

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE PÓ DE SEIXO NA CIDADE DE PALMAS-TO *

Karla Cristina Bentes Moreira¹

Renato Baiocchi Alves Veronese²

Shara Carvalho Lopes³

Murilo Elias Rosa do Carmo⁴

Fernando Antonio da Silva Fernandes⁵

Resumo

O seixo rolado, também conhecido como cascalho, é coletado no Rio Tocantins próximo a cidade de Palmas-TO. A britagem do seixo para uso em concretos produz o pó de seixo, um resíduo que pode substituir areia grossa na produção de concreto. Esta substituição possibilita um descarte ambientalmente correto ao resíduo e contribui para redução da extração da areia grossa dos rios na região. Este estudo avaliou a utilização de pó de seixo (10%, 20%, 30%, 50% e 100%). Os resultados encontrados estão de acordo com o que preconiza as normas vigentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. Os melhores resultados foram obtidos com substituição de 20% de pó de seixo.

Palavras-chave: Cimento Portland; Areia Natural; Pó de Seixo; Substituição Parcial.

CHARACTERIZATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETE WITH PARTIAL REPLACEMENT OF PEBBLE POWDER IN THE CITY OF PALMAS, TO

Abstract

The rolled pebble, also known as gravel, is collected in Tocantins River, near the city of Palmas, TO. Pebble crushing for concrete use produces pebble powder, a kind of waste that can replace coarse sand in production of concrete. This substitution allows an environmentally correct disposal of the waste and contributes to the reduction of the extraction of the coarse sand from the rivers in region. This study evaluated the use of pebble powder (10%, 20%, 30%, 50% and 100%). The results found are in accordance with the standards of Brazilian Association of Technical Standards, ABNT. The best results were obtained with substitution of 20% of pebble powder.

Keywords: Portland Cement; Natural Sand; Pebble Powder; Partial Replacement.

¹ Engenheira Civil, Mestranda em Agroenergia, Programa de Pós Graduação em Agroenergia, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

² Engenheiro Civil, Mestrando em Agroenergia, Programa de Pós Graduação em Agroenergia, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

³ Engenheira Civil, Mestranda em Agroenergia, Programa de Pós Graduação em Agroenergia, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

⁴ Engenheiro Civil, Mestrando em Agroenergia, Programa de Pós Graduação em Agroenergia, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

⁵ Engenheiro Civil, Mestre, Professor, Faculdade Católica do Tocantins, Palmas, TO, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento econômico e social, entretanto, também é considerada uma geradora de impactos ambientais negativos no que se refere ao consumo de recursos naturais, à modificação da paisagem e geração de resíduos sólidos por novas obras [1].

O Conselho Internacional da Construção – CIB afirma que a indústria da construção é o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando inúmeros impactos ambientais [2].

Dentro deste cenário, surge a ideia da substituição parcial de areia natural por pó de pedra. Estudos recentes mostram que o pó de inúmeros minerais podem ser utilizados nessa substituição, tais como: calcário [3], pedra-pomes [4][5], areia de duna [4], mármore [6][7] e granito [6][8]. Na Figura 1 é possível observar exemplos dos minerais citados.



Figura 1. Exemplos de minerais

Além da economia, os concretos produzidos com esses materiais podem apresentar redução na massa específica, aumento nas resistências iniciais e finais de compressão, melhor resistência à abrasão e redução na absorção de água [3-8].

O tema do presente trabalho foi escolhido devido à grande utilização de recursos naturais pela construção civil e à falta de utilização do pó de seixo, material encontrado em abundância no Estado do Tocantins, na produção de concreto. A partir deste ponto, com o intuito de desenvolver traços com novas possibilidades de matérias primas, diversificar os materiais utilizados e evitar a escassez de matérias primas naturais, o pó de seixo foi escolhido como nova possibilidade de agregado miúdo na mistura de concreto. A inserção da areia artificial na construção civil tende a reduzir danos decorrentes da extração da areia natural dos lagos e leitos de rios [13].

A utilização de pó de pedra, no caso o pó de seixo, como agregado miúdo no concreto permite comercializar um produto oriundo de rejeito, promovendo um mercado consumidor para um subproduto estagnado que gerava transtornos ambientais e econômicos [8].

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O programa experimental analisou de forma exploratória o comportamento dos materiais estudados, através das propriedades e da resistência mecânica a tensão de compressão uniaxial. A pesquisa foi laboratorial e aplicada, a partir do procedimento metodológico científico, para avaliar os resultados dos ensaios realizados e a possível utilização desse tipo de concreto.

2.1 Caracterização dos agregados

O processo teve início na lavagem dos agregados miúdos e graúdos, utilizando a peneira de nº 200, para descartar os possíveis materiais pulverulentos presentes. A NBR 7219:1987 [14] define que material pulverulento é aquele cujas partículas minerais tem dimensão inferior a 0,075 m, inclusive os materiais solúveis em água. Em seguida, de acordo com a norma NBR NM 30:2001 [15], a secagem dos agregados foi em estufa, por um tempo de 24 horas, à temperatura de 105º a 110º C, para que não houvesse influência da umidade natural nos resultados de ensaio. A composição granulométrica dos agregados foi obtida a partir do ensaio de peneiramento, conforme a norma NBR NM 248:2003 [16], para melhor compreensão utilizou-se a terminologia relativa às peneiras de ensaio e ao ensaio de peneiramento de acordo norma NBR NM-ISO 2395:1997 [17].

2.2 Traços de concreto estudados

Seguindo orientações da literatura científica foram definidos os percentuais de pó de seixo em substituição à areia de 10%, 20%, 30%, 50% e 100% [8]. Primeiramente foi realizado o ensaio de abatimento por tronco de cone descrito na norma NBR NM 67:1998 [18] e posteriormente foram moldados 14 corpos de prova cilíndricos para cada traço, de acordo com a norma NBR 5738:2015 [19], nomeados conforme o teor de substituição e submetidos a ensaios de resistência à compressão com idade de 7, 14, 21, 28 dias e 63 dias, de acordo com a norma NBR 5739:2007 [20], utilizando uma prensa universal de marca Emic DL30000, com auxílio do *software*Tesc versão 1.10.

As nomenclaturas das composições das misturas do concreto com pó de seixo estão dispostas na Tabela 1.

Tabela 1.Nomenclatura das composições com pó de seixo

Nomenclatura	Denominação das misturas de concreto com pó de seixo
T0	0% de pó de seixo (traço referência)
T10	10% de pó de seixo
T20	20% de pó de seixo
T30	30% de pó de seixo
T50	50% de pó de seixo
T100	100% de pó de seixo

O fluxo de atividades consistiu na obtenção dos agregados e posterior análise granulométrica dos agregados em ensaio de peneiramento; em seguida os materiais utilizados, areia, seixo britado, pó de seixo e cimento Portland, foram misturados

junto a água em um betoneira estacionária, produzindo um concreto homogêneo fresco do qual foi feito o ensaio de abatimento por tronco de cone; sendo feita a moldagem dos corpos de prova e 24 horas depois foi feita a desmoldagem dos corpos de prova e foram encaminhados para o tanque onde foram submersos para cura úmida; nas idades definidas, os mesmos foram submetidos ao ensaio de compressão a fim de determinar sua resistência.

Para realizar a pesquisa foram fixados alguns valores: resistência à compressão do concreto (f_{ck}), abatimento do concreto, resistência do cimento, relação água/cimento e teor de substituição de pó de seixo no concreto. Esses parâmetros foram necessários para gerar o traço referência e, conseqüentemente, os demais traços de concreto com pó de seixo.

3 Resultados e discussões

3.1 Caracterização dos agregados

Na Figura 2 é ilustrada a curva granulométrica obtida com adição de pó de seixo usado na produção dos corpos de prova:

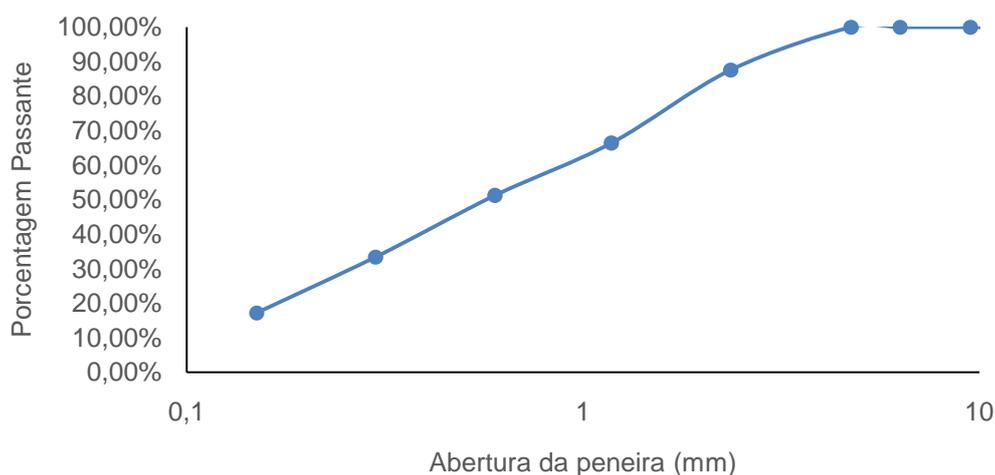


Figura 2. Curva Granulométrica do pó de seixo utilizado

Os resultados apresentados na Figura 2 mostram que o material pode ser classificado como agregado miúdo, apresentando granulometria bem graduada, favorecendo seu uso na produção dos corpos de prova.

3.2 Ensaio de abatimento por tronco de cone (*Slump Test*)

O ensaio de abatimento por tronco de cone (*Slump Test*), avaliou a consistência do concreto em relação à adição do pó de seixo e encontra-se de acordo com a norma NBR NM 67:1998 [18]. A Figura 3- ilustrado o resultado do “*Slump Test*”.

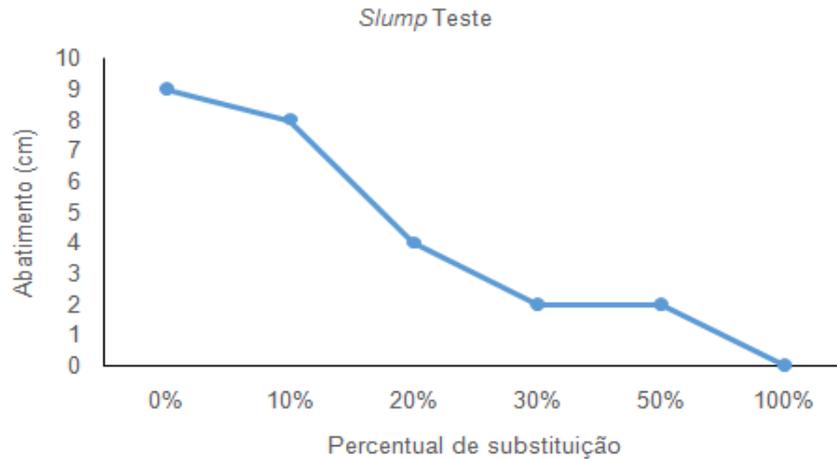


Figura 3. Realização do ensaio de abatimento por tronco de cone

Os resultados apresentados na Figura 3, mostram a redução do abatimento, com o aumento do pó de seixo, isso provavelmente acontece pela forma lamelar das partículas do pó e pela sua maior absorção de água em relação à areia natural.

3.3 Resistência à compressão

A Figura 4 ilustra as curvas da resistência à compressão dos corpos de prova em relação ao tempo de cura (dias).

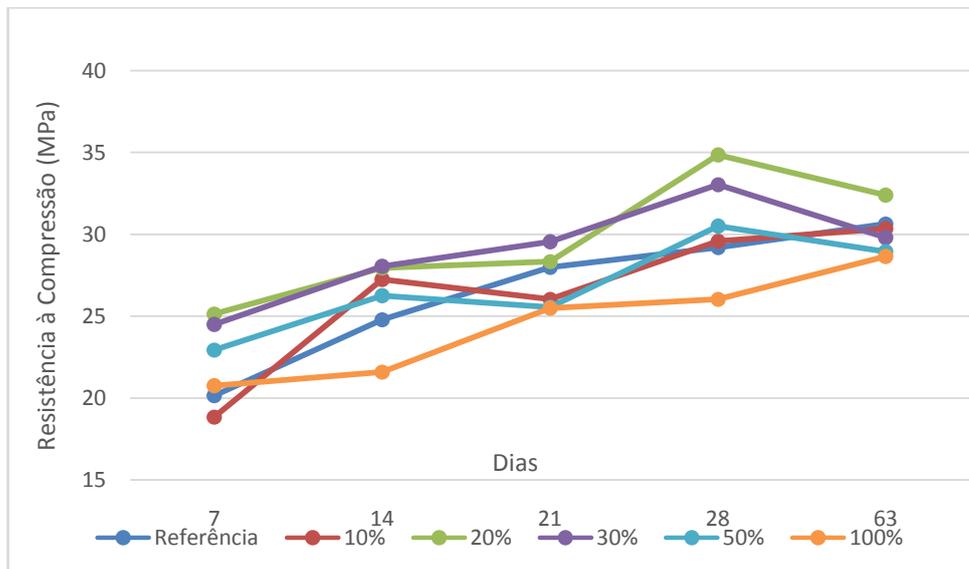


Figura 4. Comparação de desempenho de resistência à compressão

Os resultados de resistência obtidos foram analisados, comparando o comportamento dos traços com substituição do pó de seixo com o traço referência de concreto convencional. É possível observar um significativo aumento na resistência à compressão aos 28 dias de cura, com 20% de substituição, em comparação ao traço referência. Na Tabela 2 observa-se a descrição dos resultados individuais, sendo possível verificar a aplicabilidade dos concretos estudados.

Tabela 2. Resistência à compressão em cada idade

Traço	Resistência à compressão (MPa)				
	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	63 dias
T0	19,8	25,9	27,5	30,3	30,5
	19,8	27,3	26,6	33,8	30,8
T10	15,9	27,2	25,5	25,4	28,5
	27,4	29,9	30,1	36,9	32,2
T20	22,9	26,0	26,6	32,8	32,0
	22,4	27,3	22,4	36,1	32,8
T30	26,6	28,8	36,7	30,0	29,8
	24,1	26,5	22,3	29,5	29,8
T50	21,8	26,0	28,8	31,5	29,9
	20,6	21,2	27,4	21,3	28,0
T100	20,9	22,0	23,6	21,8	28,5
	19,8	25,9	27,5	30,3	28,8

A tabela acima explicita numericamente o comportamento dos traços de concreto quanto a resistência a compressão uniaxial. Os corpos de prova apresentaram progressões positivas ao longo dos primeiros 28 dias, porém o resultado aos 63 dias é pouco conclusivo estatisticamente. É notório que os traços com maior percentual de substituição (T50 e T100) apresentaram resultados inferiores ao concreto referência. Os traços T10 e T30 tiveram desempenho pouco inferior ao referência. O T20 demonstrou o melhor comportamento diante desse tipo de ensaio, sendo a propriedade de resistência a compressão a mais importante para o concreto.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo ensaio de *Slump Test* e resistência à compressão uniaxial, foram comparados com os previstos em norma e comparados entre si, a fim de considerar a viabilidade do uso de pó de seixo em concreto. Mostram que os corpos de provas com adição de 10 e 20% (T10 e T20) de pó de seixo apresentaram melhor trabalhabilidade. Os corpos de provas com maior adição (T30, T50 e T100), apresentaram um redução na trabalhabilidade, com surgimento de nichos de concretagem na moldagem dos corpos de prova. O maior resultado de resistência a compressão, foi apresentado pelo corpo de prova com 20% de adição de pó (36,1 MPa aos 28 dias).

Com base nos resultados, pode-se concluir que a substituição da areia pelo pó de seixo em concreto com adição de até 20% é viável, porque não interfere nas propriedades tecnológicas.

REFERÊNCIAS

- 1 Pinto TP. Resíduos da Construção Civil: Soluções Sustentáveis para um grave problema urbano – Novas Normas, Legislação e soluções. São Paulo: Informações e Técnicas; 2005.
- 2 Ministério do Meio Ambiente. Construção sustentável. 2016 [acesso em 13 mai. 2018]. Disponível em: http://www.mma.gov.br/cidades_sustentaveis/urbanismo_sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.
- 3 Shafigh P, Nomeli MA, Alengaram UJ, Mahmud HB, Jumaat MZ. Engineering properties of lightweight aggregate concrete containing limestone powder and high volume fly ash. *Journal of Cleaner Production*. 2016;135:148-157.
- 4 Amel CL, Kadri E, Sebaibi Y, Soualhi H. Dune sand and pumice impact on mechanical and thermal lightweight concrete properties. *Construction and Building Materials*. 2017;133:209-218.
- 5 Kurt M, Gül MS, Gül R, Aydin AC, Kotan T. The effect of pumice powder on the self-compactability of pumice aggregate lightweight concrete. *Construction and Building Materials*. 2016;103:36-46.
- 6 Hameed MS, Sekar ASS, Balamurugan L, Saraswathy V. Self-Compacting Concrete Using Marble Sludge Powder and Crushed Rock Dust. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2012;16(6):980-988.
- 7 Alymaç KE, Aydin AB. Concrete Properties Containing Fine Aggregate Marble Powder. *KSCE Journal of Civil Engineering*. 2015;19 (7):2208-2216.
- 8 Duarte JB. Estudo da substituição de agregados miúdos naturais por pó de pedra em concreto de cimento Portland [dissertação de mestrado]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2013.
- 9 Madeira R. Rocha. 2017 [acesso em 13 mai. 2018]. Disponível em: <http://www.os5elementos.com/glossary/rocha/>.
- 10 Pluritec Lira. Pedra-pomes. 2014 [acesso em 13 mai. 2018]. Disponível em: <http://pluritecbr.com.br/pedra-pomes.html>.
- 11 Cristais de Curvelo. Mármore: Aprenda mais sobre este mineral. 2017 [acesso em 13 mai. 2018]. Disponível em: <https://www.cristaisdecurvelo.com.br/pages/MARMORE-%252d-Aprenda-Mais-Sobre-Este-Mineral.html>.
- 12 Secretaria da Educação do Estado do Paraná. Granito. 2017 [acesso em 13 mai. 2018]. Disponível em: <http://www.ciencias.seed.pr.gov.br/modules/galeria/detalhe.php?foto=1749&evento=6>.
- 13 Holsbach TS. Avaliação da substituição da areia natural por areia artificial em argamassa de cimento cal e areia para assentamento [monografia de graduação]. Ijuí: Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul; 2004.
- 14 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7219: Agregados – Determinação do teor de materiais pulverulentos. Rio de Janeiro; 1987.
- 15 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 30: Agregado miúdo – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro; 2001.
- 16 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro; 2003.
- 17 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM-ISO 2395: Peneiras de ensaio e ensaio de peneiramento - Vocabulário. Rio de Janeiro; 1997.
- 18 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR NM 67: Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro; 1998.
- 19 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5738: Procedimento para moldagem e cura dos corpos de prova. Rio de Janeiro; 2015.
- 20 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5739: Concreto – Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos. Rio de Janeiro; 2007.