

# ESTUDO DA INFLUÊNCIA DE ADIÇÃO DE RESÍDUO DE QUARTZITOS NA RESISTÊNCIA DE CERÂMICA VERMELHA

**Wagner Souza Ribeiro**

Aluno de Graduação de Engenharia Metalúrgica, 7º período UENF

Período PIBIC/CETEM: agosto de 2011 a agosto de 2012

eng.wsr@gmail.com

**Michelle Pereira Babisk**

Orientadora, Física, M.Sc.

mbabisk@cetem.gov.br

## 1. INTRODUÇÃO

A produção Brasileira de rochas ornamentais em 2010 foi estimada em 8,9 Mt, sendo a região nordeste responsável por 24,7% do total (ABIROCHAS *apud* MARTINEZ & HEIDER, 2011).

Na cidade de Várzea (Região de Seridó – PB) aproximadamente um terço da população está envolvida nas etapas de produção de rochas ornamentais. O setor movimentou algo em torno de R\$ 400 mil por mês, com a produção mensal de quartzito de 25 mil metros quadrados, tendo pelo menos 25 serrarias trabalhando sem parar (SEBRAE, 2010).

Segundo MOTHÉ FILHO *et al.* (1998), durante a extração e beneficiamento das rochas, são gerados resíduos, como: poeira, lamas, dentre outros, que quando não controlados poluem, comprometem a saúde humana e o meio ambiente.

Por outro lado, a sociedade moderna tem valorizado cada vez mais a sustentabilidade ambiental, de modo que, haja a diminuição dos impactos ambientais gerados por subprodutos de uma cadeia produtiva (VIEIRA *et al.* 2006).

Diante dos impactos ambientais gerados pela produção de quartzito no município de Várzea há a possibilidade de utilizar o resíduo de quartzito como material de carga na cerâmica vermelha, a fim de minimizar os danos ambientais causados pela indústria mineradora da região.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é estudar a influência da incorporação do resíduo de quartzito na resistência de cerâmica vermelha.

## 3. METODOLOGIA

Neste trabalho foram utilizados finos de resíduo do beneficiamento de quartzito e argila, provenientes da região do Seridó, do município de Várzea – Paraíba. A análise química do resíduo está apresentada na Tabela 1.

As amostras de resíduo e de massa cerâmica foram secas em estufa a 110°C por 24 horas para posterior desaglomeração em almofariz de porcelana e peneiramento a 0,354 mm.

Foram preparadas composições de 0, 10, 20, 30 e 40% em peso de resíduo na massa cerâmica, que, com 8 % de umidade, foram conformadas por prensagem uniaxial a 26 MPa em matriz de dimensões 114 x 25 mm.

Após secagem em estufa a 110° C as peças foram queimadas a 800 e 1050°C, com uma taxa de aquecimento de 2°C/min e 180 minutos de tempo de patamar. O resfriamento foi realizado pela inércia do próprio forno até a temperatura ambiente.

Foram realizados os ensaios de tensão de ruptura por flexão em 3 pontos na máquina de ensaio universal, EMIC – DL1000.

As análises da superfície de fratura foram realizadas em um microscópio eletrônico de varredura modelo FEI Quanta 400, por difração de elétrons retro espalhados, com a distância de trabalho aproximada de 10 mm e tensão de aceleração de 25 kV.

Tabela 1. Composição química do resíduo de quartzitos (% em peso).

MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P.F.
0,63	9,99	83,13	3,33	0,54	0,13	0,94	1,3

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a tensão de ruptura a flexão das composições estudadas. Em ambas as temperaturas observa-se decaimento da tensão de ruptura em decorrência do aumento da composição de resíduo na matriz cerâmica. Segundo Holanda *et al* (2001) a razão para isto pode estar relacionada às partículas de quartzo, mineral predominante no resíduo, que ao serem incorporados na estrutura do material, atuam como sítios de iniciação de fratura, bem como a eventuais trincas acarretadas pela sua transformação alotrópica.

Verifica-se que ocorreu grande diferença nos valores de tensão a ruptura dos corpos sinterizados entre as temperaturas analisadas (800 e 1050°C). Na temperatura de 1050 °C nota-se um aumento significativo da resistência mecânica de todas as composições. Isto ocorre devido aos mecanismos de sinterização que reduzem a porosidade do material e promovem uma melhor consolidação das partículas.

Nota-se ainda que estatisticamente não ocorre variação da resistência mecânica com a incorporação de resíduo. Entretanto, considerando o valor médio, observa-se uma tendência de redução da resistência mecânica com o aumento do teor de resíduo incorporado.

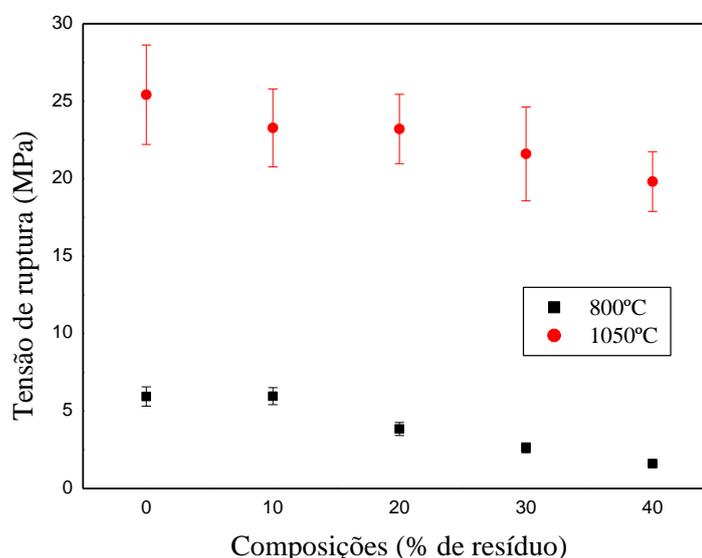


Figura 1. Tensão de ruptura à flexão das composições.

Os resultados mostram, ainda, que os corpos cerâmicos estão dentro da especificação para a fabricação de tijolos maciços (2,0 Mpa), com exceção dos corpos sinterizados a 800°C com incorporação de 40% de resíduo. Para fabricação de blocos cerâmicos, todos os corpos

sinterizados a 1050°C atingem a especificação (5,5 Mpa) e dos corpos sinterizados a 800°C a de 10% em massa de resíduo atinge o especificado, e para a fabricação de telhas todos os corpos sinterizados a 1050°C atingem a especificação.

As figuras 2 e 3 apresentam as superfícies de fratura das cerâmicas, via difração de elétrons retro espalhados com as respectivas temperaturas de sinterização, 800 e 1050°C.

Nas micrografias apresentadas na figura 2 observam-se superfícies de fratura irregulares com elevada porosidade de textura bastante rugosa, evidenciando fratura do tipo intergranular. Tais irregularidades podem estar relacionadas com a baixa temperatura de sinterização, devido ao fornecimento de energia insuficiente para formação de fase líquida na cerâmica.

Na composição com 40% de resíduo de quartzito (2c) podem ser observadas regiões onde ocorreu arrancamento de material, possivelmente o quartzo que permanece inerte na faixa de temperatura utilizada, o que conforme discutido anteriormente contribui para o aparecimento de trincas na cerâmica acarretando redução da resistência.

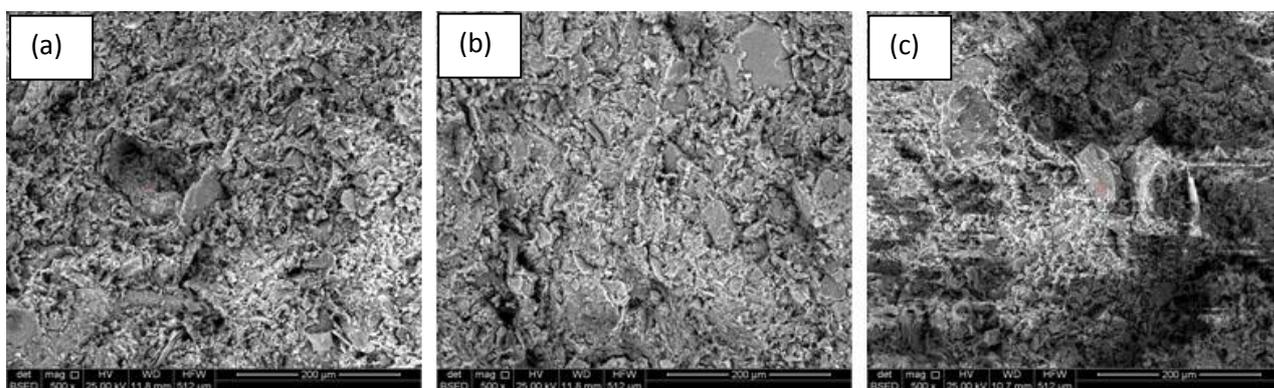


Figura 2. Micrografia obtida por MEV das composições queimadas a 800°C com (a) 0% (b) 20% e (c) 40% de resíduo de quartzito.

Observa-se na figura 3 uma superfície de fratura bem densificada, isto devido ao aumento da temperatura que possibilitou uma maior formação de fase líquida que contribui para diminuição da porosidade e o aumento da resistência.

Na figura 3b observa-se uma microestrutura bastante grosseira e porosa distribuída na massa cerâmica, que esta associada a incorporação do resíduo de quartzito.

É possível observar na composição com 40% de resíduo (3c) que o resíduo de quartzito está relativamente bem distribuído na massa cerâmica. Entretanto, aumentando a quantidade incorporada, reduz-se a quantidade de argila, principal responsável pela consolidação das partículas da cerâmica. Isto pode explicar a redução da resistência mecânica das peças com incorporação de teores mais elevados de resíduo.

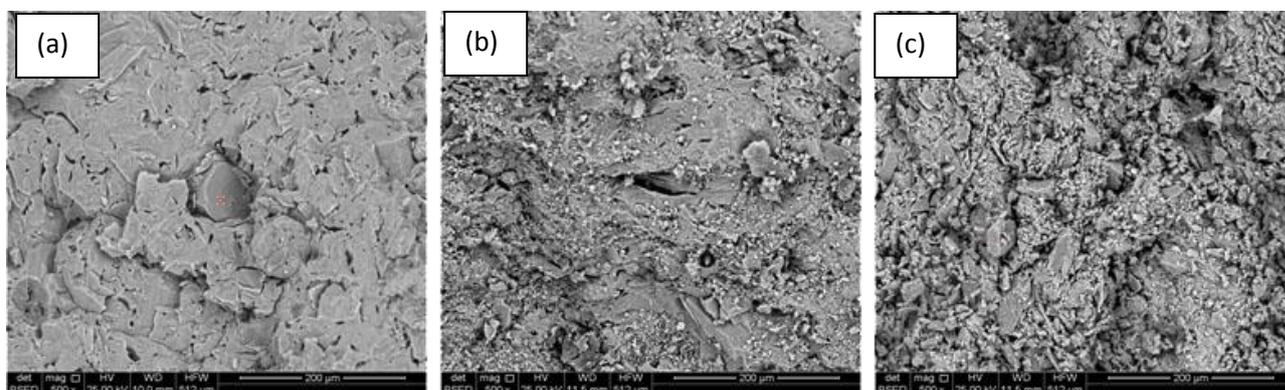


Figura 3. Micrografia obtida por MEV das composições queimadas a 1050°C com (a) 0% (b) 20% e (c) 40% de resíduo de quartzito.

## 5. CONCLUSÕES

Este estudo de influência da incorporação do resíduo de quartzito na resistência de cerâmica vermelha, possibilitou concluir que:

- Em ambas as temperaturas estudadas a incorporação de resíduo de quartzito reduziu a resistência mecânica das peças cerâmicas.
- Observou-se ainda que estatisticamente não ocorre variação para os valores encontrados.
- Os corpos cerâmicos estão dentro da especificação para a fabricação de tijolos maciços, com exceção do com 40% de resíduo sinterizado a 800°C.
- Para fabricação de blocos cerâmicos, a composição até 10% e todos os corpos sinterizados a 1050°C atingem a especificação.
- Para a fabricação de telhas todos os corpos sinterizados a 1050°C atingem a especificação.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço ao CETEM – NUCI pelo apoio financeiro e logístico, a Núria Fernández Castro, a Carlos Maurício Fontes Vieira. D.Sc. professor da UENF que cedeu o laboratório em campos dos Goytacazes, a Msc. Mariane Costalonga, a Msc. Michelle Pereira Babisk que serviu como fonte de conhecimento e orientação e especialmente a Vera Lúcia do Espírito Santo Souza.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIROCHAS (2010), *Apud* MARTINEZ, C. HEIDER, M. Rochas ornamentais e de revestimento, DNPM Sumário Mineral 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7171, Tijolo maciço cerâmico para alvenaria, especificações (1993).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 7170, Bloco cerâmico para alvenaria, especificação (1992).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaios: projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2005. (Projeto 02:101.01-006).

CARVALHO E.A., SOUZA G.P., HOLANDA J.N.F.; Proceedings of 10th International Conference on Fracture, Ed.K.Ravi-chandar et.al., Honolulu, Hawaii(2001) cdrom, 1-6.

MOTHÉ FILHO H.F., POLIVANOV, H., MOTHE, C.G., Anais do 45° Congresso Brasileiro de Cerâmica, Florianópolis, SC(2001) p. 401-412.

SEBRAE. Várzea: cidade sem desempregados. Disponível em: <http://www.agenciasebrae.com.br/noticia.kmf?canal=36&cod=9686513&indice=20>

SILVA F.A.N, MONTEIRO S.N., VIEIRA C.M.F.; LOPES M.F.S.; Influência do sulfato de bário nas características de cerâmica vermelha incorporada com resíduo oleoso inertizado - Cerâmica 52 (2006) p. 15-21.