

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO ALTERNATIVA PARA DIMINUIR A QUANTIDADE DE UTILIZAÇÃO DA ARGILA NA CONFEÇÃO DE PRODUTOS CERÂMICOS¹

INCORPORATION OF SOLID WASTE AS AN ALTERNATIVE TO REDUCE THE QUANTITY OF USE OF CLAY IN THE CERAMIC PRODUCTS MANUFACTURE

**Rafael Reinheimer Dos Santos², Lucas Carvalho Vier³, Camila Taciane
Rossi⁴, Eduardo Flores Henchen⁵, Joice Moura Da Silva⁶, Marcelle Engler
Bridi⁷**

¹ Artigo referente ao trabalho de conclusão de curso de engenharia civil.

² Acadêmico do curso de Engenharia Civil da UNIJUI - Santa Rosa/RS. Bolsista voluntário do Projeto de Avaliação de Pós-Ocupação em Habitação de Interesse Social - e-mail: reinheimerr@yahoo.com

³ Acadêmico do curso de Engenharia Civil da UNIJUI - Santa Rosa/RS. Bolsista PIBIC UNIJUI do Projeto de Avaliação de Pós-Ocupação em Habitação de Interesse Social - e-mail: lucascarvalho051@gmail.com

⁴ Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUI - Santa Rosa/RS. Bolsista voluntário do Projeto de Avaliação de Pós-Ocupação em Habitação de Interesse Social - e-mail: camilatacianerossi@hotmail.com

⁵ Acadêmico do curso de Engenharia Civil da UNIJUI - Santa Rosa/RS. Bolsista voluntário do Projeto de Avaliação de Pós-Ocupação em Habitação de Interesse Social - e-mail: edu.henchen@gmail.com

⁶ Acadêmica do curso de Engenharia Civil da UNIJUI - Santa Rosa/RS. Bolsista voluntário do Projeto de Avaliação de Pós-Ocupação em Habitação de Interesse Social - e-mail: joice_moura@hotmail.com

⁷ Professora Mestre do Departamento de Engenharia Exatas da UNIJUI, Coordenadora do projeto de avaliação de pós ocupação de habitação de interesse social. marcelle.bridi@gmail.com

INTRODUÇÃO

Tudo aquilo que nos rodeia um dia se tornará resíduo, seja aviões, automóveis, casas, móveis, entre outros. Ainda deve-se acrescentar a esse total os rejeitos produzidos durante o processo de extração de matérias-primas e na produção de bens de consumo. Com isso, a quantidade de rejeitos gerados é superior do que a quantidade de bens consumidos. (ROCHA; JOHN, 2003).

Os resíduos sempre são gerados durante o processo de produção até o pós-consumo. O desenvolvimento sustentável precisa de uma diminuição da utilização de matérias-primas naturais não-renováveis. (ROCHA; JOHN, 2003).

A reciclagem tem o desígnio de reintroduzir resíduos e detritos no ciclo de produção. A reciclagem de rejeitos possui numerosas vantagens em relação a utilização dos recursos naturais em estado

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

preservado, entre os quais estão a diminuição de matérias-primas extraídas, reduzindo a emissão de poluentes, diminuir o consumo de energia e melhorando, assim, a saúde e a segurança da população. (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

Um dos produtos que mais consomem matérias-primas é a cerâmica estrutural a base de argila, destacando-se os blocos, tijolos e telhas. Ainda há uma grande quantidade de jazidas de argilas no Brasil, entretanto, existem limitações para a extração de algumas reservas, seja por estarem em unidades de preservação ambiental e/ou a indisponibilidade de outras pela ocupação do solo (COELHO, 2009).

O setor cerâmico tem uma grande vantagem na reciclagem de rejeitos industriais, uma vez que possuem um enorme volume de produção que possibilita o consumo de grandes quantidades de resíduos e com os parâmetros físico-químicas das matérias-primas (WENDER; BALDO, 1998).

São vários os rejeitos industriais que podem ser absorvidos pelo setor oleiro, dentre os quais podem se destacar os resíduos energéticos, de mineração metalúrgicos, da indústria do papel e celulose. Com o devido tratamento, quase todos os tipos de rejeitos industriais podem ser incorporados na formulação das cerâmicas (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

Com isso, o presente trabalho tem como o objetivo de demonstrar as alternativas possíveis para a redução da utilização da matéria-prima argila, utilizada como principal componente para a confecção de tijolos, e resíduos já estudados que apresentaram resultados afirmativos.

A INDÚSTRIA CERÂMICA BRASILEIRA

A indústria cerâmica representa 90% das alvenarias e coberturas construídas no país, 4,8% das indústrias da construção civil, 6.903 fábricas que consistem em um setor com um faturamento anual de R\$ 18 milhões e geram, por volta 293 mil empregos diretos e quase 1 milhão de empregos indiretos (ANICER, 2009).

Conforme o Ministério de Minas e Energia cerca de 70% dos produtos fabricados são blocos e tijolos e os 30% restantes são telhas, de um total de 84,8 bilhões de peças confeccionadas (BRASIL, 2011).

A maior parte das cerâmicas vermelhas produzidas vem de pequenas e médias empresas. Sendo as regiões Sul e Sudeste responsáveis por mais de 60% da produção nacional da cerâmica (SEBRAE, 2015).

No ano de 2009 a produtividade do setor cerâmico foi de 15,8 mil peças/mês. Mostrando que o setor oleiro precisa de muita modernização, comparado com a produção de países desenvolvidos (CRUZ, 2012).

CERÂMICA VERMELHA ESTRUTURAL

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

A principal característica da cerâmica vermelha estrutural é a cor avermelhada que seus produtos apresentam, além, também das características da natureza de seus componentes, texturais e técnico-econômica (MOTA; ZANARDO; CABRAL, 2001).

Os produtos estruturais de argila são todos aqueles que apresentam integridade estrutural. São conhecidos na história da humanidade por possuírem uma alta resistência a compressão e baixa permeabilidade (CALLISTER JR., 2013).

Mais de 50% dos produtos fabricados são cerâmicas vermelhas estruturais, que são os tijolos de construção e acabamentos, azulejos, pisos, tijolos para pavimentação, telhas, tubulações e ladrilhos (CALLISTER JR., 2013).

Conforme Bustamante e Bressiani (2000), o setor cerâmico é distribuído por todo o território brasileiro e consomem cerca de 60 milhões de toneladas de matéria-prima por ano.

Os produtos cerâmicos variam conforme as matérias-primas utilizadas, o tipo de queima e o tipo de produto desejado. Além de serem confeccionadas em altas temperaturas para ocorrer a sintetização das propriedades (CALLISTER JR., 2013).

RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos têm a mais variada origem em, praticamente, todas as atividades humanas e de qualquer natureza, portanto produzem, também, os mais variados materiais (CRUZ, 2012).

Com a aprovação da Lei nº 12.305/10, que instaurou a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS). Esta lei prevê a redução da produção dos rejeitos e prevenção, e tem como principal proposta a prática de consumir sustentavelmente e um conjunto de medidas que permitem o crescimento da reciclagem e reutilização dos rejeitos sólidos e também, encaminha-los de forma ambientalmente correta, quando for possível (BRASIL, 2017).

Os custos com a atual prática de gestão de rejeitos são primordiais para que seja realizado uma avaliação do custo benefício e técnico da reciclagem, e, é claro, do interesse da indústria em desenvolver novas tecnologias e alternativas em reciclagem (JOHN; ÂNGULO, 2003).

O esgotamento das reservas de matéria-prima confiáveis, aumento do volume de rejeitos sólidos e a necessidade de voltar a equilibrar os prejuízos causados pelas altas do petróleo, que prejudicam os recursos naturais, impõe riscos à saúde humana e ocupam espaço, são as principais razões que levaram os países a buscarem novas alternativas (MENEZES; NEVES; FERREIRA, 2002).

O setor cerâmico tem um grande potencial em incorporar os rejeitos sólidos, principalmente, adicionando-os a massa cerâmica, de maneira que não afete as propriedades dos produtos confeccionados (CRUZ, 2012).

INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS EM CERÂMICAS.

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

A reutilização e reciclagem de rejeitos proveniente das mais diversas áreas e processos industriais, como uma nova alternativa de matérias-primas cerâmica, é o objetivo de muitas pesquisas (MENEZES, NEVES; FERREIRA, 2002).

A incorporação de resíduos de sólidos galvânicos na massa cerâmica vermelha estrutural é uma excelente alternativa para a inertização do rejeito. Com a adição de até 2% do rejeito lavado apresentou que as propriedades técnicas não foram alteradas (BALATON; GONÇALVES; FERRER, 2002).

Lopes (2005) adicionou resíduo de pó de fumo e a cinza do pó de fumo a três amostras de solos argilosos de jazidas de morro. Os resultados obtidos apresentaram a viabilidade da incorporação do resíduo do pó de fumo quanto o da cinza do pó de fumo.

Outro estudo apresentou a viabilidade da adição de resíduos de pedreiras de granito, diabásico e riolítico. Sendo, que o granito apresentou o melhor desempenho. A melhor combinação dos parâmetros alcançados foi com a incorporação de 10% de resíduo de granito (KRINDGES, 2009).

O resíduo sólido da construção civil (RCC) mostrou-se viável ao incorporar 30% a massa cerâmica, sem ocasionar grandes perdas de propriedades essenciais aos produtos cerâmicos (SILVA, 2007).

Com a incorporação de 30% de filler, proveniente da britagem do basalto para a obtenção de brita, as características dos produtos cerâmicos quase não foram alteradas, mostrando-se um ótimo material de enchimento (REBMANN, COELHO; SALVETTI, 2001).

A Tabela 1 mostra as principais características e propriedades avaliadas e procuradas quando incorporado um resíduo a massa argilosa da cerâmica.

Tabela 1: Características e propriedades de tijolos adquiridos a partir de formulações com a incorporação de resíduos

Características Cerâmicas	Tipo de Resíduo								
	Pó de Basalto	Pó de Granito	Indústria do aço	Resíduos Cerâmicos	Indústria de Papel	Lama de ETE	Casca de Arroz	Cinza de Carvão	Cinza de Aveloz
Teor de resíduo (%)	10 a 30	20 a 50	20	80	1 a 50	20 a 40	6 a 10	5 a 10	0 a 15
Técnica de moldagem	Extrusão	Prensagem	Extrusão	Manual	Extrusão	Extrusão	Extrusão	Extrusão	Prensados
Resistência à flexão após secagem (Mpa)	-	2 a 6	-	-	-	-	-	-	-
Retração de secagem (%)	8 a 10	0 a 2	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura de queima (°C)	900 a 1000	800 a 1000	830	550 a 620	1050	950 a 1050	800 a 900	850 a 1050	950 a 1050
Absorção de água (%)	10 a 15	7 a 22	16 a 8	5 a 18	10 a 26	38 a 40	17 a 23	14 a 26	14 a 17
Retração de queima (%)	1 a 2	0 a 2	< 1	< 1	14 a 22	5 a 6	0, 1	0,3	2 a 10
Resistência à flexão após queima (Mpa)	-	2 a 14	8 a 12	-	-	2 a 4	5 a 8	5 a 11	8 a 18

Fonte: Autoria própria, 2017.

Como podemos observar na tabela 1, a quantidade de rejeitos incorporados as formulações são muito dependentes do tipo de resíduo que é utilizado, variando valores inferiores a 10% a valores em torno de 80%. Também é possível notar que os resíduos advêm das mais variadas atividades industriais. Também é possível verificar que quanto maior a porosidade (absorção da água) menor

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

é a resistência a flexão do produto, sendo um fator muito importante e decisivo para o êxito do produto em qualquer aplicação na construção civil.

CONCLUSÃO

Com o presente trabalho pode-se concluir que a indústria da cerâmica vermelha, em especial a da cerâmica vermelha estrutural, têm uma elevada capacidade de absorver os mais diversos resíduos industriais e urbanos, em virtude do seu grande volume de produção e estar espalhadas por todas as regiões brasileiras.

Contudo, é uma prática pouco utilizada, é necessária uma conscientização maior por parte dos empresários da indústria oleira sobre a grande potencialidade da utilização de resíduos como matérias-primas alternativas para a cerâmica, além de diminuir a quantidade de argila extraída, e assim, aumenta a vida útil das jazidas. Além de diminuir a necessidade de buscar jazidas novas e os encargos para conseguir a liberação de novas jazidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Estudo técnico setorial da cerâmica vermelha:** subsídio para elaboração do plano de desenvolvimento sustentável da cadeia produtiva da cerâmica vermelha. Brasília: ABDI, 2016. 265 p.
- ANICER. Associação Nacional da Indústria da Cerâmica Vermelha. **Dados do setor.** 2009. Disponível em: <<http://portal.anicer.com.br/>>. Acesso em 25 mar. 2017.
- BALATON, V. T.; GONÇALVES, P. S.; FERRER, L. M. N. **Incorporação de resíduos sólidos galvânicos em massas de cerâmica vermelha.** Revista Cerâmica Industrial, 2002.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Perspectiva mineral:** avançar e melhorar na organização e modernização do APLs de base mineral. 2011. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138775/1732823/Perspectiva+Mineral+N%C2%B0+5+Aval%C3%A7ar+e+melhorar+na+organiza%C3%A7%C3%A3o+e+moderniza%C3%A7%C3%A3o+do+s+APLs+de+base+mineral/e31b6490-6b70-44b8-b6a1-3a8d0cfe082b;jsessionid=75C95D74E2B95812524FE37489D7D6EE.srv154>>. Acesso em 27 mar. 2017.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Política nacional de resíduos sólidos.** 2017. Disponível em: . Acesso em 29 abr. 2017.
- BUSTAMANTE, C. M.; BRESSIANI, J. C. **A indústria cerâmica brasileira.** São Paulo: Revista Cerâmica Industrial, 2000. v. 5, n. 3, p. 31-36.
- CALLISTER JR., W. D. **Ciência e engenharias de materiais:** uma introdução. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 817p.
- COELHO, J. M. **Relatório técnico 32:** perfil da argila. Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME, 2009. 30p.
- CRUZ, F. J. R. **Utilização da cinza de aveloz de fornos cerâmicos para a produção de tijolos e telhas.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Pernambuco. Caruaru, 2012. 76p.
- JOHH, V. M.; ÂNGULO, S. C. **Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos.**

Evento: XXV Seminário de Iniciação Científica

- In: Utilização de resíduos na construção habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 2, p. 9-71.
- KRINDGES, I. **Avaliação da incorporação de pós de rochas e da temperatura de sintetização no desempenho e microestrutura de cerâmicas vermelhas.** Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009. 110 p.
- LOPES, D. C. **Estudo da viabilidade de adição de resíduos de pó de fumo à massa cerâmica.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005. 94p.
- MENEZES, R. R.; NEVES, H. S.; FERREIRA, G de A. **O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.
- MOTA, J. F. M.; ZANARDO, A.; CABRAL, M. J. **As matérias-primas cerâmicas. Parte I:** o perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. São Paulo: Revista da Cerâmica Industrial. 2001. v. 6, p. 29-30.
- REBMANN, M. S.; COELHO, H. P. T.; SALVETTI, A. R. **Efeito da adição de filler de basalto em massa cerâmica vermelha.** In: Congresso Brasileiro de Cerâmica, v. 45, Florianópolis, 2001.
- RIPOLI FILHO, F. **A utilização do rejeito industrial cerâmico - chamote - como fator de qualidade na fabricação de elementos cerâmicos:** um estudo experimental. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1996. 101p.
- ROCHA, J.C.; JOHN, V. M. **Introdução.** In: Utilização de resíduos na construção habitacional. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 1, p. 5-7.