

Fonte: Autor, 2016

Os ensaios de resistência à tração por compressão diametral mostraram que, aos 28 dias de idade, o concreto convencional resistiu menos que os concretos com adições, e este comportamento seguiu para o concreto com adição de 10% até a idade de 56 dias. Já aos 84 dias de idade, o concreto convencional conseguiu resistir cerca de 22% a mais que o concreto com adição de 10% do pó de cerâmica polida e cerca de 17% a mais que o concreto com 15% de adição, tomando como base a média dos resultados (tabela 04). Ainda assim, diante de tais resultados e analisando os valores individuais dos três lotes pode-se afirmar que eles mantiveram comportamento semelhante entre si, apresentando leves alterações.

TABELA 04: Resultados dos ensaios de resistência à tração por compressão diametral.

Ensaio de Resistência à Compressão Diametral				
Referencial	CP 1	CP 2	Média	Maior
	MPa	MPa	MPa	MPa
28 dias	2,96	2,96	2,96	2,96
56 dias	3,81	3,90	3,85	3,90
84 dias	5,12	5,05	5,08	5,12
Substituição 10%	CP 1	CP 2	Média	Maior
	MPa	MPa	MPa	MPa
28 dias	2,99	3,74	3,37	3,74
56 dias	3,90	3,99	3,95	3,99
84 dias	4,18	4,12	4,15	4,18
Substituição 15%	CP 1	CP 2	Média	Maior
	MPa	MPa	MPa	MPa
28 dias	3,09	3,43	3,26	3,43
56 dias	3,74	3,43	3,59	3,74
84 dias	4,43	4,21	4,32	4,43

Fonte: Autor, 2016

Para o ensaio de absorção de água por capilaridade, a adição com teor de 10% de pó de cerâmica polida obteve o pior resultado em todas as idades, chegando a absorver quase o dobro de água em relação ao concreto convencional. A adição de 15% do pó mostrou um comportamento similar a absorção do concreto referencial, apresentando uma pequena diferença aos 28 dias quando absorveu cerca de 34% de água a mais que o concreto referencial nas 3 primeiras horas e somente cerca de 10% a mais nas 72 horas de ensaio. Aos 56 dias de idade, o concreto com adição de 15%, apresentou, durante as primeiras horas, uma absorção de cerca de 12% a mais de água e a partir das 48 horas foi observado que passou a absorver menos água, chegando a um resultado de absorção de 4% a menos nas 72 horas de ensaio, sempre comparado ao concreto convencional (tabela 03).

TABELA 03: Resultados dos ensaios de absorção de água por capilaridade

Absorção por capilaridade (g/cm ²)									
Tempo (h)	Referencial			Substituição 10%			Substituição 15%		
	28 dias	56 dias	84 dias	28 dias	56 dias	84 dias	28 dias	56 dias	84 dias
3	0,167	0,148	0,164	0,274	0,273	0,270	0,225	0,167	0,213
6	0,229	0,183	0,207	0,386	0,330	0,312	0,304	0,220	0,262
24	0,456	0,297	0,354	0,654	0,467	0,447	0,542	0,307	0,405
48	0,566	0,355	0,236	0,774	0,521	0,487	0,642	0,346	0,833
72	0,626	0,381	0,262	0,809	0,562	0,496	0,692	0,364	0,851
96	-	0,414	0,457	0,821	0,569	0,504	-	0,419	0,455

Fonte: Autor, 2016

CONCLUSÕES

Com todos os resultados obtidos a partir dos ensaios realizados, fica claro que a substituição de parcela do cimento Portland pelo pó de cerâmica polida para produção de concreto condiz com o intuito deste estudo, pois a aplicação deste tipo de adição conseguiu manter os concretos dentro das solicitações, assim podendo haver uma economia de aglomerante e conseqüentemente de recursos financeiros.

É válido lembrar que os teores de adição ensaiados não chegaram a atingir melhorias expressivas ao concreto convencional, mas, deixou evidente que o teor de maior adição se sobressaiu diante da menor adição, chegando a atingir alguns resultados praticamente similares aos do concreto convencional, de tal modo que podemos obter melhores resultados a partir de maiores adições.

Ressalta-se que é preciso atentar para as particularidades de cada projeto em que será empregado. Propõe-se que seja feito um novo estudo com diferentes dosagens, preferencialmente em maiores teores, em busca de maior amplitude nos resultados.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR NBR 5739: Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- _____. NBR 5738: Concreto – Procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- _____. NBR 5738: Concreto e argamassa – Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
- _____. NBR 9779: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água por capilaridade. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- _____. ABNT. Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. NBR NM 67. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Nº 307, de 05 jul 2002. Brasília, 2002.