

RESÍDUO DE CAULIM COMO MATERIAL ALTERNATIVO PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE TIJOLOS SOLO-CIMENTO

Rayanne de Oliveira Silva^a(1); Camila G. Luz Nunes^b (1); Thamires Dantas Guerra^c(2); Priscila Maria Sousa Gonçalves Luz^d (3); Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça^e(4)

^aUniversidade Federal de Campina Grande –UFCG. rayanneoli96@gmail.com

^bUniversidade Federal da Paraíba –UFPB. camilanunes.engcivil@hotmail.com

^cUniversidade Federal de Campina Grande –UFCG. thamires_guerra@hotmail.com

^dUniversidade Federal de Campina Grande –UFCG. priscilaluz55@gmail.com

^eUniversidade Federal de Campina Grande –UFCG. ana.duartemendonca@gmail.com

Resumo: Durante o processo de beneficiamento do caulim são gerados resíduos, que são dispostos a céu aberto provocando impactos para o meio físico e biótico, modificando a paisagem natural. Esses rejeitos podem conter, além de outros contaminantes, concentração de metais pesados acima da permitida pela legislação. Os reflexos dessa contaminação extravasam, frequentemente, os limites das áreas de trabalho, atingindo também a topografia, flora, fauna, sistema hídrico e morfofisiológico do solo. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar a resistência à compressão simples de tijolos solo-cimento incorporados com resíduo de caulim. Foram moldados corpos de prova nas dimensões de 6,25x12,5x25 cm com substituição da argila por teores de 40%, 60% e 70% de resíduo de caulim para avaliação da resistência a compressão simples aos 21 dias. Observou-se que a substituição da argila por resíduo de caulim proporcionou a obtenção de resultados que atendem aos parâmetros normativos estabelecidos pela NBR 8491 (ABNT, 1984).

Palavras-chave: Propriedades, resíduo; construção civil.

1. INTRODUÇÃO

A região do Seridó (PB/RN), possui uma vasta reserva de caulim proveniente de pegmatitos. O beneficiamento do caulim é realizado por empresas da própria região. Aproximadamente 75% do caulim extraído são, de certa forma, desperdiçados, o que gera pilhas de resíduos finos e grosseiros — respectivamente denominados na região como “siri” e “sarrabulho” —, que são depositados nos pátios das empresas onde ocupam grande espaço e causam impactos ao meio ambiente pela emissão de particulados quando secos (CASTRO, 2010).

O termo caulim é usado para denominar a rocha que contém a caulinita assim como para o produto resultante do seu beneficiamento. É formado essencialmente pela caulinita, apresentando cor branca ou quase branca, devido ao baixo teor de ferro. Em função de suas propriedades físicas e químicas, o caulim pode ser utilizado em uma grande variedade de produtos desde

(83) 3322.3222

contato@conapesc.com.br

www.conapesc.com.br

carga e cobertura para papel, até fertilizantes e outros (LUZ, *et al.*, 2005, PEREIRA, 2001).

Durante o processo de beneficiamento do caulim são gerados resíduos, que são dispostos a céu aberto provocando impactos para o meio físico e biótico, modificando a paisagem natural. Esses rejeitos podem conter, além de outros contaminantes, concentração de metais pesados acima da permitida pela legislação. Os reflexos dessa contaminação extravasam, frequentemente, os limites das áreas de trabalho, atingindo também a topografia, flora, fauna, sistema hídrico e morfofisiológico do solo (AZEREDO e DINIZ, 2013)

O rendimento do caulim, no seu processo de produção, é relativamente baixo, cerca de 25%, ou seja, a cada tonelada de caulim que passa pelo processo de beneficiamento, é gerado 750 kg de resíduo e, apenas 250 kg de caulim é aproveitado para comercialização. Muitas vezes esse resíduo não tem uma disposição final ambientalmente adequada, sendo disposto em margens de rios e terrenos baldios. Devido aos prejuízos causados, sejam eles de saúde, sociais, ambientais ou econômicos, provenientes da sua destinação inadequada, se faz necessário o desenvolvimento de um plano de gestão desses resíduos.

Alguns artigos já evidenciam a utilização do rejeito de caulim, até então descartado, como matéria prima para a produção de diversos produtos da construção civil. Em estudos prévios o material foi utilizado satisfatoriamente na produção de argamassas de cal para restauração (AZEREDO *et al.*, 2014), concretos asfálticos (INGUZA *et al.*, 2014), blocos de solo-cal (ANJOS & NEVES, 2011) e blocos para alvenaria de vedação (RESENDE *et al.*, 2008).

O solo-cimento é obtido pela mistura de solo, cimento Portland e água. Envolve um processo físico-mecânico de estabilização, no qual as consequências decorrem de uma estruturação resultante da reorientação das partículas sólidas do solo com a deposição de substâncias cimentantes nos contatos intragranulares, alterando a qualidade relativa de cada uma das três fases-sólidas, água e ar que constituem o solo, (MERCADO,1990).

No Brasil, as pesquisas com solo-cimento começaram a ganhar destaque a partir da década de 1930, com a regulamentação de sua aplicação pela Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP). Em 1941 toda a pavimentação do aeroporto de Petrolina-PE foi feita com solo-cimento e em 1970 a rede pavimentada de solo-cimento no Brasil completou 7500 km. A partir de 1948 o solo-cimento passou a ser utilizado também na construção de habitações, com a construção de duas casas do Vale Florido, na Fazenda Inglesa, em Petrópolis-RJ.

O bom estado de conservação destas obras após vários anos de utilização atestam a qualidade do produto e da técnica construtiva (SOUZA, 2007). Uma inovação da construção com o solo-cimento é a utilização de diferentes tipos de solos na fabricação de tijolos de solo-cimento, aonde as vantagens da utilização dos tijolos de solo-cimento vão desde a fabricação até a sua utilização no canteiro de obras.

Os equipamentos utilizados são simples e de baixo custo possibilitando operação no próprio canteiro. Isso reduz os custos com transporte, energia, mão-de-obra e impostos. Além dessas vantagens, o tijolo de solo-cimento agrada também do ponto de vista ecológico, pois não passa pelo processo de queima, no qual se consomem grandes quantidades de madeira ou de óleo combustível, como é o caso dos tijolos produzidos em cerâmicas e olarias (SOUZA, 2007). Na sua produção são utilizados os seguintes materiais: solo, cimento e água. A resistência à compressão dos tijolos de solo-cimento é semelhante à do tijolo convencional, mas a qualidade final é superior, pois apresenta dimensões regulares e faces planas (FERRAZ, 2004).

De acordo com a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) que define solo-cimento como sendo o material resultante da mistura homogênea, compactada e curada de solo, cimento e água em proporções adequadas. O produto resultante deste processo é um material com boa resistência à compressão, bom índice de impermeabilidade, baixo índice de retração volumétrica e boa durabilidade. O solo é o componente mais utilizado para a obtenção do solo-cimento. O cimento entra em uma quantidade que varia de 5% a 10% do peso do solo, o suficiente para estabilizá-lo e conferir as propriedades de resistência desejadas para o composto. Praticamente qualquer tipo de solo pode ser utilizado, entretanto os solos mais apropriados são os que possuem teor de areia entre 45% e 50%. Somente os solos que contêm matéria orgânica em sua composição (solo de cor preta) não podem ser utilizados. O solo a ser utilizado na mistura pode ser extraído do próprio local da obra.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) estabelece as normas NBR 12023 de 1992 que constitui os métodos para determinação da relação entre o teor de umidade e massa específica aparente seca da mistura de solo e cimento, sem reuso do material, quando compactada com energia normal e a NBR 12024 de 1992 que estabelece os métodos para moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos de solo-cimento. Esta Norma contém dois métodos, aplicáveis conforme a granulometria do solo: método A, para solos com 100% de partículas com diâmetro menor do que 4,75 mm; método B, para solos com até 30% de

partículas com diâmetro maior do que 19 mm. Essas foram baseadas em normas mais antigas como a NBR.

O objetivo deste trabalho é analisar a resistência a compressão simples de blocos solo-cimento produzidos a partir do uso do resíduo de caulim como agregado em diferentes teores.

2. MATERIAIS E METODOLOGIA

2.1 Materiais

Para realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

Resíduo de caulim: coletado conforme a NBR 1007 (ABNT 2004), derivado da segunda etapa do beneficiamento de caulins primários, fornecido pela empresa Caulim Caiçara – LTDA, Localizada na cidade de Equador/RN;

Cimento: cimento Portland CII Z-32, atendendo aos aspectos técnicos exigidos pela norma para a reação com o cimento e a água que são os outros componentes da mistura, conforme norma da ABNT NBR 10833/2012.

Argila: argila de várzea extraída também da região, atendendo aos aspectos técnicos exigidos pela norma para a reação com o cimento e a água que são os outros componentes da mistura. Seguindo a norma NBR 10833/2012.

Água: foi utilizada a água fornecida pela CAGEPA (Companhia de Água de Esgoto da Paraíba) a cidade de Campina Grande – PB se enquadra na norma e será ela a utilizada na produção dessa pesquisa.

2.2 Metodologia

Inicialmente foram determinadas as proporções dos materiais utilizados para moldagem dos tijolos solo-cimento com dimensões de 6,25x12,5x25 cm. Utilizou-se para este estudo o traço com proporções dos materiais de 1:7 (cimento: argila), e a argila utilizada para a produção desses tijolos foi substituída pelo resíduo de caulim nas proporções de 40%, 60% e 70%.

Moldagem dos corpos de prova

Foram moldados corpos de prova nas dimensões de 6,25x12,5x25 cm , utilizando-se a média de três corpos de prova de referência e para cada teor de resíduo de caulim em substituição a argila para determinação da resistência a compressão aos 21 dias.

Este procedimento foi realizado em 4 etapas, a saber: inicialmente foram moldados os corpos de prova de referência, sequencialmente foram produzidos os corpos de prova com 40% de Resíduo de granito -RG, em seguida moldou-se os cps com incorporação de 60% de RG e por fim a moldagem para 70% de RG.

A Tabela 1 apresenta o quantitativo de corpos de prova utilizados para determinação da resistência a compressão.

Tabela1: Quantitativo de corpos de prova moldados.

| | Tijolos de referência | Tijolos incorporados com 40% RC | Tijolos incorporados com 60% RC | Tijolos incorporados com 70% RC | TOTAL DE CORPOS DE PROVA |
|---------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| 21 dias | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 |

Determinação da Resistência à compressão simples

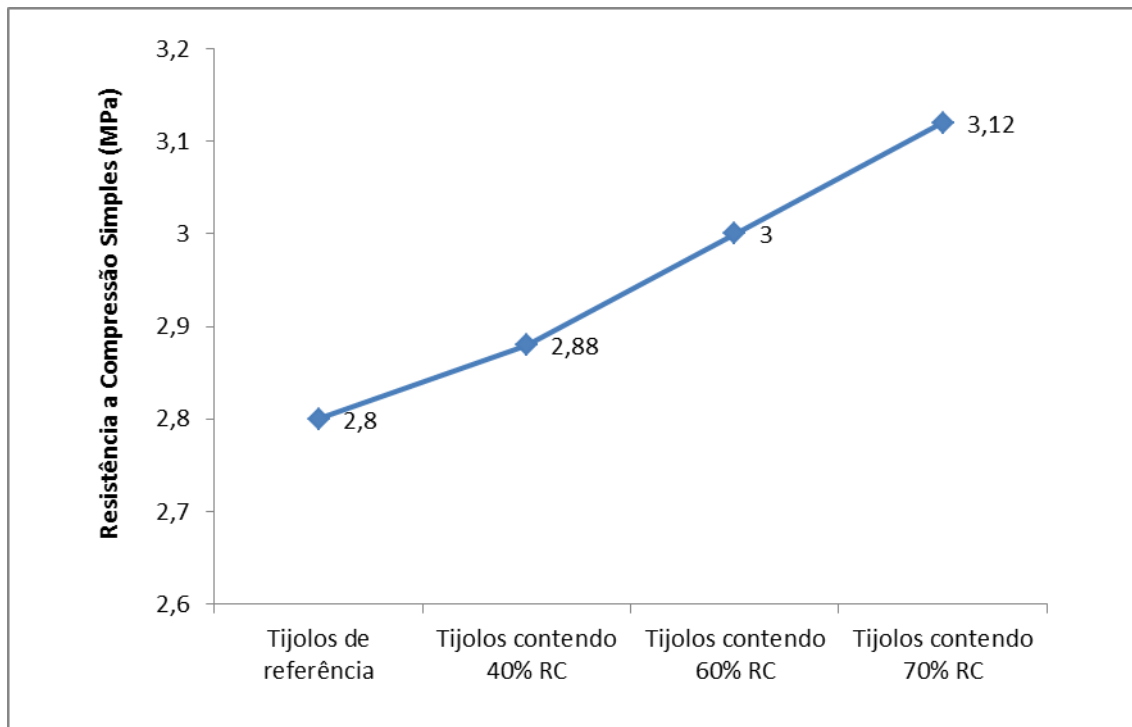
Para a caracterização mecânica dos tijolos solo-cimento foi realizado o ensaio de resistência à compressão simples dos blocos fbk, de acordo com a norma ABNT NBR 8491 (ABNT, 1984) para idade de controle de 21 dias.

De acordo com a norma NBR 8491 (ABNT, 1984), é preconizado um valor médio de resistência à compressão dos tijolos solo-cimento de no mínimo 2,0 MPa, de modo que nenhum dos valores individuais esteja abaixo de 1,7 MPa, na idade mínima de 7 dias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 ilustra os resultados obtidos para a resistência a compressão dos corpos de prova de referência e de corpos de prova com incorporação de 40%, 60% e 70% de resíduo de caulim-RC para a idade de controle de 21 dias.

Figura 1: Resistência à compressão simples dos tijolos solo-cimento em estudo.



De acordo com os resultados obtidos, verifica-se que a substituição da argila por resíduo de caulim, proporcionou a obtenção de resultados de resistência a compressão simples semelhante aos obtidos para os tijolos solo-cimento de referência, observando-se para os teores de 60 e 70% resultados superiores.

De acordo com a norma NBR 8491 (ABNT, 1984) a resistência à compressão simples apresentada pelos tijolos solo-cimento deve ser de no mínimo 2,0 MPa, desde que os valores individuais não esteja abaixo de 1,7 MPa, na idade mínima de 7 dias, deste modo, neste estudo observou-se que para todos os teores os valores obtidos satisfazem aos parâmetros normativos.

Castro (2008) ao incorporar resíduos de caulim em substituição parcial do solo na confecção de tijolos de solo-cimento, também observou queda na resistência à compressão simples dos corpos de prova aos 7, 14, 28 e 56 dias de cura. Conforme o tempo foi aumentando, maior tornou-se a discrepância entre as resistências obtidas entre os tijolos de referência e os incorporados com 10% do resíduo em estudo.

Sousa (2017), em estudo sobre as propriedades mecânicas de tijolos solo-cimento incorporados com resíduo de caulim nos teores de 10% e 20%, verificou-se que a incorporação do resíduo de caulim no teor de 10%,

promoveu a redução da resistência a compressão, em aproximadamente 30% para 24 horas e 25% em 7 dias de cura. Para a incorporação do resíduo de caulim no teor de 20%, houve uma redução da resistência a compressão, em aproximadamente 50% para 24 horas e 29% em 7 dias de cura, justificando que este fato, deve-se ao resíduo de caulim não apresentar atividade pozolânica, contribuindo assim para redução da resistência.

Para Anjos (2011), O caulim possui grande quantidade de metacaulinita em sua composição, o que proporciona ao produto ao qual ele é adicionado: aumento na densidade de empacotamento; reduz a quantidade de água necessária para o processamento; o preenchimento, por meio de partículas ultrafinas de caulinita, dos espaços vazios existentes entre as partículas de maior tamanho do concreto, causando-lhe melhor fluidez. Esses fatores podem influenciar na diminuição da resistência mecânica dos blocos de solo-cimento.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, pôde concluir que:

- A utilização do resíduo de caulim em substituição a argila proporciona a obtenção de características mecânicas que atendem aos parâmetros normativos;
- O aumento proporcional da substituição promoveu o aumento da resistência a compressão;
- A utilização do resíduo de caulim em componentes da construção civil contribui para a redução do passivo ambiental além agregar valor ao mesmo.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS 12024 - Métodos para moldagem e cura de corpos de prova cilíndricos de solo-cimento, 1992.

ANJOS, C. M.; NEVES, G. A. **Utilização do resíduo de caulim para a produção de blocos solo-cal**, Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.6, p.91-96, 2011.

AZEREDO, A. F. N.; CARNEIRO, A. M. P.; AZEREDO, G. A.; SARDELA, M. **Hardened properties of lime based mortars produced from kaolin wastes**. Key Engineering Materials, v.600, p.282-296, 2014.

CASTRO, R. J. S. **Efeito da adição de feldspato e/ou resíduo de caulim em formulações à base de argila**

ilítica. 2010. 140f. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

CASTRO, Sidcley F. *Incorporação de resíduos de caulim em solo-cimento para construções civis*. Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande - PB. 2008.

FERRAZ, André Luiz Nonato; SILVA, Antônio; SEGANTINI, Anderson da. *Engenharia sustentável: aproveitamento de resíduos de construção na composição de tijolos de solo-cimento*. Encontro de Energia no meio rural, 2004.

INGUZA, M. P. D.; JÚNIOR, O. F. S.; COSTA, C. G. **Recycling of kaolin processing waste as aggregate in asphalt concrete**. Materials Science Forum, v.717, p.21-29, 2014.

LUZ, A. B. *et al.* Caulim. In: LUZ, A. B.; LINZ, F. A. F. (Eds). **Rochas & Minerais Industriais - Uso e Atribuições**. 1 ed. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: Centro de Tecnologia Mineral, 2005, p. 231-262.

MERCADO, M. C. *Solo-cimento: alguns aspectos referentes à sua produção e utilização em estudo de caso*. Dissertação de Mestrado FAU/USP, São Paulo, 1990.

RESENDE, M. L. S.; MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; LEAL, A. F. **Utilização do resíduo de caulim em blocos de vedação**. Rem: Ver. Esc. Minas vol. 61 nº 3. Ouro Preto Julho/Setembro. 2008.

SOUZA, et al. *Avaliação de argamassas com cinza e casca de arroz*. In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, 51, 2007. Anais do 51º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Salvador, BA, pp. 1-12, 2007.

SOUSA, F. C. F. *Avaliação das propriedades de tijolos solo-cimento incorporados com resíduos de caulim*, Trabalho de Conclusão de Curso, 49 fls, Universidade Federal de Campina Grande-Pb, Campina Grande-PB, 2017.