

Utilização de Rochas Metamórficas como Aditivos às Argilas de uma Mina do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes - SP

*Lineo Aparecido Gaspar Junior**, *Marcos Henrique de Oliveira Souza*,
Maria Margarita Torres Moreno

*Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Unesp/Rio Claro - SP,
Avenida 24-A, 1515, Bela Vista, Rio Claro - SP, Brasil
e-mail: lingaspar@ig.com.br

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo estudar e comparar os efeitos provocados por um quartzito e um gnaiss (pertencentes ao Grupo Itapira), quando utilizados como aditivos em uma argila da região do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes (SP) onde as matérias-primas provêm da Formação Corumbataí localizada na Bacia Sedimentar do Paraná. Com estes resultados pretende-se contribuir com a melhoria das propriedades tecnológicas, aproveitar ao máximo a potencialidade dos níveis argilosos racionalizando o uso das mesmas e, ao mesmo tempo, reduzindo a poluição causada pelo material rejeitado. Os estudos foram realizados mediante análise de dados químicos, mineralógicos e de comportamento cerâmico dos materiais utilizados. Todos os corpos de prova aditivados apresentaram bons resultados físicos cerâmicos, sendo que com o gnaiss foram obtidos os melhores resultados, devido ao alto teor de fundentes. A cor de queima do produto final clareou consideravelmente com a utilização de ambos os aditivos, o que é apreciado em termos estéticos.

Palavras-chave: *aditivos, argilas, quartzitos, gnaiss, revestimentos cerâmicos.*

1. Introdução

O Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes tornou-se, a partir da última década, o de maior produção do Brasil, sendo referência nacional em pavimentos cerâmicos atualmente. Tal crescimento deve-se, em grande parte, à excelente qualidade da matéria-prima utilizada, proveniente das argilas da Formação Corumbataí, unidade geológica pertencente à Bacia Sedimentar do Paraná. As características químicas e mineralógicas destas argilas permitem sua utilização sem qualquer aditivo, através do método da via seca. No entanto, em grande parte das minas a exploração dos níveis argilosos não segue nenhum tipo de critério, descartando níveis que poderiam ser incorporados à massa cerâmica se devidamente analisados e aditivados com algum outro material. Isto gera um problema de desperdício de matéria-prima, o que fatalmente culminará na exaustão das minas atualmente conhecidas, visto que o tempo de vida útil calculada para estas é de aproximadamente 25 anos¹.

Torna-se, portanto, imprescindível caracterizar, não apenas as argilas, mas também novos materiais, com a finalidade de avaliar os seus potenciais como aditivos cerâmicos. Os resultados obtidos poderão servir de base para um melhor aproveitamento das minas de argilas da região, prolongando a vida útil das mesmas e possibilitando um melhor planejamento dos rejeitos, minimizando os danos ao meio ambiente.

O principal objetivo deste trabalho foi testar os efeitos da aditivação de dois tipos de rochas metamórficas (um gnaiss e um quartzito pertencentes ao Grupo Itapira) a uma determinada massa cerâmica de características pouco refratárias e comparar a eficiência entre os aditivos através de análises mineralógicas, químicas e tecnológicas.

2. Materiais e Métodos

A metodologia compreendeu três principais etapas: consulta bibliográfica, trabalhos de campo e trabalhos de laboratório¹.

A pesquisa bibliográfica consistiu na procura de trabalhos ligados à geoquímica e petrografia de rochas gnáissicas e quartzíticas^{2,3,4} do

Grupo Itapira, bem como na procura de bibliografia ligada a aditivação de materiais não-argilosos na indústria cerâmica^{5,6}.

Os trabalhos de campo foram realizados em duas áreas: inicialmente, na área de Rio Claro (São Paulo), onde foram coletados três níveis argilosos da Formação Corumbataí (denominadas amostras S1, S2 e SL), numa mina do Distrito de Assistência (localizada na altura do Km 12 da Rodovia SP - 127). Posteriormente, escolheu-se a região próxima à cidade de Lindóia (afloramentos na Rodovia SP - 147) para a coleta de uma fácies de gnaiss granítico (amostra GN) e uma fácies de quartzito (amostra QZ) pertencentes ao Grupo Itapira.

Os trabalhos de laboratório compreendem: análise mineralógica (composta por Descrição Macroscópica, Descrição Microscópica e Difração de raios X), análise química (por Fluorescência de raios X) e ensaios tecnológicos cerâmicos (resistência mecânica, absorção de água, porosidade aparente e retração linear de queima).

A descrição macroscópica consistiu simplesmente na observação das amostras, ao passo que a descrição microscópica na confecção de lâminas delgadas que foram observadas com o auxílio do microscópio óptico CARL ZEISS JENA. Para a análise de difração utilizou-se um equipamento SIEMENS D5000 e o software EVA 2.0

A análise química foi realizada por Espectrometria de Fluorescência de raios X (Philips PW2510) em amostras fundidas com metaborato e tetraborato de lítio. A determinação de água intersticial (umidade) e perda ao fogo (LOI) foram feitas por combinação de aquecimento e pesagem, respectivamente, a 110 °C durante 24 horas e 1000 °C durante 4 horas.

Para análise difratométrica e química, as amostras foram previamente britadas, quarteadas e moídas a uma granulometria passante em peneira de abertura 74 µm (200 mesh).

Quanto aos ensaios tecnológicos cerâmicos, analisaram-se inicialmente os níveis argilosos isolados (amostras S1, S2 e SL). Posteriormente, formularam-se diversas misturas entre estes níveis (M1, M2, M3 e M4) e a mistura que apresentou os melhores resultados (mistura M4) foi usada como massa básica para ser aditivada.

Na etapa seguinte a massa M4 foi aditivada com uma fácies de gnaiss granítico (amostra GN) e com uma fácies quartzítica (amostra QZ), ambas do Grupo Itapira, sob três proporções: 5, 10 e 15%. Tais combinações resultaram nas massas cerâmicas MGN-1, MGN-2 e MGN-3 (para massas aditivadas com o gnaiss GN), MQZ-1, MQZ-2 e MQZ-3 (para massas aditivadas com o quartzito QZ). Com estas massas, foram prensados corpos de prova com controle da densidade aparente a cru (1,75 g/cm³) de 7 x 2 x 1 cm e queimados em forno gradiente de laboratório a temperaturas de 1020, 1070 e 1120 °C. Logo após, foram realizados ensaios de resistência mecânica, cor de queima, absorção de água, porosidade aparente e retração linear de queima, entre outros.

3. Resultados e Discussões

De acordo com a descrição macroscópica, o gnaiss apresenta uma tonalidade de cinza bem claro, estrutura gnáissica, bandado, com alguma orientação dos minerais, principalmente os cristais de feldspato. O quartzito macroscopicamente apresenta tonalidade bem clara (bege), foliado, bem fraturado, com composição homogênea e granulometria muito fina, observando-se a olho nu, apenas cristais de quartzo.

Para a lâmina delgada da amostra gnáissica, observou-se que as proporções de quartzo e dos feldspatos oligoclásio e microclínio são muito próximas (35, 32 e 30%, respectivamente). A biotita ocorre em pequenas proporções na lâmina (2%), sempre bem corroída e alterando-se para muscovita/sericita. Como minerais traços, destacam-se apatita, zircão e rutilo. Para a lâmina delgada do quartzito, observou-se um predomínio de quartzo (90%), com cristais de forma e tamanhos variados e orientados. O microclínio ocorre em pequenas proporções (5%), assim como a muscovita/sericita, que ocorre na forma de pequenos cristais aglomerados, formando filamentos orientados, dando aspecto fibroso. Os principais minerais traços são apatita, rutilo, sillimanita e monazita.

Com relação à análise difratométrica, o gnaiss apresenta a seguinte composição mineralógica (Figura 1): quartzo (em grandes proporções), biotita, feldspato sódico (identificado como oligoclásio) e feldspato potássico (microclínio), sendo que os picos de feldspato sódico são maiores em relação ao feldspato potássico, comprovando a análise da lâmina delgada. No quartzito (Figura 2) ocorre predomínio de quartzo, distinguindo-se picos discretos identificados como de muscovita.

Quanto à análise química (Figura 3), para o gnaiss, o teor de SiO₂ é elevado, indicando que este é silicoso, tendo provavelmente uma origem granítica. O teor de Fe₂O₃ é muito baixo, sendo comprovado na análise difratométrica e na descrição microscópica pela falta de

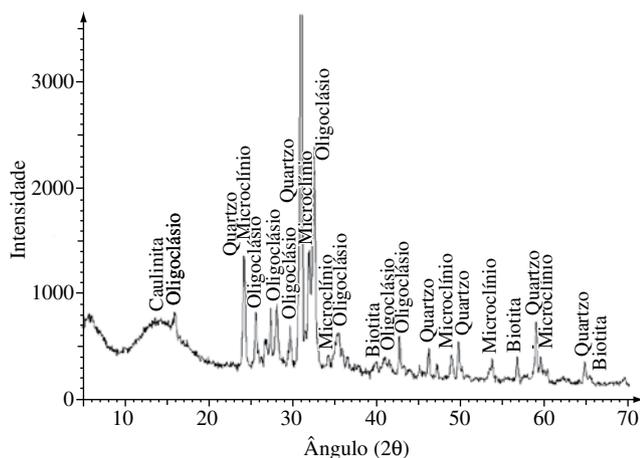


Figura 1. Difratograma de amostra total do gnaiss GN (CoK[∞]).

minerais de ferro. Os teores de fundentes são elevados (CaO + Na₂O + K₂O em torno de 9,5%), devido à presença de feldspato potássico (microclínio) e sódico (oligoclásio). O teor de Na₂O é um pouco mais elevado do que o de K₂O, comprovando a predominância do oligoclásio sobre o microclínio observado nas análises mineralógicas. O valor de LOI é relativamente baixo pela falta de minerais hidratados. Para o quartzito, este apresenta um teor de SiO₂ por volta de 96,3%, composto quase que exclusivamente por quartzo comprovando os resultados obtidos nas análises mineralógicas.

Com relação aos ensaios físicos cerâmicos, observou-se que ambas as amostras revelaram-se aditivos adequados para a argila testada, pois todas as misturas apresentaram resultados satisfatórios,

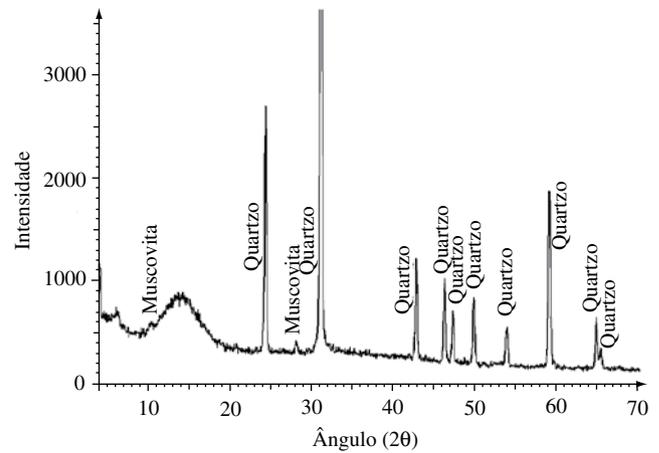
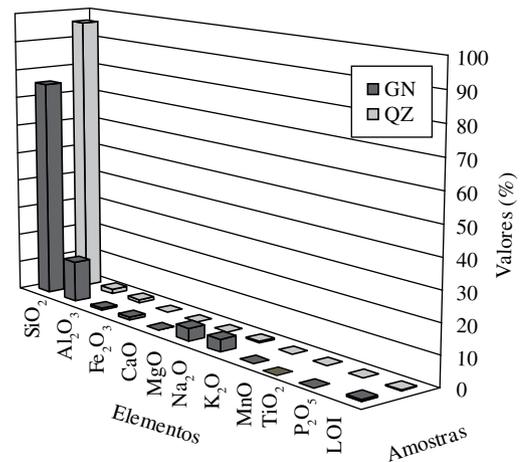


Figura 2. Difratograma de amostra total do quartzito QZ (CoK[∞]).



	GN	QZ
SiO ₂	75,46	96,31
Al ₂ O ₃	14,06	1,55
Fe ₂ O ₃	0,66	1,03
CaO	1,02	0,05
MgO	0,09	0,04
Na ₂ O	4,27	0,06
K ₂ O	4,19	0,52
MnO	0,01	0,01
TiO ₂	0,06	0,12
P ₂ O ₅	0,01	0,03
LOI	0,31	0,32

Figura 3. Gráfico e tabela da análise dos elementos maiores e menores do gnaiss e do quartzito por Fluorescência de raios X.

segundo as normas da ABNT. As misturas cerâmicas que apresentaram os melhores resultados foram, em ordem decrescente (Figura 4): a amostra MQZ-1, seguida pela MGN-1, MGN-2, MGN-3, MQZ-2 e MQZ-3.

No caso do gnaiss, o bom desempenho deveu-se ao teor considerável de fundentes associados a uma granulometria fina.

Em relação ao quartzito, a atuação da sílica livre, associado a uma granulometria fina e à presença de minerais placóides orientados auxiliou na estruturação do produto final cerâmico, dando bons resultados.

Todas as misturas apresentaram valores de módulo de resistência à flexão (Figura 5) superiores a 350 kgf/cm² (ou 35 MPa aproximadamente). No entanto, adições acima de 5%, para ambos os aditivos, favorecem a queda do módulo de ruptura (Figura 5), uma vez que provocam o aumento da porosidade aparente e da absorção de água. Para as misturas aditivadas com gnaiss acima de 8%, o índice de absorção de água caiu abaixo de 0,5% (Figura 6).

O quartzito, sendo aplicado em proporções de até 15%, continua com uma faixa de absorção de água da ordem de 0,5 a 3% (Figura 6). Tal material seria excelente para correção de uma massa com índices de absorção de água muito baixos. Outra boa utilização para o quartzito seria na correção de argilas muito plásticas, tanto na compactação dos corpos de prova quanto na retração linear de queima.

Em relação à cor de queima, ambos os aditivos (pela entrada de sílica) favoreceram o clareamento dos corpos de prova, melhorando a estética do produto final cerâmico.

De acordo com a ABNT⁷, as massas cerâmicas confeccionadas neste trabalho são classificadas como: BIa (MGN-2 e MGN-3) e BIb (MGN-1, MQZ-1, MQZ-2 e MQZ-3), lembrando que os testes foram realizados em corpos de prova de 7 x 2 x 1 cm.

4. Conclusões

As amostras aditivadas com o gnaiss apresentaram bons resultados físicos cerâmicos principalmente pela presença elevada de fundentes associada a uma granulometria fina. O gnaiss aditivado às massas cerâmicas em proporções acima de 8% gerou queda do índice de absorção (abaixo de 0,5%), sendo que para sua utilização como revestimento cerâmico seria necessário diminuir a temperatura de queima, o que é interessante do ponto de vista econômico. Esteticamente, a adição desse material contribuiu para o clareamento da cor de queima devido à presença elevada de sílica e ao baixo teor de minerais de ferro.

Quanto às amostras aditivadas com o quartzito os resultados também foram considerados bons pela combinação de fatores como: a atuação da sílica livre que auxilia na estruturação do produto final cerâmico e a granulometria bem fina. Esse material seria excelente para corrigir argilas muito plásticas, tanto com problemas na compactação dos corpos de prova, como as que apresentam índices elevados de retração de queima, além de contribuir esteticamente com o clareamento do produto cerâmico final.

De acordo com a norma da ABNT os corpos cerâmicos confeccionados neste trabalho (peças de 7 x 2 x 1 cm em forno de laboratório) são classificadas como BIa (MGN-2 e MGN-3) e BIb (MGN-1, MQZ-1, MQZ-2 e MQZ-3), indicando seu potencial para ser adaptado a nível industrial.

Referências

- Gaspar Jr. Adição Experimental de novos materiais às argilas da região do pólo cerâmico de Santa Gertrudes (SP). Tese de Doutorado em Geociências – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Rio Claro: 2003, 170p.
- Ebert, H. Os Paraibides entre São João Del Rei (MG) e Itapira (SP) e a bifurcação entre Paraibides e Araxáides – Boletim. Especial. n. 1, SBG/SP. 1971.
- Santoro, E. Geologia da Folha de Cabreúva, SP – Dissertação de Mestrado apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo IG/USP, 1984, 114p.

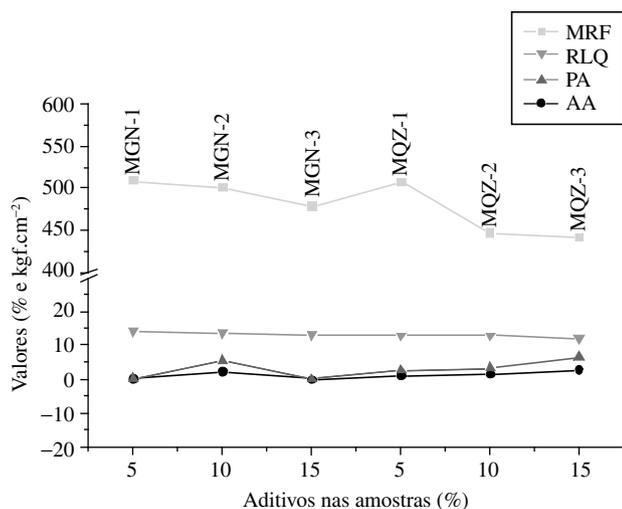


Figura 4. Gráfico de comparação das propriedades físico-cerâmicas das massas aditivadas a 1120 °C (onde MRF = Módulo de Ruptura à Flexão, AA = Absorção de Água, PA = Porosidade Aparente e RLQ = Retração Linear de Queima).

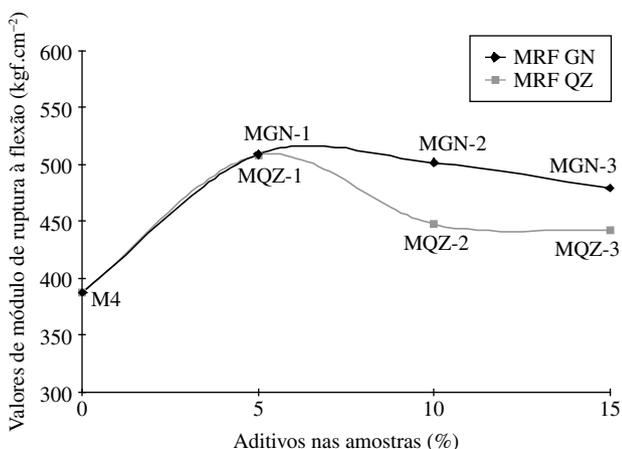


Figura 5. Comparação dos resultados obtidos de Módulo de Ruptura à Flexão dos corpos de prova queimados a 1120 °C (onde MRF = Módulo de ruptura à flexão).

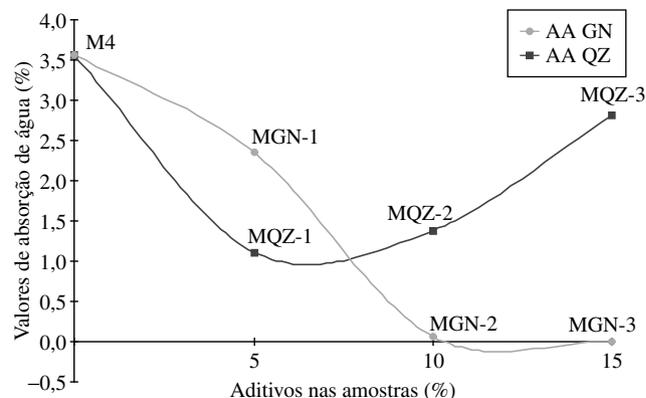
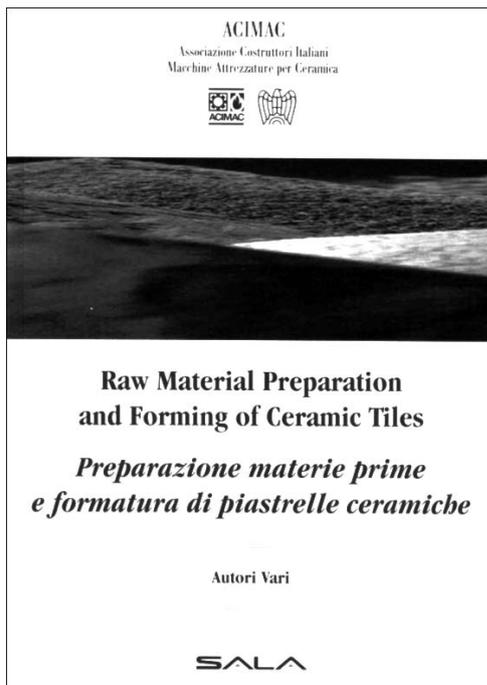


Figura 6. Comparação dos resultados obtidos de Absorção de Água dos corpos de prova queimados a 1120 °C (onde AA = Absorção de Água).

4. Artur, A. C. Rochas Metamórficas dos Arredores de Itapira - SP. **Disertação de Mestrado apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo**, 1980, 193p.
5. Xavier, G. C.; Saboya, F. A.; Soares, M. P. Aditivo mineral: Uso do rejeito de mármore e granito na massa de conformação cerâmica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 46, São Paulo 2002, ABC, 1CD.
6. Nunes R. L. S.; Ferreira, H. S.; Neves, G. A. Reciclagem de resíduos de granito para uso na indústria de revestimentos cerâmicos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 46, São Paulo 2002, ABC, 1CD.
7. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Norma Técnica NBR 13817 - Placas Cerâmicas para Revestimentos**, Classificação. 3p., 1997.

Livros da Acimac/Sala



Preparação de Matérias-Primas e Conformação de Revestimentos Cerâmicos



Cor, Pigmentos e Coloração em Cerâmicas

A EDITORA SALA, juntamente com a ACIMAC, publicou recentemente mais dois livros fundamentais para os profissionais atuando na área de revestimentos cerâmicos. Os interessados deverão entrar em contato com nossa gerente editorial Patrícia, através do fone (16) 3351.8249 ou e-mail: patricia@ceramicaindustrial.org.br