

Uso de Resíduos Sólidos na Produção Mais Limpas de Tijolos de Solo Cimento: Caracterização Física e Mecânica

PAULO SÉRGIO DA SILVA

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas/ Centro Universitário de Maringá-PR

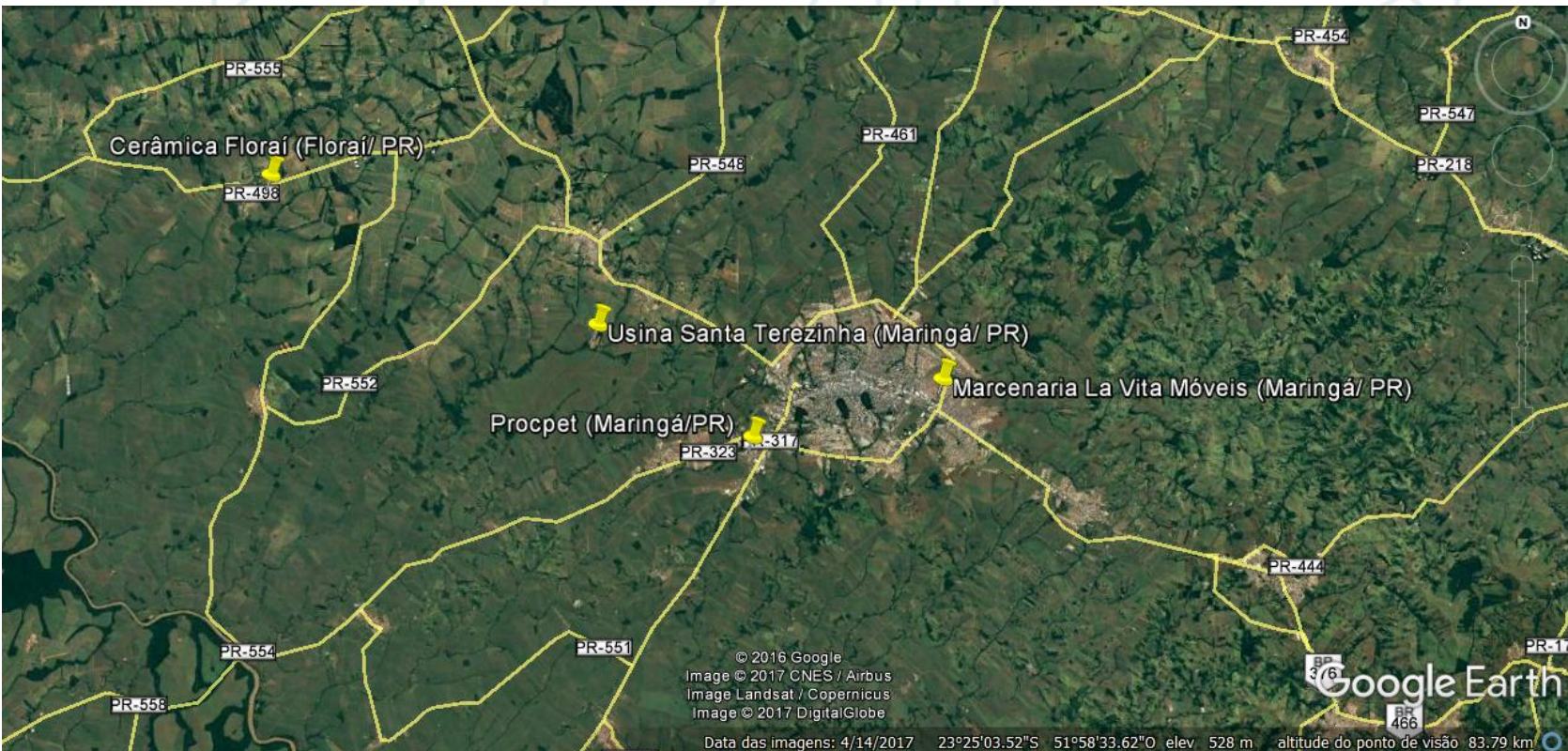
Introdução

- Desenvolvimento de materiais obtidos de fontes renováveis ou de reciclagem;
- Alternativa com as diretrizes do desenvolvimento sustentável;
- Atividades de diversos processos industriais que geram resíduos passíveis de utilização como matéria-prima de outros produtos;
- Objetivo foi associar algumas matérias-primas na elaboração de tijolos solo-cimento.

Métodos

Obtenção de matérias primas:

- O solo fornecido pela Cerâmica Florai ;
- A cinza do bagaço de cana da Usina Santa Terezinha;
- PET triturado fornecido pela empresa Procpet;
- O pó de serra cedido pela Marcenaria La Vita Móveis;



Métodos

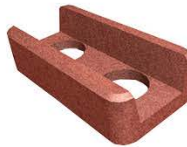
- **Produção dos Materiais Compósitos:** os materiais de solo-cimento-resíduos - dimensões de 5 cm (largura) x 20 cm (comprimento) x 5 cm (altura).
- Ano da realização da pesquisa – Agosto de 2013 a Dezembro de 2014



TIJOLO ECOLÓGICO



MEIO TIJOLO
ECOLÓGICO



CANALETA



TIJOLO MODULAR
LISO



PAVER DE SOLO
CIMENTO PARA DECORAÇÃO



TIJOLO
BICO CURVO



TIJOLO MACIÇO
COM ENCAIXE



TIJOLO MACIÇO
CONVENCIONAL



PASTILHA DE REVESTIMENTO
DECORAÇÃO



TIJOLO TRAMEIA
PARA DECORAÇÃO

Ilustração. Fonte :<http://www.sahara.com.br/produtos/maquinas-de-tijolos-ecologicos-solo-cimento/linha-manual-modular/prensa-de-tijolos-manual-modular.php> (Acesso: 21/05/2017)

Tabla 1. Composición de las mezclas de tierra, cemento, ceniza del bagaço de caña, aserrín y PET para la producción de ladrillos de suelo cemento.

Mezcla	Composición (% do total, en massa)				
	Suelo	Cemento	Cenizas (CBC)	Aserrín (PS)	PET
1	100	-	-	-	-
2A	90	10	-	-	-
2B	80	20	-	-	-
2C	70	30	-	-	-
3	70	-	30	-	-
4A	70	20	10	-	-
4B	70	10	20	-	-
5A	60	30	-	10	-
5B	70	20	-	10	-
6	60	-	30	10	-
7A	60	20	10	10	-
7B	70	10	10	10	-
8A	60	20	10	-	10
8B	60	10	20	-	10
9A	60	20	10	-	10
9B	60	10	20	-	10
10A	50	10	20	-	20
10B	60	10	20	-	10 (*)

(*)PET con propileno glicol

Métodos

- Composição das misturas de **solo, cimento, cinza, pó de serra e PET**, para produção dos tijolos de solo-cimento

Métodos

- **Caracterização Química e Física dos Tijolos de solo-cimento-reciclados;**
- **Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X;**
- **Absorção de água por imersão;**
- **Análise de Microscopia Eletrônica de Varredura;**
- **Difração de raios-X ;**
- **Ensaio de Resistência a Compressão dos Tijolos de solo-cimento.**

Resultados e Discussão

Produção dos tijolos de solo-cimento-reciclados:

- ✓ Diversos materiais com porcentagens diferentes de cimento e com incorporações diferentes de cinza de bagaço de cana, pó de serra e resíduos de PET (PET não permitiu uma mistura homogênea);

Caracterização Química e Física dos Tijolos de solo-cimento-reciclados;

- ✓ Resultados promissores no problema de resistência compressão, de tração por compressão diametral, a tensão de flexão, e a absorção de água. Pode ser utilizado como um substituto parcial da areia no concreto produzido com clínquer cimento modificado.

Resultados e Discussão

Caracterização Química e Física dos Tijolos de solo-cimento-reciclados;

A análise por microscopia eletrônica de varredura (Figura 1) mostrou para cada composição estudada uma superfície pouco porosa indicando uma boa adesão dos materiais. (Figura 1A) confirmada pela micrografia (Figura 1B), análises de cada composição aplicando um tratamento térmico de 600°C.

Mesmo após o tratamento térmico não houve segregação de fases e a incorporação do material reciclado continuou distribuído uniformemente pelo tijolo de solo-cimento, confirmando a informação obtidas na análise de raios-X.

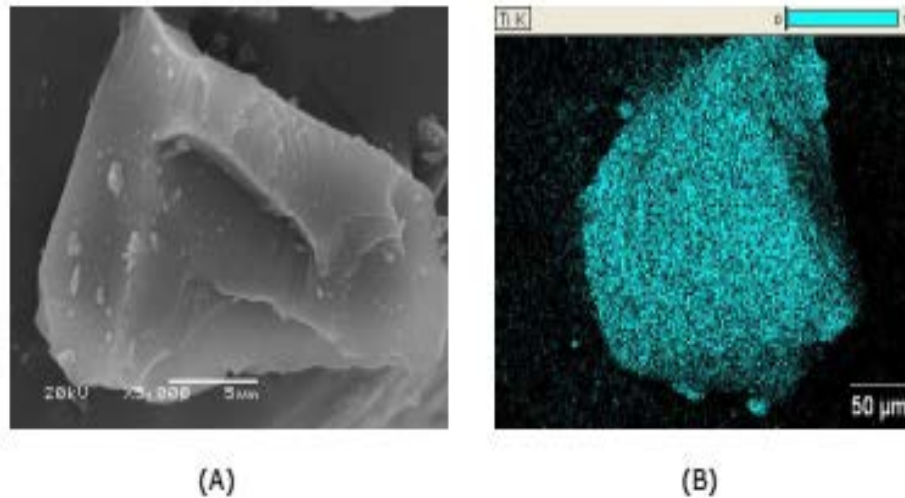


Figura 1. Micrografia de ladrillo reciclado de suelo cemento: (A) con detector de imágenes de electrones secundarios (B) Imagen obtenida con EDS para Ti.

Resultados e Discussão

Tabla 2. Absorción de agua en ladrillos de suelo cemento reciclado y la resistencia (MPa) a la compresión de ladrillos de suelo cemento reciclados.

Suelo	Cemento	Cenizas (CBC)	Aserrín (PS)	PET	AA*	Resistencia (Mpa) 28 días	Resistencia (Mpa) 56 días
100	-	-	-	-	19,8	1,60	1,78
90	10	-	-	-	17,1	7,71	7,77
80	20	-	-	-	17,2	8,54	8,63
70	30	-	-	-	17,5	9,87	9,91
70	-	30	-	-	12,5	7,21	7,35
70	20	10	-	-	12,8	8,14	8,42
70	10	20	-	-	12,6	8,26	8,32
60	30	-	10	-	14,7	9,04	9,74
70	20	-	10	-	14,5	7,96	8,05
60	-	30	10	-	13,3	6,87	6,91
60	20	10	10	-	14,1	8,62	8,75
70	10	10	10	-	13,5	8,32	8,44

*Prueba de Absorción de Agua (AA)

- Ensaios foram realizados aos 28 e 56 dias após o preparo.
- A análise dos resultados obtidos identificou uma tendência ao atendimento das exigências da NBR 8492/2012. Segundo a norma, a resistência à compressão para tijolos maciços de solo-cimento não deve ser inferior a 2,0 MPa

Conclusões

- A incorporação de cinza do bagaço de cana e do pó de serra no tijolo de solo-cimento, associado à diminuição da porcentagem de cimento na mistura mostrou que a resistência dos materiais produzidos é superior a 2 Mpa e com absorção de água abaixo do valor máximo de 20% recomendado pela norma. Desta forma por considerações econômicas e ambientais os tijolos de solo-cimento-reciclados obtidos com a presença de cinza do bagaço de cana e pó de serra podem ser fabricados e aplicados na construção civil sem função estrutural.
- A aplicação destes resíduos sólidos (cinza do bagaço de cana e pó de serra) na produção de tijolos mostra uma alternativa viável e integra o benefício da produção de tijolos com a redução de insumos (resíduos sólidos) com elevado impacto ambiental em função da grande quantidade gerada e a falta de destinação correta.

Agradecimentos

Mestrado em Tecnologias Limpas do Centro Universitário Cesumar, Diretoria de Pesquisa do UniCesumar, Universidade Estadual de Maringá – UEM em função de análises realizadas na Central Analítica, Cerâmica Florai, Usina Santa Terezinha, Marcenaria La Vita Móvies e Procpet – Materiais Reciclados de Plástico.

PAIXÃO, R. M.^A; SILVA, J. R. R. DA^A; AQUOTTI, N. C. F.^B; SILVA, P. S. DA^B; LIZAMA, M. A. P.^{B,C}; ANDREAZZI, M. A.^{B,C}; GONÇALVES, J. E.^{B,C,*}

a. Centro Universitário de Maringá/ Av. Guedner, 1610, 87.050-390, Maringá - Paraná, Brasil

b. ²Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas/ Centro Universitário de Maringá/ Av. Guedner, 1610, 87.050-390, Maringá – Paraná, Brasil / phone + 55 44 98802-3286

c. ³Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação – ICETI/ Av. Guedner, 1610, 87.050-390, Maringá - Paraná, Brasil

*Corresponding author, jose.goncalves@unicesumar.edu.br

Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2012. NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento - Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro: ABNT, 04 páginas. <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=193718>. último acesso Enero 2017.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2013. NBR 12118: Tijolo maciço de solo-cimento - Procedimentos para verificar a absorção de água para blocos de tijolo e concreto de alvenaria. Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 14 páginas. <http://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=314197>. último acesso Enero 2017.
- ALMEIDA, Alessandra Eutuko Feuzicana de Souza. TONOLI, Gustavo Henrique Denzin. SANTOS, Sergio Francisco. & SAVASTANO Junior Holmer, 2013. Improved durability of vegetable fiber reinforced cement composite subject to accelerated carbonation at early age. *Cement & Concrete Composites*, 42, 49-58.
- BRAGANÇA, Fabio de Campos. VALADARES, Leonardo Fonseca. LEITE, Carlos Alberto de Paula & GALEMBECK, Fernando, 2007. Counterion effect on the morphological and mechanical properties of polymer-clay nanocomposites prepared in an aqueous medium. *Chemistry of Materials*, 19, 33343342.
- CORRÊA, Andréa Aparecida Ribeiro. TEIXEIRA, Vitor Hugo. LOPES, Sebastião Pereira, & Oliveira, Marcelo Silva, 2006. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do Adobe (tijolo de Terra Crua). *Ciência e. Agrotecnologia*, 30(3), 503-515.
- DALLACORT, Rivanildo. LIMA JUNIOR, Humberto Carlos. WILLRICH, Fábio Leonardo. BARBOSA, Normando Paulo, 2002. Resistência à compressão do solo-cimento com substituição parcial do cimento Portland por resíduo cerâmico moído. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 6(3), 511518.
- FERRARI, Vladimir José. SOUZA, Álvaro Henrique Cândido. BALTAZAR, Henriqu Paes. DOTTO, Wilgner. VIEIRA NETO, José Gabriel, 2014. Tijolos vazados de solo-cimento produzidos com solo da Região do Arenito Caiuá do Paraná. *Ambiente Construído*, 14(3), 131-148,
- FREITAS, Eliane de Souza, 2005. Caracterização da Cinza do Bagaço da Cana-de-Açúcar do Município dos Campos Goytacazes Para Uso na Construção Civil. Rio de Janeiro, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro.

Referências

- GALEMBECK, Fernando. BARBOSA, Cezar Augusto Sales. SOUZA, Rafael Aarromba, 2009. Aproveitamento sustentável de biomassa e de recursos naturais na inovação química. *Química Nova*, 32(3), 571 – 581.
- GRANDE, Fernando Mazzeo, 2003. Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com adição de sílica ativa. São Carlos: EESC-USP, 165p. Dissertação Mestrado.
- MANFROI, Eliz Paula. CHERIAF, Malik. ROCHA, Janaide Cavalcante, 2014. MICROSTRUCTURE, MINERALOGY AND environmental evaluation of cementitious composites produced with red mud waste. *Construction and Building Materials*, 67, 29-36.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2010. II Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de gases de Efeito Estufa. Relatório de referência: Emissões de gases de efeito estufa nos processos Industriais – Produtos minerais, Parte I – Produção de Cimento. Brasília, 2010. Disponível em www.mct.gov.br/upd_blob/0228/228962.pdf. último acesso Enero 2017.
- MELO, Alúcio Braz. BARBOSA, Normando Perrazo. LIMA, Marçal Rosas Florentino. SILVA Elisângela Pereira, 2011. Desempenho estrutural de protótipo de alvenaria construída com blocos de terra crua estabilizada. *Ambiente Construído*, 11(2), 111–124,
- PAULA, Marcos O. TINÔCO, Ilda de F. F. RODRIGUES, Conrado S. SILVA, Elizabeth N. SOUZA, Cecília de F., 2009. Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13, 353-357.
- RIPPEL, Márcia Maria. BRAGANCA, Fábio do Carmo, 2009. Natural Rubber and Nanocomposites with Clay. *Quimica Nova*, 32, 818-826.
- RODRIGUES, André W. BRASILEIRO, Maria I. ARAÚJO, Williane. ARAÚJO, Edcléide M., NEVES, Gelmires A. MELO, Tomás J. A., 2007. Desenvolvimento de nanocompósitos polipropileno/argila Bentonita Brasileira: I Tratamento da argila e influência de compatibilizantes polares nas propriedades mecânicas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 17, 219 – 227.

Referências

- SALES, A. LIMA, S. A., 2010. Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement. *Waste Management*, 30, 1114-1122.
- SILVA, E. P. NASCIMENTO, J. W. B. BARBOSA, N. P. LEAL, A. F., 2008. Avaliação de painéis de tijolos prensados de solo-cimento incorporados com resíduos de calçados (EVA). *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 3(2), 44-49.
- SOUZA, Márcia I. B. SEGANTINI, Antônio A. S. PEREIRA, Joelma A., 2008. Tijolos prensados de solocimento confeccionados com resíduos de concreto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 12(2), 205-212.
- SOUZA, Thiago Augusto Corrêa. NUNES, Grécia Aparecida. SOARES, Juzelma Marinques. QUEIROZ, Marluce Teixeira, 2011. Andrade Análise preliminar da resistência à compressão de tijolos ecológicos fabricados no município de Ipaba. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 3(1), 48-61.
- TAWFIK, Magda E. ESKANDER, Samir, 2006. Polymer Concrete from Marble Wastes and Recycled Poly (ethylene terephthalate). *Journal of Elastomers and Plastics*, 38, 65-79.
- VALADARES, Leonardo F. LEITE, Carlos Alberto Paula. GALEMBECK, Fernando, 2006. Preparation of natural rubber montmorillonite nanocomposite in aqueous medium: evidence for polymer-platelet adhesion. *Polymer*, 47, 672-678.
- VIEIRA NETO, José Gabriel, 2012. Análise da utilização de diferentes misturas de solo-cimento com vistas à produção de tijolos maciços. *Acta Iguazu*, 1(3), 71-87.
- YANG, H. CHENG, C. PAN, L. LU, H. SUN, H., Hu, X., 2009. Preparation of double-layer glassceramic/ceramic tile from bauxite tailings and red mud. *Journal of the European Ceramic Society*, 29, 1887-1894.
- YANG, Jiakuan. XIAO, Bo., 2008. Development of unsintered construction materials red mud wastes produced in the sintering alumina process. *Construction and Building materials*, 22, 2299-2307.

Fim

“A base de toda a sustentabilidade é o desenvolvimento humano que deve contemplar um melhor relacionamento do homem com os semelhantes e a Natureza”

Nagib Anderáos Neto

- https://pensador.uol.com.br/autor/nagib_anderaos_netto/