

# **ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE ROCHAS ORNAMENTAIS EM ARTEFATOS DE CERÂMICA VERMELHA – NORMATIZAÇÃO DO USO DO RESÍDUO**

## **ANALYZING THE UTILIZATION OF ORNAMENTAL STONES WASTE IN THE RED CERAMICS - STANDARDIZATION OF THE USE OF THE WASTE**

**Angelo Gonçalves dos Santos**

Aluno de Graduação em Engenharia de Minas, 8 ° período, Instituto Federal do Espírito Santo  
Período PIBIC/CETEM: setembro de 2020 a julho de 2021.  
angelogds.ag@gmail.com

**Mariane Costalonga de Aguiar**

Orientadora, Química, D.Sc.  
maguiar@cetem.gov.br

**Mônica Castoldi Borlini Gadioli**

Coorientadora, Engenharia Química, D.Sc.  
mborlini@cetem.gov.br

### **RESUMO**

A indústria de beneficiamento de rochas ornamentais tem uma produção de grandes proporções no Brasil, sobretudo no Espírito Santo, que por sua vez, está entre os maiores produtores de chapas para exportação do País. As operações de corte em teares multifio geram uma grande quantidade de resíduos finos. Como medida mitigadora dos efeitos dessa produção excessiva de resíduos, estudos sobre sua utilização em setores diversos vêm sendo realizados há décadas no mundo inteiro, e uma dessas aplicações implica em agregar esses resíduos a artefatos de cerâmica vermelha (telhas, lajotas e tijolos). O objetivo deste trabalho é realizar um estudo bibliográfico e contribuir na instrução normativa da utilização de resíduos de rochas ornamentais provenientes de serragem por teares multifio na fabricação de cerâmica vermelha. Até o momento, não existe uma instrução normativa para a utilização de resíduos de rochas ornamentais em cerâmica vermelha e vários trabalhos confirmam a viabilidade técnica do resíduo. Os resultados dos trabalhos indicam que a substituição de parte da massa cerâmica por resíduos de rochas ornamentais pode contribuir para a melhoria das propriedades tecnológicas da cerâmica vermelha.

**Palavras chave:** rochas ornamentais, resíduos, cerâmica vermelha.

### **ABSTRACT**

The ornamental stone processing industry has a large production in Brazil, especially in Espírito Santo, which in turn is among the largest producers of slabs for export in the country. Cutting operations on multi-thread looms generate a large amount of fine wastes. As a measure to mitigate the effects of this excessive production of waste, studies on its use in different sectors have been carried out for decades all over the world, and one of these applications involves adding these wastes to red ceramic artifacts (tiles, tiles and bricks). The objective of this work is to carry out a bibliographical study and contribute to the normative instruction on the use of ornamental stone wastes from sawdust by multiware gangsaw in the manufacture of red ceramics. So far, there is no normative instruction for the use of ornamental stone waste in red ceramics and several studies confirm the technical feasibility of the waste. The results of the works indicate that the replacement of part of the ceramic mass by ornamental stone wastes contributes to the improvement of the technological properties of red ceramics.

**Keywords:** ornamental stones, waste, red ceramics.

## **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil é um dos grandes exportadores mundiais de chapas de rocha ornamental, e produções em larga escala são realizadas em todo o país, sobretudo no estado do Espírito Santo. As exportações brasileiras de materiais rochosos naturais de ornamentação e revestimento somaram US\$ 572, milhões (R\$ 3,1 bilhões) e 1,12 milhão t no 1º semestre de 2021, com variação positiva de 43,83% em US dólar e 20,42% em volume físico frente ao mesmo período de 2020. Especificamente em junho, foram exportados US\$ 125,8 milhões (R\$ 676,8 milhões), que constituíram o maior valor mensal do 1º semestre e dos últimos cinco anos. (ABIROCHAS, 2021). Aproximadamente 26% do volume dos blocos se transformam em resíduos finos na fase de serragem, e um dos destinos a ser empregado a esse resíduo pode ser a aplicação nas massas de artefatos de cerâmica vermelha.

Os artefatos de cerâmica vermelha são comercializados pelas indústrias do setor de construção civil mundialmente, principalmente lajotas e tijolos. Além de colaborar para a redução do volume de resíduos disponível, a sua aplicação pode melhorar significativamente as propriedades de materiais cerâmicos, o que vai refletir diretamente no ramo da construção civil, gerando a diminuição de patologias em pequenas e grandes obras.

A fim de normatizar essa aplicação e contribuir para uma diminuição potencial do volume de resíduos descartados em depósitos de rejeitos, ou na natureza, muitos estudos são realizados atualmente com o intuito de demonstrar a aplicabilidade dessa técnica. Para tanto, procedimentos e ensaios se fazem necessários para que o material seja exposto a essa modificação.

Não existem normas para a utilização dos resíduos de rochas ornamentais e são muito necessárias. Com isso, o CETEM em parceria com a Fundação de Amparo à pesquisa e inovação do Espírito Santo – FAPES está desenvolvendo o projeto “Normatização da utilização de resíduos de rochas ornamentais em artefatos de cerâmica vermelha e à base de cimento Portland”, visando à diminuição do impacto ambiental e colaborando no processo cerâmico, promovendo melhorias às propriedades dos materiais e contribuindo para a mitigação da extração da matéria-prima argila. Os produtos do projeto são as instruções normativas para o uso dos resíduos em artefatos de cerâmica vermelha e em materiais à base de cimento Portland.

## **2. OBJETIVOS**

O objetivo deste trabalho é realizar um estudo bibliográfico e contribuir na instrução normativa da utilização de resíduos de rochas ornamentais provenientes do beneficiamento na fabricação de artefatos de cerâmica vermelha.

## **3. METODOLOGIA**

O presente trabalho foi realizado a partir da revisão da literatura, levantamento de trabalhos que pesquisaram a utilização de resíduos de rochas ornamentais em materiais cerâmicos.

Uma das etapas do desenvolvimento do projeto para a normatização do uso de resíduos de rochas ornamentais em cerâmica vermelha é a caracterização das matérias-primas (argila e resíduo). Para isso, foram preparados, em laboratório, materiais para ensaios de difração de raios-X (DRX), fluorescência de raios-X (FRX) e análise térmica. Para a preparação, a amostra foi levada em estufa para secagem por 24 horas em temperatura de 110°C. Posteriormente, o material foi cominuído até que fossem atingidas as granulometrias que exigem as normas dos ensaios. Após a preparação, os materiais foram encaminhados para os ensaios, porém, os resultados ainda não chegaram.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Propriedades físicas e mecânicas**

A Tabela 1 apresenta alguns trabalhos sobre resíduos de rochas ornamentais aplicados em cerâmica vermelha, identificados pelo nome do autor e pelo ano.

**Tabela 1.** Trabalhos de cerâmica vermelha incorporada com resíduos de rochas ornamentais.

	<b>Autores e Resultados</b>					
	Amaral et al. (2016)	Vieira et al. (2003)	Babisk et al. (2012)	Gadioli et al. (2014)	Vieira et al. (2016)	Junior et al. (2020)
<b>Composição das amostras</b>	Argila sem resíduos	Argila com resíduos	Argila com resíduos	Argila com resíduos	Argila com resíduos	Argila com resíduos
<b>Resistência mecânica</b>	9,2 MPa	18 MPa	23 MPa	24 MPa	12 MPa	10,8 MPa
<b>Absorção de água</b>	13,2 %	7,2 %	5,5 %	4,5 %	16 %	9,2 %

Faixa de temperatura de sinterização de todas as amostras: 950 a 1100°C.

Faixa de percentual de incorporação de resíduos de rochas: 20 a 30%.

Para a realização dos ensaios tecnológicos na cerâmica, primeiro é realizada classificação e caracterização tecnológica da argila e resíduos, a fim de que sejam levantados dados para conhecimento da composição e outras características e propriedades das matérias-primas. Após a caracterização, é realizado o planejamento dos experimentos para a preparação das massas e corpos de prova sem e com resíduo. Depois são preparados os corpos de prova, sinterizados e analisadas suas propriedades tecnológicas.

Observou-se que a maioria dos trabalhos de cerâmicas fabricadas com resíduo de rocha ornamental, apresentou resultados de índices físicos mais satisfatórios que a cerâmica sem resíduo. Os resíduos de rochas ornamentais são benéficos para o processamento cerâmico, uma vez que, colaboram na trabalhabilidade e apresentam quantidades significativas de óxidos fundentes, que dependendo da temperatura de sinterização podem levar a uma diminuição da absorção de água, e, portanto, ao aumento da resistência mecânica. Assim, a cerâmica vermelha é um importante segmento para a utilização dos resíduos de rochas ornamentais.

## 5. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a pesquisa para a normatização do resíduo de rochas ornamentais em cerâmica vermelha é de extrema importância. Esse trabalho vai contribuir para a normatização do uso dos resíduos de rochas ornamentais em cerâmica vermelha. A proposta de instrução normativa permitirá que o ceramista utilize os resíduos de rochas ornamentais para a fabricação de cerâmica vermelha, uma vez que, esse resíduo e produtos cumpram os requisitos.

Contudo, a utilização dos resíduos na incorporação das massas cerâmicas, mostrou-se viável. O resíduo pode melhorar as propriedades físicas e mecânicas das cerâmicas, podendo trazer vantagens econômicas, técnicas e ambientais para ambos os setores envolvidos, promovendo a economia circular e o desenvolvimento sustentável.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida (processo n° 159604/2020-6), à FAPES (processo n° 84323264), à orientadora Mariane Costalonga de Aguiar, e ao CETEM pela incrível oportunidade de contribuir ativamente para a ciência.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS – Associação Brasileira da Indústria de Rochas Ornamentais. **Síntese das Exportações e Importações Brasileiras de Rochas Ornamentais no 1º Semestre de 2021.** Brasília, DF. Informes 2021. Disponível em: <http://www.abirochas.com.br>. Acessado em julho de 2021.

Amaral, L. F. **FORMULAÇÃO DE MASSA CERÂMICA PARA FABRICAÇÃO DE TELHAS.** 2016, 30p e 31p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual Do Norte Fluminense – UENF. 2016. Campos dos Goytacases, Rio de Janeiro (Brasil).

Babisk, M. P.; Vidal, F. W. H. **CARACTERIZAÇÃO E INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE QUARTZITOS EM CERÂMICA VERMELHA.** III Jornada do Programa de Capacitação Interna – CETEM. 2012.

Gadioli, M. C. B.; Aguiar, M. C.; Vieira, C. M. F.; Candido, V. S. C.; Monteiro, S. N. M. **PROPERTIES OF HIGH TEMPERATURE SINTERED CLAY CERAMIC ADDED WITH MULTI-WIRE SAWN GRANITE WASTE.** Materials Science Forum Vols. 775-776. 20th Brazilian Conference on Materials Science and Engineering. Brasil (2014).

Junior, P. F. S.; Neto, B. B. P. **Cerâmica vermelha incorporada com resíduo de pedras ornamentais tratada termicamente.** Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 9, p.72545-72561, sep. 2020.

Vieira, C. M. F.; Soares, T. M.; Monteiro, S. N.; Peiter, C. C.; Filho, J. D. **EFEITO DA ADIÇÃO DE RESÍDUO DO CORTE DE GRANITO DE SANTO ANTÔNIO DE PÁDUA-RJ EM MASSA CERÂMICA VERMELHA.** Anais do 47º Congresso Brasileiro de Cerâmica. Proceedings of the 47th Annual Meeting of the Brazilian Ceramic Society. 15-18/junho/2003 – João Pessoa - PB – Brasil.