

PRODUÇÃO DE SOLO-CIMENTO (TIJOLO ECOLÓGICO) UTILIZANDO RESÍDUO DO POLIMENTO DE GRÉS DE PORCELANATO COMO FONTE DE SÍLICA

Rodrigo Mendes

Professor do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da
Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

Endereço: UNOESC, Campus de Videira-Centro Biotecnológico, LEMA. Rua Paese, 198,
CEP: 89560-000, Videira-SC. E-mail: <rodrigo@versattoengenharia.com.br>.

Robin Alex Reyes Zanotti

Aluno do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

Endereço: UNOESC, Campus de Videira-Centro Biotecnológico, LEMA. Rua Paese, 198, CEP: 89560-000,
Videira-SC. E-mail: <robbinreyes@hotmail.com>.

Jean Carlo Salomé dos Santos Menezes

Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Biotecnologia (PPGCB)
da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC).

Endereço: UNOESC, Campus de Videira-Centro Biotecnológico, LEMA. Rua Paese, 198,
CEP: 89560-000, Videira-SC. E-mail: <jean.menezes@unoesc.edu.br>.

RESUMO

Através de ensaios em laboratório objetivou-se avaliar a possibilidade de aproveitamento do resíduo de porcelanato para a produção de tijolos de solo-cimento. São apresentados resultados de ensaios de laboratório, foram realizados ensaios de caracterização do solo, composição do resíduo, absorção de água e resistência a compressão. O aproveitamento do resíduo na fabricação do tijolo solo-cimento é uma alternativa sustentável preservando os recursos não renováveis.

Palavras-chaves: Tijolo ecológico, resíduo de porcelanato, desenvolvimento sustentável.

INTRODUÇÃO

As cerâmicas porcelânicas sinterizadas, conhecidas como porcelanato, são uma classe de produtos cerâmicos utilizados para revestimentos, as indústrias de revestimento cerâmico do tipo porcelanato geram aproximadamente 300g.m⁻² de resíduos provenientes do seu polimento. Somente uma empresa na região de Criciúma produz 36 milhões de m²/ano de porcelanatos, resultando em uma produção aproximada de 1000t por mês de resíduo rico em feldspato alcalino resultante do polimento de porcelanatos produzidos. (Krummer el. al. 2005, Bristot, 2010)

A busca de novas fontes de matéria prima e por processos que causem um menor impacto

ao meio ambiente, a tendência de escassez dos recursos naturais são preocupações também do setor civil. A reciclagem de resíduos, o desenvolvimento sustentável e a eliminação do desperdício no canteiro de obras por meio da racionalização de materiais e mão de obras são desafios a serem superados (Gonçalves el. al., 2006).

Neste contexto surge o interesse da incorporação do resíduo gerado durante o processo de lixamento do grés de porcelanato na indústria cerâmica, como material alternativo à incorporação de areia comercial na mistura utilizada na produção de solo-cimento, também conhecido como “tijolo ecológico”, pois dispensam o pro-

cesso da queima, não requerendo o uso de lenha, gás ou eletricidade, principal vantagem do ponto de vista da sustentabilidade.

O tijolo de solo-cimento é o material obtido pela mistura íntima de solo, cimento Portland e água compactados em prensa hidráulica ou manual, de acordo com Grande(2003) representam uma alternativa em sintonia com o desenvolvimento sustentável, requerem baixo consumo de energia na extração da matéria prima, dispensam o processo de queima. Outro fator importante é o seu design, a produção do tipo modular possibilitam a redução de desperdícios, diminuindo o volume gerado de entulho, reduz a mão de obra e o tempo gasto na hora da construção.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia do trabalho consistiu na caracterização dos materiais em estudo e determinação dos parâmetros de resistência e absorção dos produtos resultantes. Foram realizados ensaios de laboratório para a caracterização do solo, do resíduo de porcelanato, dos traços de solo-cimento e tijolos produzidos.

As etapas para a produção do solo-cimento são: Preparo do solo/mistura, retirada de materiais grosseiros como pedregulhos, raízes, destorroamento do solo em seguida peneiramento com a peneira nº 4. A mistura é feita com o resíduo e cimento, para adquirir as propriedades necessárias para a prensagem, para homogeneização é utilizado a betoneira adicionando-se água até a umidade ótima. Após essa etapa ocorre a moldagem do tijolo ecológico na prensa manual, após compactados o tijolo é retirado da prensa e armazenado. Após armazenado ocorre a cura dos tijolos solo-cimento por no mínimo sete dias seguidos, após 28 dias a cura está completa.

SOLO.

O solo utilizado na composição do solo-cimento foi coletado em Videira-SC; trata-se de um solo do tipo Argissolos (Terra Bruna e Bruna Roxa Estruturada). Que se presta para a fabricação do tijolo ecológico, quando adicionado sílica para aumentar a sua porosidade.

CIMENTO.

Com relação ao cimento, usou-se CP II Z-32, possui propriedades satisfatórias para confecção de solo-cimento, além disso, os cimentos Portland compostos (CP II) são os mais utilizados, sendo facilmente encontrados no mercado, respondendo por aproximadamente 75% da produção industrial brasileira.

RESÍDUO.

O resíduo rico em feldspato alcalino foi fornecido pela empresa Cerâmica Eliane S/A, somente esta empresa produz aproximadamente 1000t do resíduo por mês, atualmente destinado a aterramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DO RESÍDUO.

Para a caracterização mineralógica utilizou-se a técnica da difração de raios-x, as análises mostradas a seguir foram realizadas em um difratômetro de raio-x Siemens D500.

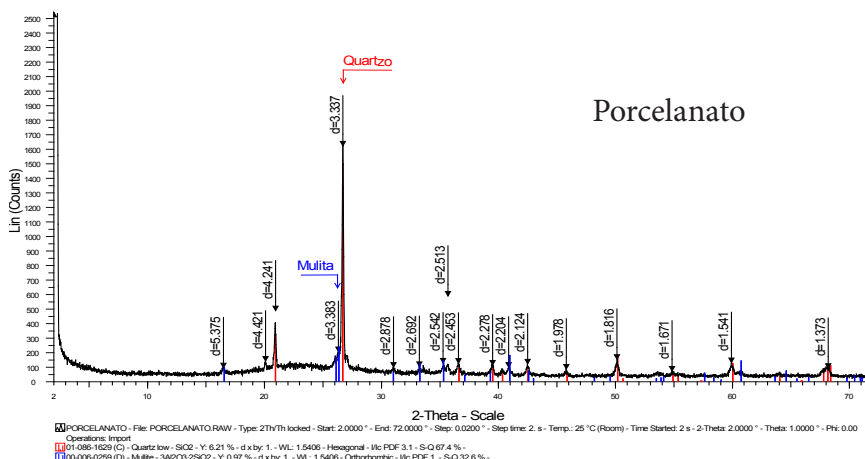


Figura 01: Difração de Raio-X do Pó de Porcelanato.

Os resultados obtidos demonstram que as fases majoritárias são os óxidos de silício e silício-alumínio, também apresentando um pico para feldspato de potássio. Os resultados apontam que o material pode apresentar um potencial de alcalinidade e as fases predominantes são desejadas para a produção do solo-cimento (tijolo ecológico).

Foi realizado também a análise de fluorescência de Raio X em um espectrômetro de fluorescência de raio X Rigaku RIX 2000.

A tabela 1, apresenta os resultados obtidos do resíduo gerado durante a etapa de polimento de porcelanatos pela Cerâmica Eliane S/A.

Elemento	Massa (%)
Mg	4.689
Al	13.026
Si	57.361
P	0.502
S	1.605
Cl	2.875
K	5.669
Ca	4.98
Ti	0.524
Cr	0.091
Mn	0.291
Fe	3.302
Ni	0.044
Cu	0.124
Zn	0.126

Os resultados indicam que o material apresenta como componentes majoritários os elementos Alumínio e Silício, apresenta também uma concentração de potássio, indicando o potencial alcalino do mesmo, uma vez que o óxido de potássio e uma agente alcalinizante e quando dissolvido em água apresenta elevação do pH. A alta concentração de sílica indica que o resíduo tem potencial para aplicação na produção de solo-cimento em substituição a areia comercial.

CARACTERIZAÇÃO DE ACORDO COM ABNT NBR 10004/2004.

A NBR 10004/2004 classifica os resíduos quanto ao seu caráter de periculosidade, o resíduo do polimento de porcelanato foi preparado e submetido ao ensaio de lixiviação.

Tabela 2. Resultados do Ensaio de Lixiviação do Resíduo de Pó de Porcelanato.

Parâmetros Analisados	Resultados	Limite Máximo (NBR 10004)
Arsênio (mg.L ⁻¹)	ND	5,0
Bário (mg.L ⁻¹)	0,696	100,0
Cádmio (mg.L ⁻¹)	0,005	0,50
Chumbo (mg.L ⁻¹)	0,030	5,0
Cromo (mg.L ⁻¹)	ND	5,0
Fluoretos (mg.L ⁻¹)	<0,08	150,0
Mercúrio (mg.L ⁻¹)	ND	0,10
Prata (mg.L ⁻¹)	ND	5,0
Selênio (mg.L ⁻¹)	ND	1,0

Os resultados obtidos demonstram que nenhum padrão determinado pela norma foi excedido, portanto o material foi submetido ao ensaio de solubilização para confirmar a sua característica inerte. O material foi submetido ao ensaio de solubilização normatizado pela NBR 10006/2004 da ABNT, resultados apresentados na tabela 3.

Os resultados obtidos no ensaio de solubilização demonstra que o único padrão estabelecido pela norma NBR 10006/2004 que apresentou não conformidade com a Norma Brasileira foi o pH da solução obtida após o ensaio de solubilização.

Tabela 3. Resultados do Ensaio de Solubilização do Resíduo do Pó de Porcelanato

Parametros Analisados	Resultados	Limite Máximo (NBR 10004)
pH	13,8	12,5
Dureza (mg.L ⁻¹)	25,00	500,00
Fenóis (mg.L ⁻¹)	ND	0,001
Mercúrio	ND	0,001
Arsênio	ND	0,05
Bário	ND	1,00
Cádmio	ND	0,005
Chumbo	ND	0,05
Cromo	ND	0,05
Alumínio	0,003	0,20
Ferro	0,140	0,30

Manganês	0,001	0,10
Sódio	1,360	200,00
Zinco	ND	5,00
Cobre	ND	1,00
Cianeto	ND	0,10
Fluoreto	ND	1,50
Nitrato	ND	10,00
Cloreto	ND	250,00
Sulfato	15,0	400,00
Surfactantes	ND	0,20

O fato de qualquer parâmetro ser excedido determina a classificação do resíduo analisado como Resíduo Classe II A – Não inertes, este tipo de resíduo deve ser destinado adequadamente, normalmente tendo como destinação final o aterramento. A sua aplicação como fonte de sílica na produção de solo-cimento e uma alternativa interessante para o reuso do material.

COMPOSIÇÃO DO TRAÇADO.

Na tabela 04 apresenta-se a composição dos traços utilizados na produção do tijolo ecológico.

Traço	Argila e Silte (%)	Areia (%)	Cimento (%)
Mistura 1	40	60	10
Mistura 2	35	65	10
Mistura 3	30	70	10

Tabela 4: Traçado utilizado para a produção do tijolo solo-cimento.

Para o solo adquirir as características da tabela foi efetuado a correção granulométrica com a adição do resíduo do polimento do porcelanato para elevar a porcentagem de areia uma vez que o solo encontrado em Videira-SC é altamente argiloso, o resíduo possui características físicas semelhantes a areia grossa, tornando-os viáveis para a produção de solo-cimento.

A mistura contendo 70% de areia e 30% de argila e silte é uma composição indicada para a produção de tijolo solo-cimento.

ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO.

A umidade ótima e um parâmetro importante para trabalhos realizados com solos, pois propicia condições melhores de trabalhabilidade e máxima compactação do material,

Proporcionando maiores valores de densidade, resistência e durabilidade, ensaios foram realizados de acordo com a NBR 12023/92.

Tabela 5. Resultado do ensaio de compactação.

Traço	Umidade Ótima (%)
Mistura 1	14,3
Mistura 2	13,9
Mistura 3	13,3

Observa-se na tabela 05 que a adição de resíduo diminui a umidade ótima, assim a adição do resíduo promove um material mais compacto, promovendo a melhor acomodação das partículas, obtendo o material mais resistente.

ENSAIOS DE RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO.

Os corpos de prova foram submetidos a testes no laboratório para resistência de compressão com 28 dias de idade, segue na tabela a seguir os resultados obtidos.

Traço	Resistência Média (MPa)
Mistura 1	6,33
Mistura 2	6,60
Mistura 3	6,83

Tabela 6: Resultados do teste de compressão.

A resistência média dos corpos de provas com idade média de 28 dias atenderam as exigências da NBR 8491/84 que prescreve valor médio maior ou igual de 2 MPa, a resistência a compressão é a propriedade de maior importância pois está diretamente relacionada ao desempenho do tijolo-ecológico na edificação

ENSAIOS DE ABSORÇÃO.

A seguir na tabela mostra os resultados obtidos no ensaio de absorção de água, realizados de acordo com a NBR 842/94.

Tabela 7: Resultados do ensaio de absorção de água.

Traço	Absorção (%)
Mistura 1	9,03
Mistura 2	8,70
Mistura 3	8,33

Observa-se que os três traços atenderam a NBR 8491/94 onde a absorção máxima permitida é de 20%, a absorção de água está dentro da norma em todos os traços.

CONCLUSÕES

- ♦ O resíduo de porcelanato é enquadrado na classificação de resíduos sólidos classe IIA – Não inertes, necessitando de um descarte apropriado, na maioria das vezes destinado a aterros sanitários, o que aumenta o custo das empresas geradoras.
- ♦ Resultados obtidos da caracterização do resíduo de porcelanato indicaram um potencial de geração de alcalinidade e as fases predominantes óxidos de silício e silício-alumínio são desejadas para a produção do solo-cimento.
- ♦ O tijolo de solo-cimento com adição do resíduo de porcelanato atendeu as normais na ABNT de resistência a compressão e absorção de água.
- ♦ A adição do resíduo de porcelanato possibilitou condições técnicas para a produção do tijolo ecológico, contribui para reduzir o volume destinado a aterramento.
- ♦ Configura-se o desenvolvimento sustentável o aproveitamento do resíduo para a produção de tijolo ecológico, reduzindo a exploração de recursos naturais, e com a dispensa do processo de queima.

REFERENCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1984). *NBR 8491*: Tijolo maciço de solo-cimento. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1984). *NBR 8492*: Tijolo maciço de solo-cimento – Determinação da resistência à compressão e da absorção d'água. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986). *NBR 6457*: Amostra de solo – Preparação para ensaios de caracterização. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986). *NBR 7182*: Solo – Ensaio de compactação. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1989). *NBR 10832*: Fabricação de Tijolo Maciço de Solo-Cimento com a Utilização de Prensa Manual. Rio de Janeiro.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1989). *NBR 10833*: Fabricação de Tijolo Maciço e Bloco Vazado de Solo-Cimento com Utilização de Prensa Hidráulica. Rio de Janeiro.

Grande, F. G. (2003). *Fabricação de Tijolos Modulares de Solo-Cimento por Prensagem Manual com e sem Adição de Silica Ativa*. 165 f. (Maester's thesis of Arquitetura) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-07072003-160408/>>. (Acesso em: 3 maio 2013).

Kummer, L., Bassetti, F. J., Riella, H.G., Azevedo, J.R (2005). Reutilização dos Resíduos de Polimento de Porcelanato e Feldspato na Fabricação de Novo Produto Cerâmico. *Revista Cerâmica Industrial*, 12(3), 34-38.

Souza, T.A.C., Nunes, G.A., Soares, J.M., Queiroz, M.T.A. (2011). Análise Preliminar da Resistência à Compressão de Tijolos Ecológicos no Município de Ipaba. *IJIE – Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*. Florianópolis, 3(1), 48-61. (Julho).

ABSTRACT

Through laboratory tests aimed to evaluate the possibility of using the residue from porcelain to produce soil-cement bricks. Laboratory test results are presented characterization tests the soil, composition of the waste water absorption and compressive strength were conducted. The use of waste in manufacturing brick soil-cement is a sustainable alternative preserving non-renewable resources.

Keywords: Ecological Brick, residue porcelain, sustainable development.