

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DE CAULIM EM COMPONENTE DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Valter Ferreira de Sousa Neto¹
Thamires Guerra Dantas²
Lorayne Sousa Santos³
Priscila Maria Gonçalves Luz Sousa⁴
Ana Maria Duarte Mendonça Gonçalves⁵

^{1,2,3,4,5} Universidade Federal de Campina Grande, valterneto51@gmail.com
thamires_guerra@hotmail.com; lorayness@gmail.com
priscilaluz55@gmail.com; ana.duartermendonca@gmail.com

Introdução

A preocupação com o meio ambiente e a escassez de recursos naturais tem levado a sociedade a buscar alternativas alinhadas com novos conceitos e técnicas de crescimento sustentável, pois nos dias atuais, a sustentabilidade das atividades econômicas tem sido um dos principais desafios enfrentados pela humanidade. Assim as indústrias beneficiadoras de caulim e granito vêm preocupando os ambientalistas devido à enorme quantidade de resíduos gerados, que estão sendo lançados no ecossistema sem nenhum processo de tratamento para eliminar ou reduzir seus constituintes presentes (MOTA et al., 2011).

A exploração dos recursos naturais desencadeia um processo de contínua degradação, visto que são produzidos resíduos não aproveitados lançados indiscriminadamente ao meio ambiente (DOS ANJOS & NEVES, 2011).

O setor mineral gera grandes quantidades de resíduos de diversos tipos e níveis de periculosidade, como por exemplo, a indústria de beneficiamento do caulim, a qual produz resíduos à base de sílica, mica e caulinita em grandes quantidades. A extração desse minério produz um percentual de resíduos correspondente a 80 a 90% do volume total explorado, representando, assim, um grande impacto ambiental (MENEZES et al., 2007).

Durante o processamento do caulim primário, dois tipos de resíduos são gerados: o primeiro é o resíduo grosso, proveniente da separação do quartzo do minério, gerado logo após a extração e que representa cerca de 70% do total de resíduo produzido; o segundo é o resíduo fino, que provém da segunda etapa do beneficiamento, quando o caulim é purificado. O depósito desse material é feito a céu aberto, afetando a saúde da população adjacente (DOS ANJOS & NEVES, 2011).

Na construção civil, o resíduo de caulim vem sendo utilizado na produção de materiais alternativos de custo reduzido em relação aos convencionais. Diversas pesquisas nesse campo foram desenvolvidas, dentre as quais a introdução de resíduo de caulim como substituição da areia em blocos de areia e cimento, nas proporções de 40%, 70% e 100%, obtendo valores de resistência à compressão simples dentro das especificações estabelecidas pelas normas (REZENDE, 2006).

O tijolo de solo-cimento, também conhecido como BTC (Bloco de Terra comprimida) ou tijolo modular, é de grande utilidade para a construção civil de forma geral. Ele vem sendo aplicado em obras com o passar do tempo, nos Estados Unidos da América, por exemplo, tem sido utilizado desde o século XX, com tudo sem que houvesse uma pesquisa detalhada sobre sua utilização.

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).

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, 2006). 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).

Este trabalho tem como objetivo principal determinar a resistência à compressão de tijolos solo-cimento com incorporação de resíduos de caulim em substituição ao cimento nos teores de 10% e 20%.

Material e Métodos

Para realização desta pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais:

Cimento Portland CPIII-RS-32: cimento de alto-forno resistente a sulfatos, da marca Elizabeth, atendendo aos requisitos da norma NBR 5735 (ABNT, 1991);

Solo: Solo (argilo-minerais) que atende aos aspectos técnicos exigidos pela norma para a reação com o cimento e a água, conforme a norma NBR 10833/2012;

Resíduo de Caulim: resíduo do processamento de caulim derivado da segunda etapa do beneficiamento de caulins primários, extraídos da planície pegmatítica da Borborema, que está localizada no município de Juazeirinho-PB e foi concedido pela CAULISA indústrias S/A.

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

A Figura 1 ilustra o resíduo de caulim utilizado nesta pesquisa.



Figura 1. Resíduos de Caulim usados na produção dos tijolos.

Após a seleção dos materiais foi realizada a caracterização do resíduo de caulim a fim de se determinar suas características físicas, químicas e mineralógicas, assim como a determinação das características físicas do cimento e dos agregados. Sequencialmente foi realizado o estudo da dosagem dos materiais e moldagem dos tijolos solo-cimento de referência e com incorporação do resíduo de caulim. Por fim, foi determinada a resistência à compressão simples dos tijolos solo cimento.

Normalmente para a produção de tijolos solo-cimento se utiliza um traço de 1:12 a 1:15, porém a prensa mecânica que se dispunha na universidade apresentou algumas limitações, onde para se atingir um resultado satisfatório optou-se por utilizar um traço de 1:6, com substituição do cimento por resíduo de caulim nos teores de 10% e 20%. A escolha dos percentuais de substituição do cimento por resíduo de caulim foi determinada a partir de informações extraídas de pesquisas anteriores acerca do tema e do conhecimento das propriedades do material. A determinação da resistência a compressão foi realizada para as idades de controle de 24 horas e de 7 dias.

Moldagem dos corpos de prova

Para as moldagens dos corpos de prova desta pesquisa, foi seguido o procedimento padrão de preparo do material no misturador, onde, após a homogeneização dos materiais, ocorreu a moldagem dos corpos de prova e posteriormente foi realizada a cura.

Os tijolos solo-cimento foram estocados em câmara úmida, para posteriormente serem submetidos a ensaio para determinação da resistência a compressão simples nas idades de controle de 24 horas e de 7 dias. A Tabela 1 apresenta o proporcionamento dos materiais utilizados nesta pesquisa.

Tabela 1. Proporcionamento dos materiais utilizados nesta pesquisa

	Solo (kg)	Cimento (kg)	Resíduo de caulim (kg)	Água (ml)
Tijolos de referência	18	3	0	1100
Tijolos com 10% de resíduo de caulim	18	2700	300	1100
Tijolos com 10% de resíduo de caulim	18	2400	600	1100

Resultados e Discussão

A Figura 2 ilustra os resultados de resistência à compressão simples para os tijolos de solo-cimento de referência e com substituição do cimento por 10% e 20% de resíduo de caulim em função da idade de controle.

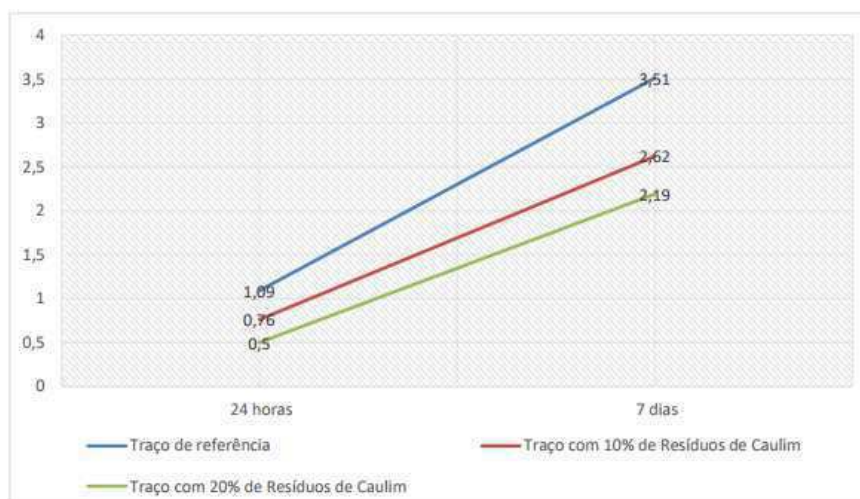


Figura 2. Resistência à compressão simples para os tijolos de solo-cimento de referência e com substituição do cimento por 10% e 20% de Resíduo de Caulim.

De acordo com a Figura 2, verificou-se que a incorporação do resíduo de caulim no teor de 10% promoveu uma redução da resistência a compressão em, aproximadamente, 30% para a idade de controle de 24 horas e 25% para a idade de controle de 7 dias. Para a substituição do cimento por 20% de resíduo de caulim observou-se uma redução da resistência característica em, aproximadamente, 50% para a idade de controle de 24 horas e 29% para a idade de controle de 7 dias.

De acordo com a norma NBR 8491 (ABNT, 1984), que preconiza um valor médio de resistência à compressão simples dos tijolos solo-cimento analisados deve ser, no mínimo, de 2,0 MPa, de modo que nenhum dos valores individuais esteja inferior a 1,7 MPa, na idade mínima de 7 dias. Assim os tijolos solo-cimento com incorporação de 10% e 20% de resíduos de caulim apresentaram resultados que satisfazem os parâmetros normativos.

Assim, verifica-se que é possível utilizar o resíduo de caulim em substituição parcial ao cimento Portland e obter tijolos solo-cimento que também atendam aos parâmetros normativos. Desse modo, há uma redução do volume de resíduo a ser descartado, minimizando o impacto ambiental e os danos à saúde de animais e pessoas, além de agregar valor a um material indesejável. Desta forma, faz-se necessário um estudo mais profundo acerca da possibilidade de utilização do resíduo de caulim para produção de tijolos solo-cimento, especialmente quanto à absorção, resistência à tração e a possibilidade de utilização de teores superiores aos utilizados neste estudo, bem como um levantamento quanto ao custo final do produto.

Estudos vêm sendo realizados por pesquisadores da Universidade Federal de Campina Grande, visando à utilização do resíduo de caulim em setores como: na produção de blocos solo-cal (DOS ANJOS, et al., 2011), em composições para produção de revestimentos cerâmicos (MENDONÇA et al., 2012) etc., visando desta forma dar uma destinação correta ao resíduo e mitigar os impactos do descarte deste no meio ambiente.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, pôde-se concluir que:

Apesar da redução da resistência apresentada devido a incorporação de resíduos de caulim aos tijolos de solo-cimento, seus índices de resistência são satisfatórios segundo a norma, o que não compromete sua utilização.

A possibilidade de incorporação do resíduo de caulim em tijolos de solo-cimento, com incorporação de 10% e 20%, traz um fim sustentável para tal resíduo. A incorporação desse resíduo nos tijolos solo-cimento garante um fim sustentável para esse resíduo, reduzindo assim sua necessidade de armazenamento e consequente descarte ao meio ambiente, o que acarreta na redução dos danos ambientais causados por tal resíduo.

Referências

- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro, 1984. 5p.
- ABNT. Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 10832: Fabricação de tijolo maciço de solo-cimento com a utilização de prensa manual. Rio de Janeiro, 1989. 3p.
- DOS ANJOS, C. M.; NEVES, G. A. Utilização do resíduo de caulim para a produção de blocos solo-cal. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2011.
- FERRAZ, A. L. N. Análise da Adição de Resíduos de Argamassa de Cimento em Tijolos Prensados de Solo-Cimento. Dissertação (Mestrado). UNESP. Ilha Solteira-SP, 2004, 92p.
- MENDONÇA A. M. G. D.; CARTAXO, J. M.; MENEZES, R. R.; SANTANA, L. N. L.; NEVES G. A.; FERREIRA, H. C.; Expansão por umidade de revestimentos cerâmicos incorporados com resíduos de granito e caulim, *Cerâmica*, v.58, p.216-224, 2012.
- MENEZES, R. R. et al. Análise da co-utilização do resíduo do beneficiamento de caulim e serragem de granito para produção de blocos e telhas cerâmicos. *Cerâmica*, v.53, n.326, 2007.
- MERCADO, M. C. Solo-cimento: alguns aspectos referentes a sua produção e utilização em estudo de caso. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.
- MOTA, J. D.; OLIVEIRA, D. de F.; TRAJANO, M. F.; SANTIAGO, N. de O.; SILVA, A. P. de A. Aproveitamento dos resíduos de granito e caulim como materiais aditivos na produção de tijolos ecológicos. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2011.
- NEVES, G. A; MENEZES, R. R., FERREIRA, H. S. Uso de Rejeitos de Granitos como matérias primas Cerâmicas. *Cerâmica*, v.48, p.1-9, 2002.
- REZENDE, M. L. S. et al. Gerência de resíduos de caulim: estudo da viabilidade para produção de blocos de concreto. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 2006, Bauru, SP. Anais. 2006, CD-ROM.
- SILVA, E. P., J. NASCIMENTO, W. B.; BARBOSA, N. P.; LEAL A. F. Avaliação de painéis de tijolos prensados de solo-cimento incorporados com resíduos de calçados (EVA). In: Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.3. n.2, p.44-49. 2008.