

## ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL APÓS A SINTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE QUARTZITOS EM SUBSTITUIÇÃO AO QUARTZO NA MASSA CERÂMICA PARA OBTENÇÃO DE GRÉS PORCELANATO

Marcondes Mendes de Souza (\*), Luciana J. D. B. Mendes, Marcos A. O. Maia, Alexandre M. R. Rocha, Thalles C. de Lima

\* Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Marcondes.mendes@ifrn.edu.br

### RESUMO

Nos dias atuais o desenvolvimento do setor de revestimentos cerâmicos, vem-se percebendo um aumento considerável no volume de resíduos provenientes das indústrias de transformação e beneficiamento de rochas ornamentais como: granitos, mármore, quartzitos, etc. Um dos motivos desse aumento é que não há na maioria dos casos um plano de gerenciamento para os resíduos produzidos por parte dos seus geradores, o que potencializa os efeitos de impactos ambientais negativos e o custo de descarte. O quartzo é de grande importância para a massa principalmente pelo seu ponto de fusão elevado, em torno de 1700°C, sendo responsável por aguentar a alta temperatura de queima, servindo como esqueleto da peça. Apesar disso o quartzito também se mostrou muito eficiente, já que sua composição química possui cerca de 80% de quartzo. Sendo assim, o uso do quartzito gerou resultados similares ao do quartzo, no processo de sinterização, demonstrando que este também pode ser um potencial componente da massa cerâmica para grés porcelanato. O estudo busca avaliar os resultados da caracterização microestrutural após a sinterização de resíduos de quartzitos em substituição ao quartzo na massa cerâmica para obtenção do grés porcelanato nas temperaturas de 1150°C e 1200°C.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos, quartzito, quartzo, grés porcelanato.

### ABSTRACT

In the present day, the development of the ceramic tile industry has seen a considerable increase in the production volume of the processing and beneficiation industries of ornamental stones such as granite, marble, quartzite, etc. There is an example of a management plan to burn part of your generators, which potentiates the negative effects of an environment and the cost of disposal. The quartz is of great importance for the global mass of its high melting point, around 1700°C, being responsible for receiving a high firing temperature, and serving as the skeleton of the piece. In addition, quartz was also very efficient, since its chemical structure has about 80% quartz. Therefore, the use of quartz generated processes similar to quartz, without a sintering process, demonstrating that this may also be a potential component of the ceramic mass for the porcelain tile. The objective of the microstructural analysis after sintering of quartz residues in substitution of quartz in the ceramic mass for the generation of quartz residues at temperatures of 1150 ° C and 1200 ° C.

**KEY WORDS:** Residues, quartzite, quartz, stoneware porcelain.

### 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. 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 (ANFACER, 2013).

A indústria cerâmica se destaca pelo potencial de coprocessar resíduos, pois possui elevado volume de produção (MENEZES, 2002), e também pelo fato de alguns resíduos, aliados às características físico-químicas da matéria-prima, apresentarem particularidades no processo produtivo, o qual possibilita 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 (ALVES e BALDO, 1998).

Os revestimentos cerâmicos do tipo grés porcelanato são produtos de baixa porosidade usados em ambientes internos e externos, caracterizados por excelentes propriedades físico-mecânicas e resistências químicas à abrasão superficial e ao congelamento (MANFREDINI, PELLACANI e ROMANGNOLI, 1995).

Grés porcelanato é definido como qualquer produto esmaltado que, embora denso, impermeável e resistente o suficiente para resistir a arranhões com uma ponta de aço, difere da porcelana por ser mais opaco e, geralmente, parcialmente vitrificado. Ele pode ser vítreo ou semivítreo. Por outro lado, o porcelanato decorrente das qualidades da porcelana refere-se a um produto cerâmico totalmente vitrificado, sendo impermeável (mesmo sem esmalte), branco ou artificialmente colorido, translúcido (exceto quando muito grosso) e resistente. Como resultado, pode-se definir “grés porcelanato” como sendo um revestimento cerâmico impermeável, totalmente vitrificado, esmaltado ou não, cuja peça queimada é branca ou artificialmente colorida e é feita a partir de uma mistura de caulim (ou argilas cauliniticas), quartzo e feldspato. Na prática, essa definição deve ser compatível com a classificação da Organização Internacional de Padronização (*International Standard Organization*), padrão para revestimentos cerâmicos, que define que a qualificação de totalmente vitrificada pode ser entendida como tendo a absorção de água abaixo de 0,5% (SANCHEZ, 2003). Estes produtos são fabricados usando quantidades elevadas de fundentes (GENNARO, 2003).

O grés porcelanato pode ser formulado com critérios de composição muito semelhantes aos da porcelana: mistura de areias de quartzo ou de feldspato, feldspatos e argilas com um alto teor de caulim. Com relação à microestrutura, a maior parte das porcelanas tri-axiais é formada por uma rede tridimensional de cristais alongados e extremamente pequenos de uma fase denominada mulita (silicato de alumínio cristalizado), um vidro feldspático que aglomera cristalizações de mulita e o quartzo residual. A obtenção de cristais de mulita bem e uniformemente desenvolvidos ocorre com temperaturas de queima superiores (1200° C– 1300°C) às usuais na fabricação do grés convencional e é a chave para se obter um produto de grés porcelanato com melhores propriedades tecnológicas face suas aplicações (RINCÓN e ROMERO, 2001).

O grés porcelanato destaca-se pelas seguintes características:

- altíssima resistência à abrasão;
- baixa absorção de água;
- resistência ao gelo;
- resistência a ácidos e álcalis;
- uniformidade de cores;
- impermeabilidade;
- facilidade de manutenção;
- amplas possibilidades de composições.

O crescimento da produção mundial do porcelanato é atribuído à grande receptividade pelo mercado mundial. A capacidade produtiva mundial de grés porcelanato é estimada atualmente em aproximadamente 400 milhões de m<sup>2</sup>/ano.

Este entusiasmo pela tecnologia e comercialização contagiou também o setor de fabricação de fritas e corantes, que atualmente desenvolve novos produtos para a decoração e melhora das propriedades superficiais do produto.

Os principais países produtores de grés porcelanato com o número aproximado de empresas são:

- Itália (superior a 30 empresas);
- China (superior a 30 empresas);
- Taiwan (superior a 20 empresas);
- França e Alemanha (superior a 7 empresas);
- Malásia (superior a 5 empresas);
- Tailândia, Indonésia, Espanha, Brasil e Índia (superior a 4 empresas);
- Polônia, República Tcheca e Eslovênia, Turquia, Coreia do Sul, Japão; Filipinas, Argentina, EUA, Venezuela e Marrocos (inferior a 4 empresas).

Nos últimos 15 anos o Brasil multiplicou por quatro sua produção de revestimentos cerâmicos, material que engloba pisos e azulejos, e hoje é o segundo maior fabricante mundial desses produtos. Com 866 milhões de metros quadrados (m<sup>2</sup>) produzidos em 2012, o país só perde para a China e já superou concorrentes tradicionais, como Espanha e Itália que até alguns anos dominavam o setor. De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento, Louças Sanitárias e Congêneres (Anfacer), que representa 93 empresas de 18 estados, os fabricantes nacionais estão alinhados com a melhor tecnologia disponível no mundo.

Em contra partida com o desenvolvimento do setor de revestimentos cerâmicos, vem-se percebendo um aumento considerável no volume de resíduos provenientes das indústrias de transformação e beneficiamento de rochas ornamentais, como granitos, mármore e quartzitos, entre outras. Um dos motivos desse aumento é que não há na maioria dos casos um plano de gerenciamento para os resíduos produzidos por parte dos seus geradores, o que potencializa os efeitos de impactos ambientais negativos e o custo de descarte.

Para os resíduos provenientes do beneficiamento de rochas ornamentais como o quartzito, uma aplicação racional é sua utilização na indústria cerâmica, pois os mesmos possuem características físicas e químicas adequadas à composição de massas para a fabricação de pisos e revestimento cerâmico como o grés porcelanato. Esse procedimento teria reflexos para as indústrias geradoras de resíduos e para as indústrias de revestimentos cerâmicos.

A formulação de massas para a fabricação de produtos cerâmicos é uma etapa de pesquisa associada a vários testes até o desenvolvimento de uma massa cerâmica durante o processamento e para a obtenção das propriedades finais

requeridas (VIEIRA, 2001). Na fabricação de peças cerâmicas é bastante comum a mistura de dois ou mais materiais para a composição da massa (CASAGRANDE, 2008).

Na composição da massa para o grés porcelanato, é necessário que sejam satisfeitas as características microestruturais e as propriedades tecnológicas usadas nas indústrias de revestimentos cerâmicos.

Ao utilizar esses resíduos para a produção do grés porcelanato, os aspectos são bastante positivos, pois sua composição química e mineralógica apresenta constituintes encontrados na matéria-prima proveniente das rochas quartzíticas, como o quartzo e o feldspato, que atuam como elementos majoritários na formulação da massa cerâmica. Estes elementos são de grande importância quando presentes nas formulações de revestimento cerâmicos de alta qualidade por dar resistência à peça verde, no caso do quartzo, e para formação de estrutura da peça, atribuindo resistência e formação da fase líquida da peça sinterizada.

No intuito de criar uma formulação para um grés porcelanato que dê aproveitamento aos resíduos de quartzitos, inseriu-se a essa formulação argila e feldspato potássico que são utilizados na produção de revestimento cerâmico, para efeito de estudo e comparação.

O quartzito é uma rocha metamórfica granoblástica composta principalmente de quartzo e que é formada por recristalização de arenito ou de sílex por metamorfismo regional ou de contato (MROLDSD, 2013).

Alguns quartzitos, devido à concentração de micas iso-orientadas em níveis específicos, são finamente foliados ou laminados, permitindo com relativa facilidade sua partição através destes planos de fraqueza. A presença desta estruturação, porém, impossibilita sua obtenção como blocos e sua utilização em teares ou mesmo corte regulares de chapa. Em função disso, são usualmente extraídos como placas diretamente dos afloramentos (COSTA *et al.*, 2002).

A indústria de extração e beneficiamento de quartzito de Várzea, localizada a 320 km de João Pessoa, na região de Seridó, na Paraíba, movimenta 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, 2014).

A riqueza mineral de Várzea está toda na Serra do Poção, que tem cerca de 25 km de extensão e abriga uma das maiores reservas de quartzito do Brasil. O quartzito de Várzea é uma rocha formada principalmente de quartzo (mais de 75% como ordem de grandeza), que é o mineral mais abundante da terra. A rocha é fria, não retém o calor do sol e é utilizada principalmente para revestimento de piscinas.

As principais áreas mineralizadas de quartzitos na Paraíba estão na Província Borborema, mais precisamente nos municípios de Junco do Seridó e Várzea (Figura 1), cujos depósitos se estendem até os municípios de Equador e Ouro Branco, no Rio Grande do Norte. Nessas áreas observa-se uma extração intensa de lajotas quadradas ou retangulares de quartzitos que servem para aplicação em revestimento de paredes, calçadas, piscinas e em pisos de construção moderna e rústica. A partir da década de 1940, a produção dessa rocha cresceu bastante, conquistando cada vez mais novos mercados, como Campina Grande, João Pessoa, Natal, Recife, Fortaleza e Salvador, existindo inclusive a possibilidade de inserção no mercado exterior.

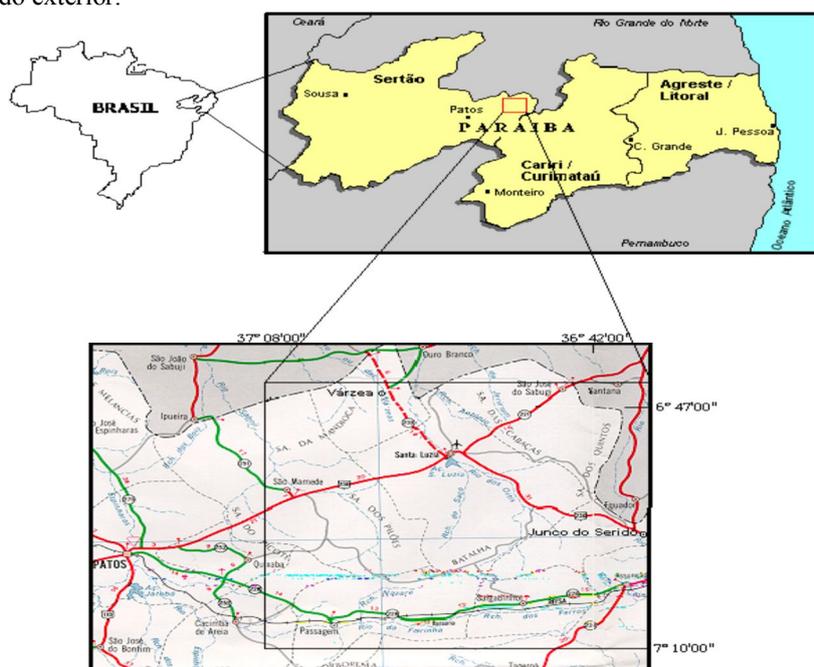


Figura 1: Mapa de Localização da Região de Junco do Seridó e Várzea/ PB. Fonte: Autor Próprio.

Entretanto, todo esse crescimento não foi precedido por um estudo detalhado de viabilidade técnico-econômica desses depósitos, inexistindo os levantamentos geológicos básicos das áreas mineradas, e as operações de lavra ainda são realizadas de forma inadequada, causando uma série de impactos ambientais que comprometem o desenvolvimento sustentável na região.

Na maioria das pedreiras de quartzito, a lavra é feita a céu aberto, adotando-se um sistema de extração com desmonte manual, e em poucas frentes de lavra é usado explosivo para a divisão da rocha (Figura 2 e 3). No sistema manual, a extração direta de grandes placas, ou lajotas do maciço rochoso inicia-se pela perfuração manual com o uso de marreta e hastes de ferro para abertura de canais ou furos, aproveitando os planos de clivagem de modo a dividir a rocha em duas partes, das quais uma é manuseável, de onde são extraídas as placas de quartzitos.

Segundo informações colhidas com os garimpeiros, normalmente um furo manual é feito por dois operários, que passam em média dois dias para concluí-lo. Em algumas frentes de lavra o comprimento do furo da bancada chega até a 2 m, com uma polegada de diâmetro.



(2)



(3)

**Figura 2 e 3: Lavra de Quartzito em Várzea/ PB. Fonte: Autor do trabalho.**

No sistema de perfuração e explosivo, efetuado com martelos pneumáticos e explosivos do tipo nitrato de amônia, foi observado em poucas frentes de lavra a busca de uma produtividade maior. Nesses casos eram perfurados em média 4 furos com altura de 2,5 m e diâmetro de uma polegada, com duração média de 40 minutos por furo. Após o desmonte do bloco rochoso, inicia-se a subdivisão destes em placas ou lajões, com o uso de marretas e talhadeiras. Todos esses materiais desmontados são carregados e transportados para a superfície com pás manuais e carros de mão. Em seguida, as lajes são esculpidas até o esquadrejamento final. Nas áreas estudadas, existem aproximadamente 150 “banquetas” em atividade, com produção semanal de 40 m<sup>2</sup> a 140 m<sup>2</sup> de quartzitos por “banqueta”.

A mineração, como qualquer outra atividade econômica, provoca impactos sobre o meio ambiente, cuja preservação e recuperação dependem da adoção de técnicas apropriadas para execução de suas operações. A extração de quartzitos na Paraíba ocorre longe dos grandes centros urbanos, em pequenos municípios situados no interior do Estado, em áreas constituídas de vegetação típica da caatinga, com reduzido índice pluviométrico e com baixo potencial hídrico.

Como a região onde ocorre essa atividade tem um baixo potencial hídrico, não se observa impactos ambientais significativos sobre a água. Da mesma forma, a limitada utilização de martelos pneumáticos e explosivos, nos desmontes das frentes de lavra, minimiza os efeitos da poluição do ar, verificando-se apenas a propagação insignificante de partículas sólidas sedimentáveis ou em suspensão no sistema manual de produção de quartzitos.

Nas serrarias, as placas de quartzito são transformadas em lajes quadradas ou retangulares, de larguras padronizadas e comprimento livre, de forma a propiciar o seu maior aproveitamento. As aparas maiores são serradas, gerando os filetes. Estes são os produtos de maior valor agregado e são destinados, em sua maioria, ao mercado interno e a uma pequena parcela ao mercado externo (Figura 4 e 5).



(4)



(5)

**Figura 4 e 5: Beneficiamento de Quartzito na Serraria Itacolomy em Várzea/ PB. Fonte: Autor do trabalho.**

Nesta fase do beneficiamento são gerados dois rejeitos, um mais grosseiro, que é misturado aos da pedreira, e um extremamente fino, rico em SiO<sub>2</sub>, proveniente do desgaste da rocha durante o processo de corte com serras a diamante.

A importância do setor de rochas para a economia brasileira é indiscutível, porém esses resíduos gerados são dispostos de forma inadequada no meio ambiente, sem previsão de utilização ou reuso.

Na cidade de Várzea (Região de Seridó – PB), aproximadamente um terço da população está envolvida nas etapas de produção de extração e beneficiamento de quartzitos. A produção mensal de quartzito em Várzea é de 25 mil metros quadrados. Pelo menos 25 serrarias trabalham sem parar. Cada serraria beneficia aproximadamente 3000 mil metros de pedras por mês. Cada metro de quartzito beneficiado é comercializado a R\$ 15,00 em média.

No período de extração e beneficiamento das placas de quartzitos são gerados resíduos, como poeira, lamas, dentre outros que, quando não controlados, poluem e 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.

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 branca ou porcelanato, a fim de minimizar os danos ambientais causados pela indústria mineradora da região. Segundo a Serraria Itacolomy, a produção de resíduos gerados pelo beneficiamento dos quartzitos é, em média, 30 a 40 carros de mãos por dia, com um peso médio de 62,218 kg por carro (Tabela 01).

**Tabela 1. Produção de resíduos de quartzitos. Fonte: Autor do trabalho.**

Total por Dia				
Carros de mão por dia	Peso médio de 1 carro de mão (Ton)	Produção de resíduos por dia (Ton)	Densidade	Volume (m <sup>3</sup> )
30	0,0621	1,863	2,56	0,727
35	0,0621	2,173	2,56	0,848
40	0,0621	2,484	2,56	0,970

A introdução de resíduos na produção de massas cerâmicas pode ser uma maneira de diminuir a quantidade de resíduos jogados no ambiente e de também prolongar o uso das reservas de matérias primas naturais, visto que, ao longo de sua existência, o homem sempre utilizou os recursos naturais do planeta e ao transformar matérias-primas. Assim, de modo a torná-las úteis para a sociedade, o homem produz resíduos que acabam por comprometer o meio ambiente (PONTES e CARDOSO, 2005).

## OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é o estudo da caracterização microestrutural após a sinterização de resíduos de quartzitos em substituição ao quartzo na massa cerâmica para obtenção de grés porcelanato, avaliando o comportamento térmico e as mudanças de fases das peças sinterizadas nas temperaturas de 1150°C e 1200°C, contribuindo, assim, para minimizar os impactos ambientais causados pelas mineradoras.

## METODOLOGIA

As matérias-primas utilizadas para a realização desse trabalho foram a argila, o feldspato e o resíduo de quartzitos. A argila é pouco plástica, com granulometria inferior a 200 mesh, e apresenta elevada resistência mecânica. Já as amostras de feldspato albita foram coletadas com uma granulometria de 200 mesh, ambas através de doação da empresa Armil Mineração do Nordeste Ltda. Os resíduos de quartzitos foram coletados após o beneficiamento do minério, através de doação da Serraria Pedra Itacolmy Ltda.

Na preparação das formulações, foi utilizado feldspato, argila e resíduos de quartzitos. A mistura foi realizada em moinhos periquito com bolas de alumina, por um período de 2 horas para cada composição. Após a finalização e completa homogeneização a seco, as formulações foram umedecidas com água destilada (10%), adquirindo consistência plástica para o processo de conformação. Todas as composições, misturadas, homogeneizadas e umedecidas, foram colocadas em sacos plásticos, preservando a sua umidade pelo período de 24 horas.

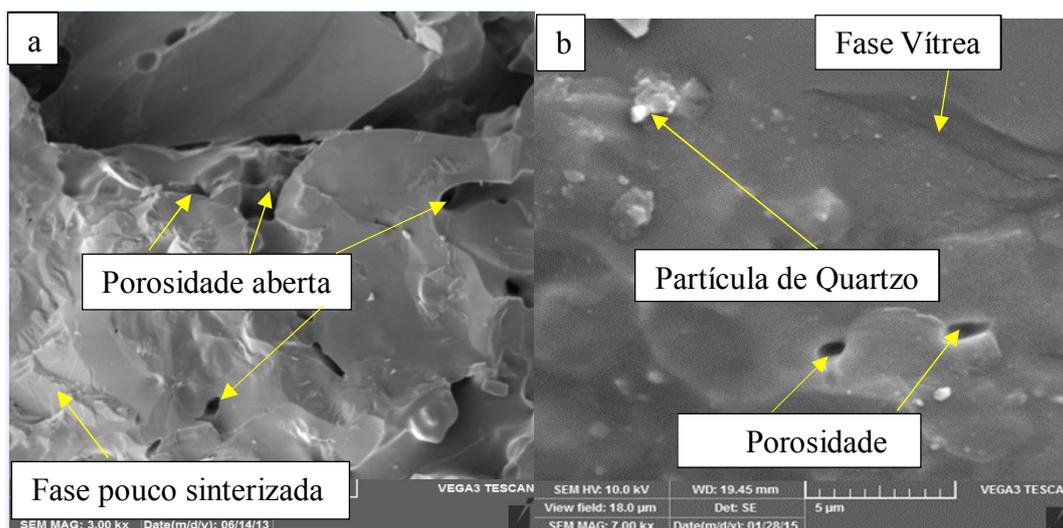
Para a compactação dos corpos-de-prova (CP), utilizou-se 12 gramas da massa cerâmica com 10% de água adicionada na mesma. Em seguida, colocou-se a massa em uma matriz com dimensões de 60 x 20 x 5 mm, sendo confeccionadas 10 (dez) amostras com duplicatas. Assim, foram confeccionados 20 (vinte) corpos-de-prova, conforme norma (ABNT, 1997). A etapa de compactação mecânica consiste de prensagem em matriz uniaxial à pressão de 15 ton. (marca Marcon – Laboratório do IFRN), com manutenção da pressão máxima por um período de um minuto para estabilização e homogeneização das partículas. A secagem dos corpos-de-prova foi realizada em uma estufa a 110°C por 24 horas, para eliminação de umidade e consolidação da resistência mecânica à verde.

A etapa de sinterização dos corpos-de-prova foi realizada em forno mufla, marca JUNG, no laboratório de Processamento Mineral do IFRN, em atmosfera ambiente, sob patamar de 60 min. e taxa de aquecimento de 5°C/min. As temperaturas de sinterização foram de 1150°C e 1200°C, e o resfriamento foi feito de forma natural, com o forno desligado e fechado até atingir a temperatura ambiente. Após a sinterização, os CP foram medidos e pesados em balança de precisão.

## RESULTADOS

A Figura 6 apresenta as micrografias dos resíduos de quartzitos adicionados na massa cerâmica sinterizado a 1150°C e 1200°C. Observa-se que o corpo-de-prova da formulação do quartzito sinterizado a 1150°C e 1200°C, apresenta pequena quantidade de poros, como também apresenta as fases vítreas, além da presença de partículas soltas de cor clara, provavelmente, algum elemento contaminante ou partículas de quartzo (Q) que sinterizada com temperaturas mais elevadas.

**Figura 6** – Micrografia do quartzito sinterizado a (a) 1150°C e (b) 1200°C



**Figura 6** – Micrografia do quartzito sinterizado a (a) 1150°C e (b) 1200°C. Fonte: Autor do trabalho.

## CONCLUSÕES

Observa-se que os corpos-de-prova das formulações sinterizadas a 1200°C apresentaram maior quantidade de fase líquida, partículas soltas de quartzitos e menor quantidade de poros. Já os corpos-de-prova das formulações sinterizadas a 1150°C apresentaram regiões pouco sinterizadas, além de grande quantidade de poros.

Os resultados obtidos demonstraram que se pode utilizar o resíduo de quartzito em um percentual de 6% de adição na massa cerâmica com 57% de feldspato e 37% de argila a uma temperatura 1200°C, a qual apresentou os melhores resultados nos corpos-de-prova sinterizados.

Os resíduos de quartzitos estudados podem ser utilizados também para fabricação de argamassa, pré-moldados, mosaicos, entre outros, como uma alternativa para minimizar o impacto ambiental gerado por esse tipo de resíduo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. \_\_\_\_\_ **NBR 13818 – Placas cerâmicas para revestimento – especificação e métodos de ensaios.** Rio de Janeiro, RJ, 1997.
2. \_\_\_\_\_ **NBR 13817–Placas Cerâmicas para Revestimento – Classificação.** Rio de Janeiro, RJ, 2007.
4. ALVES, W. A.; BALDO, J. B. O potencial da utilização de um resíduo argiloso na fabricação de revestimento cerâmico – Parte II. *Cerâmica Industrial*, vol.3(1-2), pp.34–36, 1998.
5. ANFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmicas para Revestimento. *Revestimentos Cerâmicos do Brasil*, 2013.
6. CASAGRANDE, M.C. Reaproveitamento de resíduos sólidos industriais: processamento e aplicações no setor cerâmico. *Revista Cerâmica Industrial*, vol.13 (1/2), pp. 34–42, 2008.
7. CERÂMICA ELIZABETH. Brasil, 2004. Disponível em: <<http://www.ceramicaelizabeth.com.br>>. Acessado em: 01 ago. 2014.
8. COSTA, A.G.; CAMPELLO, M.S.; MACIEL, S.L.; CALIXTO, C.; BECERRA, J.E. Rochas ornamentais e de revestimento: proposta de classificação com base na caracterização tecnológica. *In: III Simpósio sobre Rochas Ornamentais do Nordeste*, Anais, Recife, PE, 2002.
9. MANFREDINI, T.; PELLACANI, G.C.; ROMANGNOLI, M. Porcelainized stone ware tile. *American Ceramic Society Bulletin*, vol. 74(5), pp. 76–79, 1995.
10. MENEGAZZO, A.P.M.; LEMOS, F.L.N.; PASCHOAL, J.O.A.; GOUVÊIA, D.; CARVALHO, J.C.; NÓBREGA, R.S.N. Grés porcelanato. Parte I: uma abordagem mercadológica. *Revista Cerâmica Industrial*, vol.5, pp. 1–10, 2000.
11. MROLS. Mineral Resources On-Line Spatial Data. **Quartzite**. 2013. 1f. Department of the Interior, U.S. Geological Survey, 2013. Disponível em: <<http://mrddata.usgs.gov/geology/state/sgmc-lith.php?text=quartzite>>. Acesso em: 04 dez. 2013.
12. PONTES, I.F.; CARDOSO, F.W.H. Valorização de resíduos de serrarias de mármore e granito e sua aplicação na construção civil. *V Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste*, 2005.
13. RINCÓN, J.M.; ROMERO, M. A atual expansão da produção de grés porcelanato como passo prévio para a produção de revestimentos cerâmicos maciços. *Cerâmica Industrial*, vol. 6(4), pp. 22–24, 2001.
14. SANCHEZ, E. Considerações Técnicas sobre produtos de revestimento porcelânico e seus processos de Manufatura parte II. *Revista Cerâmica Industrial*, vol. 8(3), pp. 17–26, 2003.
15. SEBRAE. **Várzea: Cidade sem desempregados.** Disponível em: <<http://www.agenciasebrae.com.br/noticia.kmf?canal=36&cod=9686513&indice=20>>. Acesso em: 10 jan. 2014.
16. VIEIRA, C. M. F.; MONTEIRO, S. N.; DUAIBI FILHO, J. Formulação de massa de revestimento cerâmico com argilas plásticas de Campos dos Goytacazes (RJ) e Tanguá (SP). *Cerâmica Industrial*, vol. 6 (6), pp. 43–49, novembro/dezembro, 2001.