

UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO FINO DA SERRAGEM DE QUARTZITO PARA OBTENÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICO

L. F. P. M. Nóbrega (1), M. M. Souza (2)

(1), (2) Laboratório de Processamento Mineral e Resíduo, DIAREN, IFRN – Campus
Natal Central, Av. Senador Salgado Filho, 1559, Tirol, Natal-RN.

Avenida Senador Salgado Filho, 1559, Tirol. Natal - RN | CEP 59015-000

junior.luiz09@hotmail.com

RESUMO

O quartzito é uma rocha metamórfica que é constituída principalmente por quartzo. Na Paraíba existe uma exploração mineira desta rocha, na região de Várzea e Junco do Seridó principalmente, onde são gerados diversos resíduos, dentre eles o resíduo da serragem. O objetivo do trabalho foi utilizar o resíduo citado como componente da massa cerâmica para revestimento, substituindo assim o quartzo. Inicialmente, foi feita a amostragem das matérias-primas e a análise química do resíduo de serragem. Este passou pelo processo de cominuição para alcançar a granulometria mínima necessária. Após isto, foi feita uma formulação que adicionava o resíduo na massa cerâmica. Os corpos de prova foram submetidos à sinterização e posteriormente foram feitos os ensaios físicos de acordo com a norma NBR 13818. Os resultados apontam que o resíduo pode substituir o quartzo na massa cerâmica para revestimento com sucesso, porém não tão eficientemente como a matéria prima original.

Palavras-chave: quartzito, cerâmica, revestimento, resíduo.

1. INTRODUÇÃO

Os quartzitos são rochas metamórficas, granulação fina a média, com alto grau de recristalização, estruturalmente maciços a laminados, compostos basicamente de quartzo, com percentuais, em geral, variáveis de 70% a 95% na composição modal. (1)

A extração de quartzitos na Paraíba ocorre longe dos grandes centros urbanos, em pequenos municípios, situados no interior do Estado. As placas de quartzito são extraídas nas pedreiras com ferramentas manuais, prévio desmonte com explosivos. O principal uso desses quartzitos é como rocha de revestimento decorativo externo e interno e calçamentos, mas seu uso em mosaicos ornamentais também está se estendendo e possui grande valor agregado. (2,3)

No beneficiamento de quartzitos, a rocha passa primeiramente pelo deslocamento manual com ferramentas simples. Esses blocos são posteriormente cortados em máquinas de corte, que trabalham fixas em uma estrutura móvel construída por cantoneira e chapas de aço que se movimentam sobre trilhos. Os produtos, “in natura”, são posicionados sobre a referida estrutura, que é deslocada lentamente efetuando a atividade. Enquanto a estrutura se desloca a água flui livremente sobre a serra e a rocha, facilitando o corte, resfriando os discos de corte e evitando a formação de poeira. (4)

A partir do corte realizado são criados dois resíduos, um deles, e o que ser é formado por partículas da rocha e da serra que são pulverizadas enquanto ocorre o processo. Também há nesse resíduo o líquido usado para fazer o resfriamento do corte, que é a água. Este resíduo será o alvo do estudo.

As matérias-primas usadas nas formulações de porcelanato assumem, em geral, configurações mineralógicas distintas e cada uma exerce uma função própria e específica: as matérias-primas argilosas conferem plasticidade à massa, enquanto aquelas complementares, não plásticas, caracterizadas por minerais fundentes e aqueles predominantemente refratários são responsáveis, em linhas gerais, pela densificação e da resistência mecânica do material, respectivamente. (5)

Durante a queima do porcelanato, o quartzo se dissolve parcialmente na fase líquida e uma nova fase cristalina – a mulita – se forma. O produto queimado é constituído de uma matriz vítrea, na qual partículas de mulita e as partículas de quartzo que não se dissolveram totalmente estão dispersas. (6)

Assim, objetiva-se a utilização do resíduo da serragem de quartzitos para ser um componente da massa cerâmica para revestimento, mais especificamente o porcelanato, substituindo assim o quartzo na mistura. Pois o quartzito é uma rocha que, na sua maior parte, é constituída por quartzo. Almeja-se também verificar se o grês-porcelanato feito com o resíduo atende as normas técnicas vigentes e se em comparação com o quartzo, possui desempenho semelhante.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi feita a amostragem das matérias-primas para a confecção e análise dos corpos de prova e a análise química dos componentes da massa cerâmica.

A argila plástica caulinítica, o feldspato potássico (Ortoclásio) e o quartzo foram coletados na Arnil Mineração do Nordeste Ltda em Parelhas/RN e o resíduo foi amostrado na cidade de Junco do Seridó/PB numa serraria local.

Para a confecção dos corpos-de-prova, as matérias deveriam estar numa granulometria abaixo de #200 (*mesh*). O feldspato, argila e quartzo já estavam na granulometria adequada.

O resíduo fino em estudo passou pelo processo de secagem em estufa a 110°C e peneiramento numa peneira de #200 (*mesh*) e o retido passou pelo processo de moagem num moinho de bolas, utilizando bolas de alumina (Al₂O₃). Após este processo, o material passou por um segundo peneiramento numa peneira de #200 (*mesh*) até obter 100% de material passante.

Com os materiais na granulometria adequada iniciou-se a homogeneização e quarteamento de cada amostra (7). Esse processo foi repetido até a obtenção das alíquotas desejadas. Alíquotas de 5g dos materiais constituintes da massa cerâmica

foram destinadas à análise química por Fluorescência de Raios X. Foi utilizado o equipamento EDX-720 Shimadzu.

Após todos os materiais estarem nas condições adequadas, foram propostas duas formulações. Uma para inserção do resíduo na massa cerâmica para revestimento (FQ) e outra com a material prima natural, para efeito de controle (FC).

Tabela 01. Porcentagem dos materiais em peso por formulação

Materiais / Formulação	FQ	FC
Argila	37%	37%
K-Feldspato	55%	55%
Resíduo de serragem	8%	0%
Quartzo	0%	8%

No processo de preparação da massa cerâmica, os materiais são pesados numa balança analítica de precisão e homogêneos manualmente atingindo um peso final de 12 g de massa seca. Após finalizada a homogeneização a seco, a massa é umedecida com água destilada (10% em relação a massa seca). Finalizado o processo de mistura das matérias-primas, os produtos são ensacados, etiquetados e passam por um período de 24 horas de repouso.

Para a compactação dos corpos-de-prova, colocou-se a massa em uma matriz com dimensões de 6 x 2 cm, sendo confeccionados 12 corpos-de-prova para cada formulação e para cada temperatura de queima. Esta etapa consiste de prensagem em matriz uniaxial à pressão de 2,5 ton.

A secagem dos corpos-de-prova foi realizada em uma estufa a 110°C por 24 horas, para eliminação da maior parte da umidade.

A etapa de sinterização dos corpos-de-prova foi realizada em forno mufla, marca JUNG em atmosfera ambiente, sob patamar de 60 minutos e taxa de aquecimento de 10°C/min. A temperatura de sinterização foi de 1150°C, 1200°C e 1250°C. O resfriamento foi feito de forma natural, com o forno desligado e fechado até atingir a temperatura ambiente.

Após a sinterização, foi feita a caracterização tecnológica dos corpos de prova com os ensaios de: absorção d'água, retração linear de queima e módulo de

resistência à flexão. Os ensaios de absorção d'água e módulo de resistência à flexão foram realizados de acordo com a norma NBR 13818/97. (8)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise química, expresso na Tabela 02, apresentou um bom parâmetro para a utilização do resíduo na massa cerâmica visando substituir o quartzo pois ele apresentou um teor majoritário de sílica (SiO_2) e com alguns acessórios como óxido de alumínio, potássio e contaminantes como ferro. E o quartzo é um mineral constituído basicamente por sílica livre.

Tabela 02. Resultado da análise química por FRX das matérias primas

Óxidos	Argila	Feldspato	Quartzo	Resíduo
SiO₂	64,072	70,976	97,092	92,567
K₂O	4,884	14,154	0,316	2,208
Al₂O₃	23,925	12,632	2,052	3,207
CaO	0,156	0,956	0,058	0,124
Fe₂O₃	3,081	0,41	-	1,08
SO₃	0,388	0,353	0,482	0,467
P₂O₅	-	0,262	-	-
TiO₂	2,681	-	-	0,165
Rb₂O	0,035	0,133	-	0,009
Sm₂O₃	-	-	-	0,173
MnO	-	0,075	-	-
MgO	0,481	-	-	-
SrO	0,097	0,022	-	-
CuO	0,047	0,012	-	-
NbO	-	0,008	-	-
Y₂O₃	0,017	0,007	-	-
ZnO	0,019	-	-	-
Ir₂O₃	0,045	-	-	-
ZrO₂	0,072	-	-	-

Assim, a composição química do resíduo favorece seu uso na cerâmica pelo alto teor de sílica e também pelos teores de ferro e titânio serem baixos, já que estes últimos são responsáveis, principalmente, pelo escurecimento do corpo cerâmico, assim, gerando uma série de efeitos que prejudicam os fatores técnicos e mercadológicos do produto.

Os outros componentes contêm os óxidos já esperados pela literatura, o quartzo com um alto teor de sílica (SiO_2) e alguns contaminantes menores. O feldspato potássico com alto teor de sílica (SiO_2), óxido de alumínio (Al_2O_3) e óxido de potássio (K_2O) e a argila caulínica com alto teor de sílica (SiO_2), óxido de alumínio (Al_2O_3) e óxido de potássio (K_2O).

Os baixos teores de óxido de ferro (Fe_2O_3) e de titânio (TiO_2) contidos nos materiais são essenciais para o bom desempenho técnico e mercadológico do material cerâmico obtido. Pois, os óxidos citados são responsáveis por alterar as propriedades físico-mecânicas dos corpos de prova, principalmente relacionado a cor (escurecimento).

Na Figura 01, os resultados do ensaio de retração linear de queima são apresentados por um gráfico. Constatou-se uma queda na taxa de retração dos corpos de prova em ambas as formulações (FQ e FC) diretamente proporcional ao aumento da temperatura da queima. Esta redução está relacionada às reações de redução que ocorrem durante a sinterização, provocando a expansão dos corpos-de-prova, isso devido ao aprisionamento de gases liberados do interior dos corpos de prova durante as reações e formação da fase vítrea.

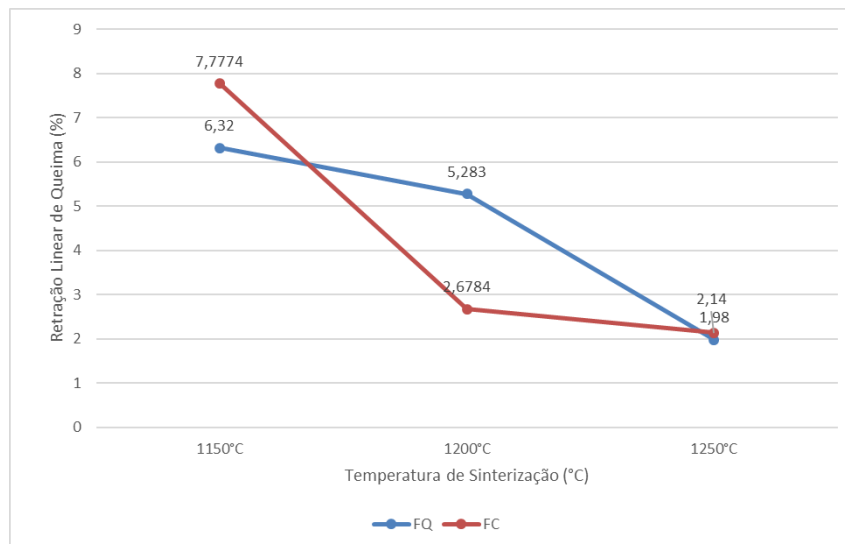


Figura 01. Resultados do ensaio de retração linear de queima dos corpos de prova com o resíduo (FQ) e com a matéria prima tradicional (FC)

Na Figura 02, os resultados do ensaio de absorção de água são apresentados por um gráfico. Observou-se uma queda significativa na absorção de água com o aumento da temperatura de 1150°C para 1200°C. Isso ocorre devido a formação da

fase líquida dos elementos fundentes que escorre, preenche e ocupa os espaços vazios entre as partículas mais refratárias e dessa forma reduz a porosidade e a absorção de água. (9)

Verificou-se aumento da absorção de água nos corpos de prova sinterizados na temperatura de 1200°C para 1250°C. Este comportamento pode ser explicado pelo fenômeno denominado de porosidade por “overfiring”, ou seja, uma porosidade gerada pela queima de um material a temperatura acima da necessária para produzir uma fase líquida, resultando assim no surgimento de deformações, bolhas ou poros. (10)

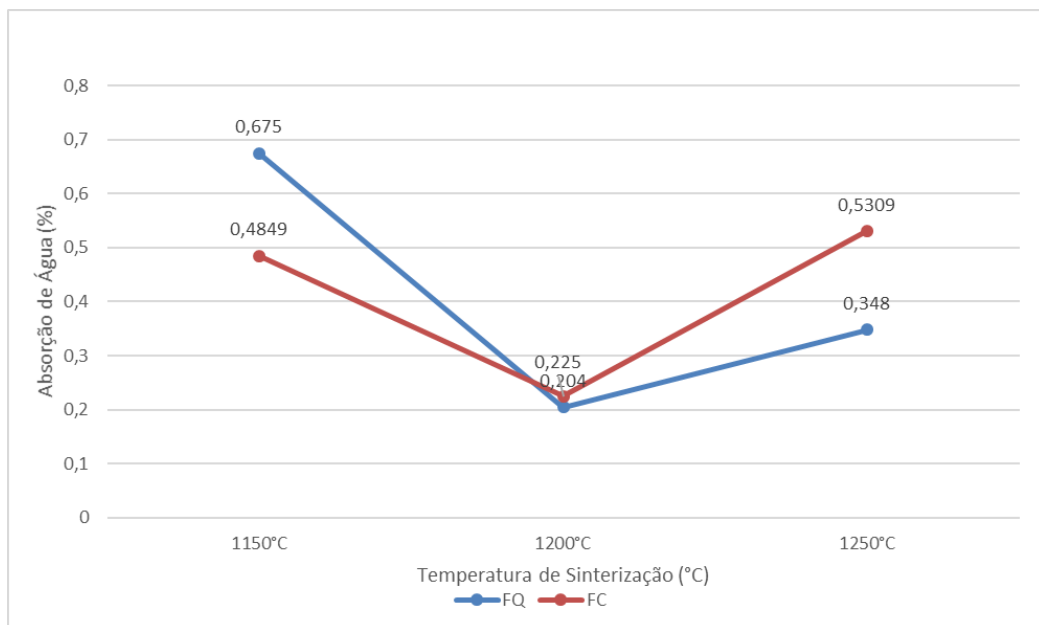


Figura 02. Resultados do ensaio de absorção de água dos corpos de prova com o resíduo (FQ) e com a matéria prima tradicional (FC)

Os resultados de absorção de água são essenciais para a definição da categoria ou classe em que o revestimento está enquadrado. De acordo com a norma NBR 13818/97, com base na absorção de água, os corpos de prova sinterizados a 1200°C (FQ e FC), os corpos de prova da FC sinterizados a 1150°C e os da FQ sinterizados a 1250°C são classificados no grupo B1a por ter absorção menor que 0,5%. Já os corpos de prova da FQ sinterizados a 1150°C e da FC sinterizados a 1250°C são enquadrados no grupo B1b pois tem absorção entre 0,5%

e 3%. (8) Os grupos Bla e Blb são classificados em porcelanato e grés, respectivamente. (11)

Na Figura 03, os resultados do ensaio de flexão de 3 pontos são expressos por um gráfico. Verificou-se uma queda gradual do módulo de resistência de resistência a flexão pelo aumento da temperatura de sinterização, semelhante ao que ocorreu com a retração linear de queima. Isso ocorre devido a formação de porosidades pela queima excessiva. Contudo a formação de fase líquida é responsável por fechar parcialmente os poros, diminuindo a absorção de água. Esse aumento da porosidade diminui a compactação do corpo cerâmico, gerada pelo aprisionamento de gases formados durante a queima, contribuem para a queda do módulo de resistência à flexão.

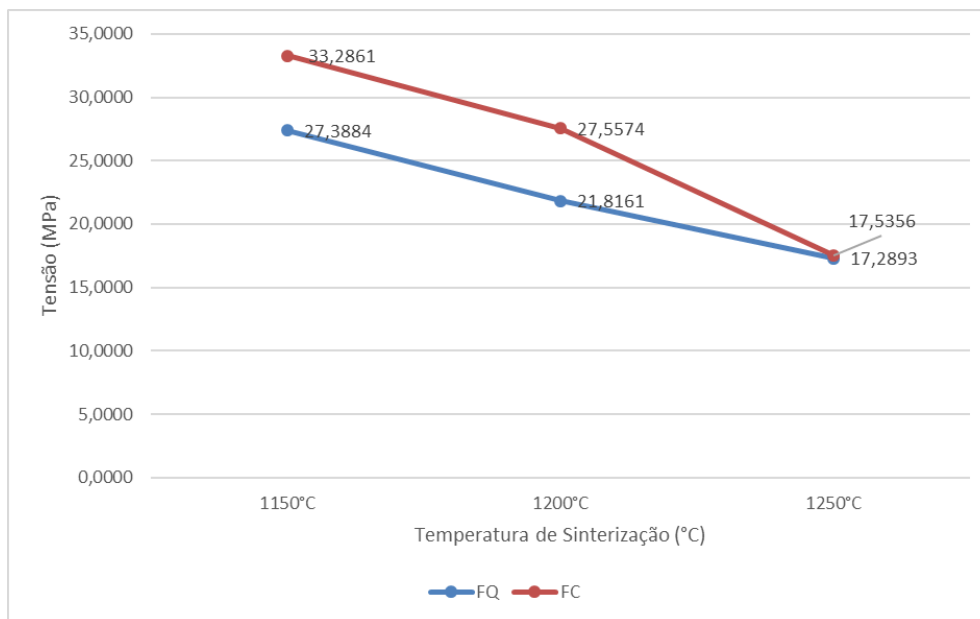


Figura 03. Resultados dos ensaios de flexão de 3 pontos dos corpos de prova com o resíduo (FQ) e com a matéria prima tradicional (FC)

De acordo com a NBR 13818/97, a resistência mecânica média esperada para os grupos Bla e Blb são de 35 e 30 MPa, respectivamente. Das formulações propostas, nenhuma delas atingiu a resistência esperada pela sua absorção de água obtida, a que chegou mais próxima foi a FC sinterizada a 1150°C com 33,28 MPa de

resistência. Em todas as temperaturas a formulação com a matéria prima tradicional superou a formulação com o resíduo em estudo, porém com uma disparidade muito próxima, devido a composição dos materiais serem estritamente semelhantes.

Além disso, o aumento da temperatura de sinterização contribui com o empacotamento fechado das partículas que por sua vez limita a deformação a uma taxa bastante lenta e quase constante, além do aumento da viscosidade do líquido devido à dissolução de partículas que alteram sua composição química. A viscosidade do líquido formado, quando muito elevada não é desejável devido à baixa cinética de densificação. E isto provavelmente é responsável pelo aumento da deformação pirolástica e conseqüentemente a queda na resistência mecânica. (12)

4. CONCLUSÕES

O resíduo fino de serragem de quartzitos tem grande potencial para uso no setor ceramista já que possui altos teores de sílica (>90%) e se assemelha bastante com a matéria prima original, o quartzo. E como foi provado nos ensaios físicos, tem desempenho semelhante nos quesitos de absorção de água, retração linear de queima e módulo de resistência a flexão de 3 pontos.

Contudo, os corpos de prova da FQ mostraram-se levemente inferiores qualitativamente em relação aos da FC pois apresentam mais impurezas e contaminantes que o quartzo puro, amplamente utilizado na indústria cerâmica.

Os corpos cerâmicos sinterizados a 1200°C apresentaram os melhores resultados de absorção de água, classificando ambas as formulações como porcelanato, de acordo com a NBR 13818. Porém não alcançaram os parâmetros de resistência mecânica em nenhuma das formulações, sendo o resultado mais promissor a FC a 1150°C com 33,28 MPa. Os resultados de retração linear de queima não contemplados na NBR citada.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) MENEZES, R. G.; LARIZZATTI, J. H. Rochas ornamentais e de revestimento: conceitos, tipos e caracterização tecnológica. **Rio de Janeiro: UFRJ**, p. 14, 2005.
- (2) SOUZA, A. P. F., LIMA, A. A., GOPINATH, T. R., NADLER, H. C. S. Uma abordagem técnica e ambiental sobre os depósitos de quartzitos no estado da Paraíba. I Simpósio brasileiro de rochas ornamentais e II Seminário de rochas ornamentais do nordeste, Anais, realizado em Salvador, BA – 28 de novembro a 01 de dezembro de 2001.
- (3) VIDAL, F. W. H., PEREIRA, R. A., CASTRO, N. F., MENDES V. A., COSTA, J. C. A. Aprimoramento das técnicas de extração de quartzito do seridó paraibano. **Ambiente Mineral – Revista Brasileira de Mineração e Meio Ambiente**, v.3, n. 2, p. 29-38, 2013.
- (4) AMORIM, Marlon Leal Cabral Menezes de. Proposta de tratamento e aproveitamento dos resíduos provenientes de uma unidade industrial de beneficiamento de Quartzito. 2013.
- (5) OLIVEIRA, Antonio Pedro Novaes. Grês porcelanato: aspectos mercadológicos e tecnológicos. **Cerâmica Industrial**, v. 3, n. 3, p. 34-41, 1998
- (6) SANCHEZ, E. et al. Efeito da Composição das Matérias-Primas empregadas na fabricação de grês porcelanato sobre as fases formadas durante a queima e as propriedades do produto final. **Cerâmica Industrial**, v. 6, n. 5, p. 15-22, 2001.
- (7) SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Silvia Cristina Alves; BRAGA, Paulo Fernando Almeida. **Tratamento de minérios: práticas laboratoriais**. CETEM/MCT, 2007.
- (8) ABNT, **NBR 13818–Informações técnicas: Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios**. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <<http://www.anfacet.org.br>>. Acesso em: 16 nov. 2013.
- (9) MELCHIADES, Fabio Gomes; QUINTEIRO, Eduardo; BOSCHI, Anselmo Ortega. A curva de gresificação: Parte I. **Cerâmica Industrial**, v. 1, n. 4/5, p. 30-31, 1996.
- (10) DE SOUSA PORTO, Valdênia et al. 3. Obtenção e avaliação das propriedades físico-mecânica de massas cerâmicas para grés sanitários utilizando resíduo de vidro plano em sua composição. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 7, n. 1, 2012.
- (11) ALVES, Ieda Maria. Glossário de revestimento cerâmico. **Cadernos de Terminologia**, n. 04, p. 01-02, 2011.
- (12) AIREY, A. C.; BIRTLES, J. F. Pyroplastic deformation of whiteware bodies. In: HENKES, V. E.; ONODA, G. Y.; CARTY, W. M. **Science of whitewares**. England: American Ceramic Society, 1996. p. 225-234.

USING OF SAWING QUARTZITE FINE RESIDUAL FOR OBTAINING CERAMIC COATING

ABSTRACT

Quartzite is a metamorphic rock that is consisting mainly of quartz. In Paraíba there is a mining activity of this rock, in the region of Várzea and Junco do Seridó especially where many wastes are created, including the sawing residue. The objective is to use the waste cited as the ceramic component coating mass, thereby replacing the quartz. Initially, the raw materials samples were taken and the chemical analysis was done of them. This passed the comminution process to achieve the required minimum particle size. After this, a formulation which added the residue in ceramic mass was made. The specimens were subjected to sintering and it was later made physical tests according to NBR 13818. The results show that the residue can replace the quartz ceramic mass successfully, but not as good as the original raw material.

Keywords: quartzite, ceramic, coating, waste