

UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE CAULIM NA COMPOSIÇÃO DO CONCRETO

USE OF KAOLIN RESIDUE IN CONCRETE COMPOSITION

Kayrone Marvila de Almeida

Aluno de Graduação em Engenharia de Minas do 8º período, IFES
Período PIBIC/CETEM: agosto de 2016 a julho de 2017
kalmeida@cetem.gov.br

Francisco Wilson Hollanda Vidal

Orientador, Eng. Minas, D.Sc.
fhollanda@cetem.gov.br

Nuria Fernández Castro

Coorientadora, Eng. Minas, M.Sc.
ncastro@cetem.gov.br

RESUMO

A região do Seridó, situada no Nordeste brasileiro, nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, é conhecida por suas vastas reservas de caulim oriundas de pegmatitos, sua extração e beneficiamento. No entanto, o processamento realizado em pequenas empresas é precário, gerando-se, na região, milhares de toneladas de rejeito que se acumula em pilhas nos pátios e gera problemas de dispersão de partículas no ar, pela sua finura. Visando ao melhor aproveitamento dos recursos e à mitigação dos impactos ambientais, neste trabalho, foi avaliada a possibilidade de incorporação do resíduo em misturas de concreto. Com base nos resultados de estudos anteriores, substituiu-se 30% de cimento por rejeito de caulim em um concreto comercial.; o mesmo traço foi refeito com acréscimo de água para uma boa trabalhabilidade. Também foram elaborados dois concretos seguindo formulação padrão da padrão ABCP. Um sem resíduo e o outro substituindo 10% de cimento e 30% de areia por resíduo. Os traços com aplicação de resíduo apresentaram resistência entre 20 MPa em 28 dias. Esse valor de resistência é indicada para uso em fundações, obras provisórias e concreto com armaduras passivas. O comportamento inicial dos resultados mostra que os traços possuem resistência aceitável, porém podem ser ainda melhorados.

Palavras chave: caulim, resíduo, concreto.

ABSTRACT

The Seridó region, located in the Brazilian Northeast, in the states of Paraíba and Rio Grande do Norte, is known for its vast reserves of kaolin from pegmatites, its extraction and processing. Lots of processing plants in the region, though, are rather precarious. Therefore, thousands of tons of waste are generated monthly and deposit in piles on the yards. When dry, this residue raises particles into the air, which causes negative impacts on the environment. In order to better use their resources and to reduce environmental impacts, this study tests the viability of using kaolin wastes in concrete replacing cement and also sand. Four concrete admixtures were prepared within this study: a regular concrete mixture, but replacing 30% of cement with kaolin waste, a second identical but with more water added; a third one, without wastes formulated following ABCP orientations and a fourth one, as the latter but replacing 10% cement and 30% sand with residue. Kaolin waste concretes showed mechanical resistance to compressive strength of 20 MPa in 28 days, having use in foundations, temporary works and concrete with passive reinforcement. The initial behaviour of the results shows that the concretes with kaolin waste have acceptable resistance, but formulations can be further studied to improve it.

Keywords: kaolin, residue, concrete.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande reserva de caulim. De acordo com Sumário Mineral do DNPM (2015), o país ocupa o 6º lugar como produtor mundial. A região do Seridó, que abrange os estados da Paraíba e Rio Grande do norte possui um grande depósito de caulim proveniente de rochas pegmatíticas. Ele é fruto de alteração dos silicatos de alumínio que passaram por processos de intemperismo (SANTOS *et al.*, 2016).

Os depósitos de caulim podem ser classificados segundo a sua formação, primária ou secundária. A região do Seridó é composta por depósitos de formação primária (REZENDE, 2013). Neles estão presentes grandes quantidades de quartzo e mica. Por causa destas características o caulim quando beneficiado produz grandes quantidades de rejeito.

A extração e beneficiamento do caulim na região do Seridó são feitos de maneiras rudimentares o que causa grande perda de caulim e excessivo volume de resíduo (SILVA *et al.*, 2010). Aproximadamente 75% do caulim extraído na região do Seridó é, de certa forma, perdido no beneficiamento, o que gera pilhas de rejeitos finos e grosseiros — respectivamente denominados na região como “siri” e “sarrabulho” —, que são depositados nos pátios das empresas onde ocupam grande espaço (CASTRO, 2010).

Na região, contabiliza-se um passivo ambiental de resíduo de caulim de milhões de toneladas que foram acumuladas durante anos de deposição (VIDAL; CASTRO; ALMEIDA, 2017).

A ampla mudança decorrente da globalização e dos setores industriais ocasiona questões emergenciais como o desenvolvimento sustentável. Nem sempre as empresas dos setores industriais conseguem fazer uma adequada gestão de seus resíduos, o que leva a grandes passivos de possíveis matérias primas secundárias, desde o ponto de vista da economia circular.

Possíveis utilizações dos resíduos industriais vêm sendo pesquisadas por institutos de pesquisa e universidades, sendo esse um dos objetivos do Programa Entidades Associadas CETEM-UFMG, âmbito no qual se desenvolveu o presente trabalho. Uma das alternativas que está mostrando viabilidade com o resíduo de caulim é seu uso na construção civil (CABRAL; FILHO; ARAÚJO, 2009).

2. OBJETIVOS

Avaliar a viabilidade de aproveitamento do resíduo como material de características cimentícias em incorporação ao concreto.

3. METODOLOGIA

As amostras de resíduo de caulim utilizadas foram coletadas e cedidas pelas empresas J.M.S e J.P.R, ambas do município de Equador-RN. Utilizou-se rejeito passante na peneira de 4,78 mm, na formulação de quatro traços de concreto; um traço utilizado comercialmente, substituindo 30% de cimento por rejeito de caulim; o mesmo traço com acréscimo de água para melhorar a trabalhabilidade; um traço sem rejeito, formulado seguindo o padrão ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) e o mesmo traço da ABCP com substituição de cimento e areia por rejeito de caulim. As tabelas 1 e 2 mostram as formulações dos concretos preparados.

Todas as misturas foram elaboradas em betonadas de 15 l. Foi realizado o ensaio de abatimento de cone de tronco “*slump teste*” conforme a ABNT NBR NM 67:1998 nos concretos frescos. Em seguida, foram moldados corpos de prova para testar a resistência mecânica, desformados após 24h curados em água. Nos corpos de prova elaborados, foi feito o ensaio de resistência à compressão uniaxial simples, conforme ABNT NBR 5739:2007, após 3, 7 e 28 dias de cura.

Tabela 1: Traçocom 30% de substituição de cimento por resíduo de caulim, variando a quantidade de água.

Traço	Material	Cimento		Areia natural	Pó de pedra	Brita 0	Brita1	Água
		Mizu Portland CII-E-40	Resíduo de caulim					
	Densidade[g/cm ³]	3	2,71	2,72	2,72	2,70	2,68	1
Padrão anterior	Massa[kg]	3,81	1,635	4,25	6,30	6,57	10,13	3,55
Padrão com mais água	Massa[kg]	3,81	1,635	4,25	6,30	6,57	10,13	4,20

Tabela 2: Traço ABCP, padrão e com resíduo de caulim substituindo 10% de cimento e 30% de areia.

Traço	Material	Cimento		Areia natural	Brita 0	Brita 1	Água calculada	Água consumida
		Mizu Portland CII-E-40	Resíduo de caulim					
	D. [g/cm ³]	3	2,71	2,72	2,70	2,68	1	1
Padrão ABCP	Massa[kg]	6,99	0,00	13,22	4,79	7,18	3,07	3,22
Padrão com resíduo de caulim	Massa[kg]	6,29	4,67	9,25	4,79	7,18	3,07	3,62

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Traço Padrão Utilizado na Indústria de Concreto

O traço repetido com 30% de resíduo no lugar do cimento, apresentou menor resistência e maior fluidez (um valor maior de *slump*) que no mesmo teste realizado em um estudo anterior (Tabela 3), que pode se dever a condições de trabalho diferentes das anteriores como temperatura, umidade e agregados utilizados. O concreto obtido poderia ser utilizado em algumas obras, mas precisa se melhorar suas características para usos mais nobres, como o concreto bombeado ou o autoadensável, especialmente no que se refere à trabalhabilidade.

Já a mesma mistura com acréscimo de 650 ml de água resultou em um concreto de melhor trabalhabilidade (bom *slump*) o que permitiria seu bombeamento, enquanto que a resistência mecânica não diminui significativamente, mesmo com maior relação água/cimento.

Mesmo com resultado inferior comparado ao traço anterior, ambas misturas atingiram 20MPa de resistência em 28 dias, correspondendo à classe C20, que pode ser aplicado em fundações e concreto com armadura passiva (ABNT, 2003).

Tabela 3: Resultados dos traços com 30% de substituição de cimento por rejeito de caulim.

Traço	<i>Slump Teste</i> cm	Resistência 3 dia MPa	Resistência 7 dia MPa	Resistência 28 dia MPa	Acréscimo de água ml
Padrão anterior	9	5,13	15,48	21,08	0,00
Padrão com mais água	12	4,35	13,8	20,00	0,650

O concreto sem rejeito, formulado seguindo as indicações da ABCP, precisou de mais água do que calculado indicando que os agregados comerciais utilizados absorviam mais água do que o esperado. Quanto à resistência mecânica, o traço padrão obteve excelentes resultados de resistência. Já o concreto elaborado com o mesmo traço do anterior, mas substituindo 10% de cimento e 30% de areia por rejeito de caulim, precisou de maior quantidade de água que o anterior e resultou ser bem menos resistente (21 Mpa a 28 dias frente a 35 Mpa na mistura sem rejeito).

A Tabela 4 mostra os resultados obtidos com os concretos formulados de acordo à ABCP.

Tabela 4: Resultados dos traços formulados pelo método ABCP (Padrão e com substituição de 10% de cimento e 30% de areia por resíduo de caulim).

Traço ABCP	<i>Slump Teste</i> cm	Resistência 3 dia MPa	Resistência 7 dia MPa	Resistência 28 dia MPa	Acréscimo de água ml
Padrão	12	25,65	31,57	35,92	0,150
Rejeito de caulim	12	15,19	19,33	21,28	0,550

5. CONCLUSÕES

O traço com 30% de resíduo de caulim apresentou uma baixa na resistência quando comparado com ensaios anteriores, aproximadamente 20% a menos. O mesmo traço com acréscimo de água para melhorar trabalhabilidade apresentou resistência semelhante ao traço padrão atual, próximo a 20 MPa. O *slump test* apresentou 12 cm de abatimento frente aos 9 do anterior, isso indica que a água ajudou na melhor fluidez, mas não afetou à resistência, aparentemente, que ainda é baixa para utilizar o rejeito de caulim diretamente, sem aditivos.

O traço no modelo ABCP padrão apresentou uma resistência alta. Atingiu 30 MPa em 14 dias e 35 MPa em 28 dias. Esse valor indica que podemos alterar mais esse traço, diminuindo a quantidade de cimento, para deixá-lo no fck inicial proposto de 30 MPa. O traço ABCP com substituição de 10% cimento e 30% de areia por rejeito de caulim, mostrou uma resistência de aproximadamente 20 MPa em 28 dias. Ambos os traços apresentaram boa fluidez com *slump* de 12 cm. Mesmo com resistência baixa no caso do concreto com rejeito de caulim, o concreto produzido atende aos requisitos da classe C20, resistência de 20 MPa em 28 dias. Essa classe pode ser usada em fundações, obras provisórias e concreto com armaduras passivas. Sugere-se continuar o estudo para melhorar a incorporação do resíduo de caulim a outros traços, e a utilização de aditivos.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente ao CETEM/ES, ao CNPq pelo apoio financeiro, à empresa Minerasul Indústria e Comércio de Agregados Ltda por disponibilizar o laboratório, ao Jacques Paulino pela colaboração com os ensaios e aos meus orientadores.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 67 Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.
- _____. **NBR 5739 Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.
- _____. **NBR 6118 Projeto de estrutura de concreto-procedimentos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.
- CABRAL, E. S. C.; FILHO, E. M. L.; ARAÚJO, R. B. IMPACTOS AMBIENTAIS: Uma Abordagem das Atividades de Beneficiamento de Caulim na Região Borborema/Seridó na Paraíba. Centro Científico Conhecer - **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Goiânia, vol.5, n.8, 2009.
- CASTRO, R. J. S. Efeito da adição de feldspato e/ou resíduo de caulim em formulações à base de argila íltica. 2010. 140f. **Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais)** – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.
- DNPM - Departamento Nacional da Produção Mineral. **Sumário Mineral 2014**. Brasília, 2015.
- REZENDE, M. L. S. **Resíduo de caulim primário como material pozolânico em concreto seco: propriedades físico-mecânicas e durabilidade, Campina Grande-PB**, 2013. Tese de doutorado. UFCG.
- SANTOS, L. C. M. L.; MOURA, E. N.; VIEIRA, F. F.; GENUÍNO, V. A.; SALES, E. D. G. Síntese das principais ocorrências minerais de pegmatitos no seridó (PB-RN). In: **IV Simpósio de minerais industriais do nordeste**. João Pessoa, PB. 2016. Rio de Janeiro: CETEM, 2016.
- SILVA, F. A. N. G.; MELLO, L. S.; SAMPAIO, J. A.; LUZ, A. B.; TEIXEIRA, F. S. Caracterização e beneficiamento físico-químico do caulim da região Borborema-Seridó. In: **II Simpósio de Minerais Industriais do Nordeste**. Campina Grande, PB. 2010. Anais. p. 71-82. Rio de Janeiro: CETEM, 2010.
- VIDAL, F.W.H; SANTOS, C. A. M.; ALMEIDA, K. M.; CASTRO, N. F. Aproveitamento de resíduos de caulim da região Seridó dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte na composição de concreto. **Relatório elaborado para o Programa Entidades Associadas CETEM-UFCG (RRM 0036-00-17)**. CETEM, Rio de Janeiro. 2017.