

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE RESÍDUOS DE QUARTZITOS PARA FABRICAÇÃO DE GRÉS PORCELANATO

M. M. de Souza – IFRN – Avenida Senador Salgado Filho, 1559 / Lagoa Nova, Natal-RN, 59015-000 – marcondes.mendes@ifrn.edu.br¹

F. A. Costa – UFRN²

M. C. de Souza – IFRN³

J.B.M. Sousa – IFRN⁴

M. F. Meyer – IFRN⁵

M. A.L.O. Rodrigues – IFRN⁶

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo a caracterização física de amostras de quartzitos proveniente do Estado da Paraíba para utilização na indústria de cerâmica. Na amostragem foram coletadas duas amostras de quartzitos denominadas de quartzito verde e quartzito preto. As matérias-primas foram moídas, passadas na peneira de malha 200# (mesh) e feitas análises físicas, sendo preparadas três formulações de percentuais distintos. Os corpos de prova foram preparados por prensagem uniaxial, sinterizados a 1150°C, 1200°C e 1250°C e submetidos aos ensaios físicos para verificação da absorção de água. Segundo a ISO 13006, as formulações F1 a 1200 °C e 1250°C, F2 a 1250°C apresentaram características técnicas de grés porcelanato, a F3 a 1150°C apresentou características de porcelanato. Portanto, verificou-se a viabilidade técnica

da incorporação dos resíduos de quartzito como matéria-prima da massa cerâmica para produção de grés porcelanato.

Palavras-chaves: Quartzitos; utilização; resíduos; grés; porcelanato.

INTRODUÇÃO

Diversas empresas no Brasil estão se reestruturando de forma a evitar o desperdício e adotar a reciclagem e o aproveitamento dos resíduos, como um fator positivo para o meio ambiente (1). Apresentando soluções para a redução do impacto de suas atividades no meio ambiente através do uso adequado dos recursos naturais, começaram a alcançar o desenvolvimento sustentável e ao mesmo tempo, aumentar a lucratividade de seus negócios.

É necessário ressaltar que é fundamental o reaproveitamento de certos materiais considerados erroneamente como resíduos. Porém, dar um destino nobre para os resíduos constitui, na atualidade, um grande desafio (2).

A indústria cerâmica se destaca nesse contexto pelo seu potencial em co-processar resíduos em virtude de possuir elevado volume de produção (3), e também pelo fato de alguns resíduos, aliados às características físico-químicas da matéria-prima e às particularidades do processo produtivo, possam possibilitar vantagens à indústria e ao processo, tais como, economia e diversificação da oferta de matérias primas; redução do consumo de energia; e, por conseguinte, redução de custos (4).

MATERIAIS E MÉTODOS

O processo produtivo da massa cerâmica pode ser observado na Figura 1 que mostra o fluxograma geral do processo de fabricação, desde a etapa de beneficiamento da matéria-prima, caracterização da matéria-prima até a formação da massa. A formação da massa consiste na mistura, em proporções determinadas, dos ingredientes principais tais como argila, quartzo, e feldspato. A função do resíduo de quartzito,

colocado junto ao material a ser moído, a quantidade de 10 bolas de diâmetro 20 mm e 30 bolas com diâmetro de 12 mm (sendo as bolas de alumina) durante um tempo de 40 (quarenta) minutos. Ao término da moagem o material foi peneirado até a obtenção de 100% de material passante na malha de 200#.

Com o material na granulometria adequada iniciou-se a homogeneização e quarteamento de cada amostra. Nessa etapa, o material foi colocado em uma lona, na qual o material era espalhado aos poucos de forma gradual e lenta formando uma pilha cônica. Em seguida, o material foi dividido em 4 (quatro) partes duas delas, de lados opostos, foram retiradas e as outras duas permaneceram para serem novamente homogeneizadas e quarteadas, esse processo foi repetido 3 (três) vezes.

O material homogeneizado foi dividido em sub-amostras, sendo que de cada uma delas se retirou uma massa de 5g de, que foram destinados para os ensaios e determinações analíticas.

RESULTADOS

O conhecimento da composição química e mineralógica dos quartzitos propiciou valiosos subsídios para a avaliação de seus usos específicos em grés porcelanato, quando usados em conjunto com o conhecimento de suas propriedades físico-químicas. As Tabelas 1,2 e 3 apresentam os resultados dos ensaios físico-mecânicos dos corpos de prova sinterizados a 1150°C, 1200°C e 1250°C, respectivamente.

Tabela 1 – Resultados dos ensaios físico-mecânicos dos corpos de prova sinterizados a 1150°C

Ensaio	Quartzito	Quartzito
	Preto	Verde
Retração de queima (%)	7,692±0,521	6,649±0,316
Absorção de água (%)	2,09±0,87	5,82±0,79
Porosidade aparente (%)	3,99±1,66	10,40±
Massa específica (g/cm³)	1,92±0,026	1,788±0,078
Resistência à Flexão (MPa)	20,25	14,54

Tabela 2 – Resultados dos ensaios físico-mecânicos dos corpos de prova sinterizados a 1200°C

Ensaio	Quartzito	Quartzito
	Preto	Verde
Retração de queima (%)	6,395±0,618	8,054±0,343
Absorção de água (%)	0,18±0,20	0,15±0,08
Porosidade aparente (%)	0,38±0,42	0,25±0,15
Massa específica (g/cm³)	2,112±0,052	1,912±0,080
Resistência à Flexão (MPa)	28,11±	22,93±

Tabela 3 – Resultados dos ensaios físico-mecânicos dos corpos de prova sinterizados a 1250°C

Ensaio	Quartzito	Quartzito
	Preto	Verde
Retração de queima (%)	1,236±0,885	3,498±0,180
Absorção de água (%)	0,19±0,07	0,18±0,04
Porosidade aparente (%)	0,54±0,20	0,37±0,09
Massa específica (g/cm³)	2,805±0,034	2,128±0,027
Resistência à Flexão (MPa)	*	*

* Os corpos de prova fundiram (deformaram).

RETRAÇÃO LINEAR DE QUEIMA

A Figura 2 apresenta os resultados da retração linear dos corpos de prova sinterizados a 1150, 1200 e 1250°C. De acordo com os resultados apresentados no gráfico, houve um aumento da retração linear dos corpos de prova com o aumento da temperatura de 1150°C para 1200°C na formulação do quartzito verde. Já no quartzito preto houve redução de 16,86%. A retração linear do quartzito preto foi inferior ao quartzito verde devido à presença de óxidos fundentes como Fe₂O₃ (11,21%), MgO (4,115%), CaO (3,725%) e K₂O (4,257%), ou seja,

materiais que diminuem o ponto de fusão das massas cerâmicas (refratariedade), bem como a retração linear e a formação de fases líquidas. O alto teor de Fe_2O_3 na composição do quartzito preto reduziu a plasticidade da massa cerâmica, diminuiu a retração de queima, dessa forma, diminuindo também a resistência mecânica do material.

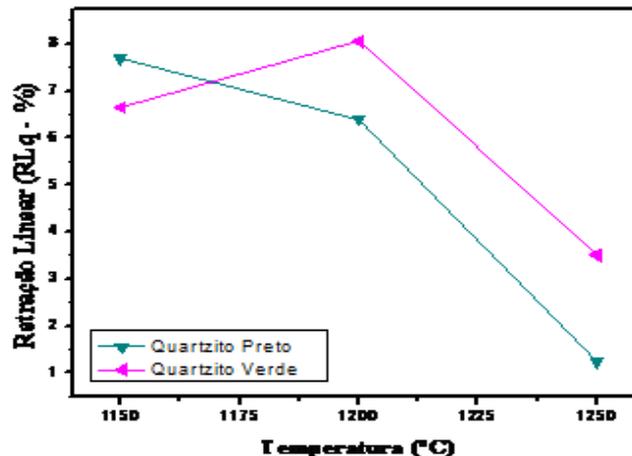


Figura 2 – Retração linear de queima (RLq) dos quartzitos Preto e Verde sinterizados a 1150, 1200 e 1250°C

POROSIDADE APARENTE

A Figura 3 apresenta o resultado da porosidade aparente dos quartzitos sinterizados a 1150, 1200 e 1250°C. As formulações de quartzitos sinterizados a 1150°C apresentaram porosidade aparente entre 3,99 e 10,40%, apresentando maiores percentuais de porosidade às formulações de quartzitos verde (9,0%) e Preto (10,4%), devido ao teor de sílica e hematita, respectivamente.

Os corpos de prova sinterizados a 1200°C apresentaram uma homogeneidade dos valores de porosidade aparente, colaborando com os resultados de absorção de água. A PA dos corpos sinterizados variou entre 0,2 e 0,74%, estando coerente com os resultados de AA. Observa-se que com uma menor porosidade aparente, menor é a absorção de água desses corpos cerâmicos. As formulações de quartzitos preto e verde sinterizadas a 1250°C apresentaram uniformidade nos valores de porosidade aparente, devido à dissociação dos poros nesta temperatura,

aumentando a porosidade da mesma conforme pode ser observado também pelos valores de absorção de água (Fig. 3).

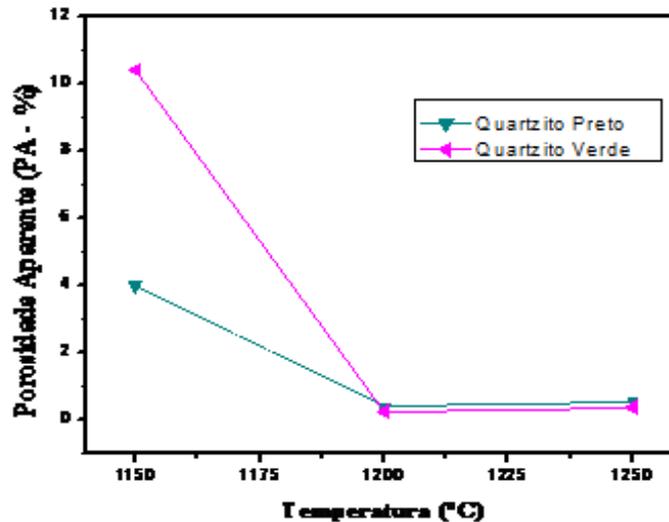


Figura 3 – Porosidade aparente (PA) dos quartzitos Preto e Verde sinterizados a 1150, 1200 e 1250°C

MASSA ESPECÍFICA APARENTE

A Figura 4 apresenta os resultados da massa específica aparente das formulações de quartzitos sinterizadas a 1100, 1150 e 1250°C. Observa-se que os corpos de prova de todas as formulações de quartzitos apresentaram aumento na massa específica aparente com o aumento da temperatura. Os corpos de prova sinterizados a 1150°C variaram a massa específica entre 1,733 e 1,92 g/cm³. Já os corpos cerâmicos sinterizados a 1200°C apresentaram variação da massa específica em torno de 1,912 e 2,112 g/cm³ e os sinterizados a 1250°C apresentaram variação entre 2,094 e 2,805 g/cm³. Os resultados são coerentes com a literatura e evidenciam o comportamento de densificação dos corpos de prova com o aumento da temperatura de sinterização. Quanto maior a temperatura de sinterização, maior é a quantidade de fase vítrea penetrando e preenchendo os poros enquanto se encontra na fase líquida durante a sinterização, dessa forma, maior é a densidade dos corpos cerâmicos.

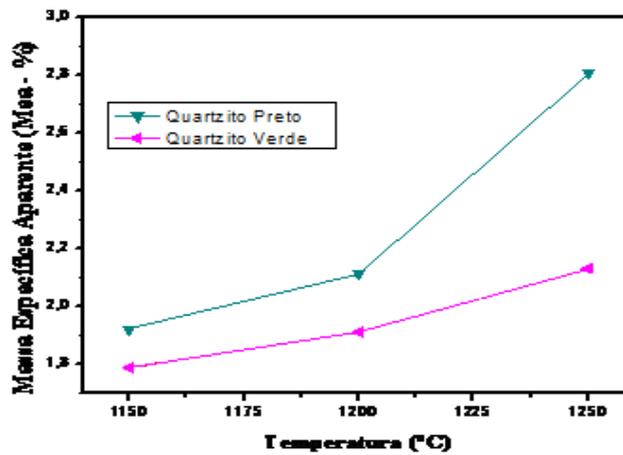


Figura 4 – Massa específica aparente (Mea) dos quartzitos Preto e Verde sinterizados a 1150, 1200 e 1250°C.

ABSORÇÃO DE ÁGUA

A Figura 5 apresenta os resultados de absorção de água das formulações de quartzitos sinterizados a 1150, 1200 e 1250°C. Uma das principais características do grés porcelanato é a baixa absorção de água (<0,5%). Os corpos de prova sinterizados a 1150°C apresentaram AA entre 2,09 e 5,82%, sendo atribuído este comportamento a grande quantidade de poros dos corpos de prova, sendo oriundos do processo de compactação e a temperatura de sinterização, sendo responsável pelo fechamento e arredondamento parcial dos poros devido à difusão do material.

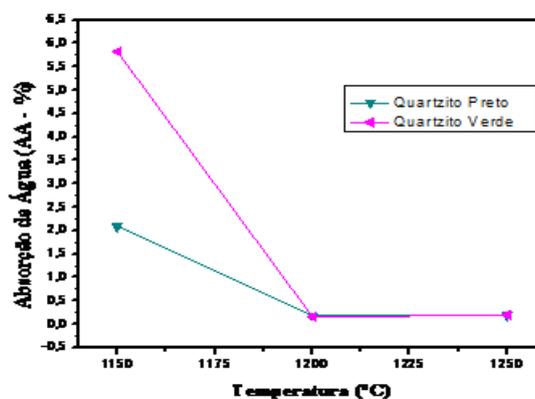


Figura 5 – Absorção de água (AA) dos quartzitos Preto e Verde sinterizados a 1150, 1200 e 1250°C.

A Figura 6 apresenta os resultados da resistência à flexão de 3 pontos dos corpos de prova dos quartzitos sinterizados a 1150 e 1200°C. Os corpos de prova dos quartzitos sinterizados a 1250°C foram descartados devido a indisponibilidade de realizar esta análise por terem fundido. Todas as formulações de quartzitos apresentam um aumento substancial da resistência mecânica à flexão com o aumento da temperatura de sinterização de 1150°C para 1200°C.

Assim como as propriedades de retração linear e massa específica aparente, percebe-se que a tensão de ruptura à flexão aumentou de acordo com o aumento da temperatura máxima de sinterização. Os corpos de prova dos quartzitos apresentaram resistência mecânica à flexão de 14,54 a 20,25 MPa, sendo o mais resistente a flexão o corpo de prova do quartzito preto (20,25 MPa). Já as formulações sinterizadas a 1200°C apresentaram valores de resistência mecânica à flexão entre 22,93 e 28,11 MPa, mantendo o maior valor o quartzito preto (28,11 MPa).

É importante salientar que a ABNT não classifica os revestimentos quanto à resistência à flexão, embora cite como fazer o ensaio. Contudo, a norma Europeia UNI EN 100, faz referência ao valor médio que deve apresentar a TRF em MPa > 27 , para um revestimento prensado e com AA $< 0,5\%$. De acordo com essa informação, percebe-se que o corpo de prova da formulação do quartzito preto atingiu a marca ideal de resistência à flexão, atingindo 28,11 MPa na sinterização a 1200°C, com exceção da formulação do quartzito verde, 22,93 MPa.

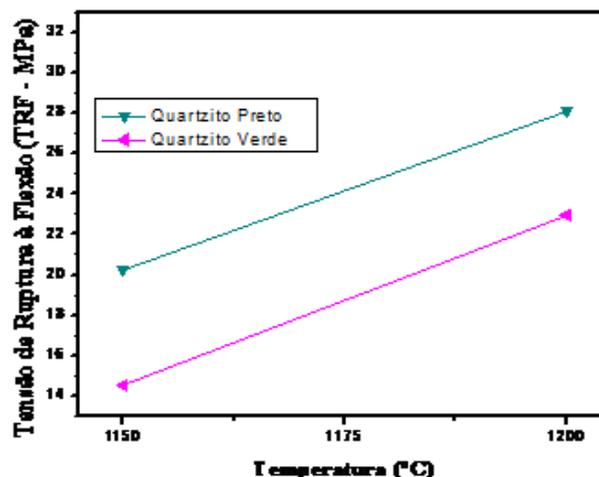


Figura 6 – Resistência à flexão (TRF) dos quartzitos Preto e Verde sinterizados a 1150 e 1200°C.

CONCLUSÕES

1. Os altos teores de óxido de ferro nos quartzitos, principalmente, no quartzito preto contribuíram para a coloração dos corpos cerâmicos após sinterizados, sendo descartada a utilização da formulação do quartzito preto em grés porcelanato por questões estéticas e estrutural, pois o material fundiu a 1250°C.
2. Verifica-se que há uma variação relativamente alta de absorção de água e retração linear entre as formulações, para as temperatura de sinterização a 1150°C, sendo mais uniforme a 1200 e 1250°C, com exceção do quartzito preto.
3. Todas as formulações dos quartzitos obtiveram baixa absorção de água quando sinterizados a 1200°C, obtendo AA entre 0,1 a 0,36% sem terem passado pelo processo de atomização.
4. Os corpos de prova de todos os quartzitos atingiram a marca ideal de resistência à flexão, segundo a norma europeia EN 100, superando a 27 MPa (tensão mínima definida pela norma para produção de grés porcelanato) na sinterização de 1200°C.
5. O uso de resíduos de quartzitos em massas cerâmicas se apresenta como excelente potencial para produção de grés porcelanato.

REFERÊNCIAS

- 1– Pereira, R.L. 2002. Resíduos Sólidos Industriais: Uma Fonte Alternativa na Elaboração de Materiais Cerâmicos de Baixa Densidade. Tese de Mestrado em Engenharia de Materiais e Processos Avançados - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas – CCT, 106p.
- 2– ANFACER, Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmicas para Revestimento, 2013, Revestimento Cerâmicos do Brasil.
- 3– Menezes, R.R.; Neves, G.A.; Ferreira, H.C. 2002. 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.
- 4– Alves, W.A.; Baldo, J.B. 1998. O Potencial da Utilização de um Resíduo Argiloso na Fabricação de Revestimento Cerâmico – Parte II. Cerâmica Industrial, São Paulo, v.3, n.1-2, p.34-36.

PHYSICAL CHARACTERIZATION OF WASTE QUARTZITES MANUFACTURING REFINED PORCELAIN STONEWARE

ABSTRACT

This work aims the physical characterization of samples of quartzites from the State of Paraíba for use in the ceramics industry. Sampling in two samples of quartzite called green quartzite and black quartzite were collected. The raw materials were ground and passed through sieve #200 mesh (mesh) and made physical, being prepared three formulations of different percentages. The specimens were prepared by uniaxial pressing, sintered at 1150°C, 1200 ° C and 1250 ° C and subjected to physical tests to check water absorption. According to ISO 13006, the formulations F1 1200°C and 1250°C to 1250°C F2 presented technical characteristics of

porcelain stoneware tiles, the F3 at 1150°C showed characteristics of porcelain. Therefore, we verified the technical feasibility of incorporating waste of quartzite as a raw material for the ceramic mass production of porcelain stoneware tiles.

Key-words: Quartzite; use; waste; stoneware; porcelain.