

Expansão por Umidade

Parte II: Efeito da Adição de Calcita

**Luciene C. Chiari¹, Celso Joaquim de Oliveira², Cesar Monteiro²,
Nicolau de Vergueiro Forjaz², Eduardo José Biscaro¹,
Luis Fernando Marino¹ e Anselmo Ortega Boschi¹**

¹*Departamento de Engenharia de Materiais - Universidade Federal de São Carlos*

Caixa Postal 676, CEP 13.565-905, São Carlos, SP

²*Cerâmica Porto Ferreira S. A., Av. 24 de Outubro nº 1*

CEP 13.660-970, Porto Ferreira, SP

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da adição de calcita sobre a expansão por umidade (EPU) de uma massa para revestimentos cerâmicos. Os resultados obtidos mostraram uma considerável redução da EPU com o aumento do teor de calcita, para adições de até 15%. O aumento do teor de calcita à partir de 15% resultou em um ligeiro aumento da EPU. As fases cristalinas identificadas nas amostras contendo diferentes teores de calcita mostraram que a redução da EPU foi uma consequência da eliminação da fase amorfa, produzida pelas transformações do material argiloso durante o aquecimento, que ao reagir com o CaO deu origem a várias fases de cálcio que não contribuem para esse fenômeno.

Palavras-chaves: *revestimentos cerâmicos, expansão por umidade, calcita*

Introdução

A Parte I¹ deste trabalho apresentou uma revisão da literatura relativa a expansão por umidade (EPU) e apontou como uma das principais características responsáveis pelo aparecimento desse fenômeno a elevada energia e área superficial característica das fases amorfas provenientes das transformações sofridas pelo material argiloso durante o aquecimento. A Parte I também mencionava que uma das formas de se abaixar a EPU é a adição de componentes que facilitem a cristalização da fase amorfa e que a calcita é uma das matérias-primas mais largamente utilizada com esse objetivo.

O objetivo da Parte II foi verificar experimentalmente os efeitos da adição de calcita sobre a EPU de uma massa típica de azulejos.

Procedimento Experimental

Os corpos de provas, assim como os resultados apresentados neste trabalho são parte de um estudo muito mais abrangente sobre os efeitos da adição de calcita a massas de revestimentos cerâmicos a ser publicado brevemente.

Para atingir o objetivo proposto, à partir de uma composição básica, identificada como M15, variou-se o teor de calcita, como mostra a Tabela 1.

A preparação das massas foi feita através de moagem a úmido em moinhos de bolas. A barbotina resultante foi seca em estufa a 110 °C por 24 horas e o pó resultante desaglomerado e umedecido. Os compactos foram confeccionados por prensagem uniaxial. A pressão máxima aplicada foi de 250 Kgf/cm². As queimas foram realizadas

Tabela 1. Massas de azulejo estudadas.

	M0	M5	M10	M15	M20	M25
Argila Caulinítica	23.53	22.22	21.05	20	19.05	18.19
Argila Ilítica	17.65	16.67	15.79	15	14.28	13.64
Caulim	5.88	5.55	5.26	5	4.76	4.53
Filito	41.18	38.89	36.84	35	33.33	31.82
Talco	11.76	11.11	10.53	10	9.52	9.09
Calcita	0	5.55	10.53	15	19.05	22.72

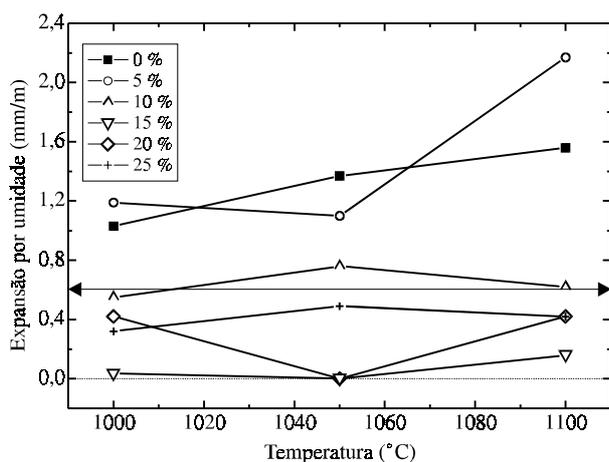


Figura 1. Variação da expansão por umidade de massas contendo diferentes teores de calcita com a temperatura de queima.

em forno tipo mufla a taxa de aquecimento foi de 10 °C/min. e o tempo de patamar 1 hora e as temperaturas máximas foram de 1000, 1050, 1100 e 1120 °C.

Os corpos de prova queimados foram caracterizados quanto a expansão por umidade (EPU), medida em autoclave à pressão de 5 atm. por 1 hora e as amostras queimadas a 1120 °C também foram caracterizadas por difração de raios-X para a identificação das fases cristalinas presentes.

Resultados e Discussões

A Fig. 1 apresenta a variação da EPU com a temperatura de queima para as massas contendo diferentes teores de calcita, e o limite de 0,6 mm/m para a EPU, recomendado pela Norma ISO 13.006. Como pode-se notar, o aumento do teor de calcita levou a uma considerável diminuição da EPU. Para as condições deste estudo, a adição de 15% de calcita praticamente eliminou a EPU e fez com que o produto atendesse à sugestão da Norma ISO 13.006. Entretanto cabe ressaltar que a referida Norma especifica que a medida da EPU seja feita em água fervente por 24 horas e não em autoclave, como neste estudo. Por outro lado ensaios anteriores mostraram que os valores da EPU medida

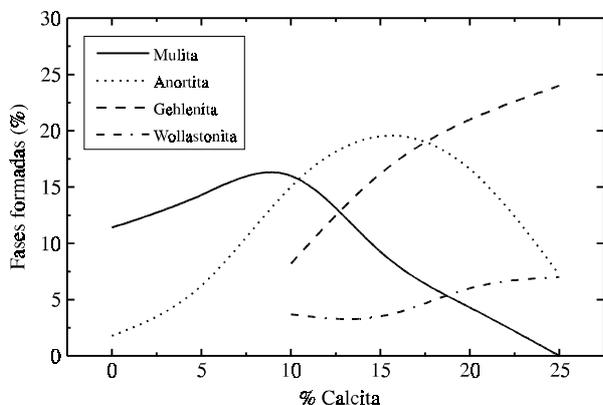


Figura 2. Variação da proporção entre algumas das fases cristalinas presentes em amostras queimadas a 1120 °C em função do teor de calcita.

em autoclave, nas condições descritas acima, são em média 1,5 vezes maiores que as medidas em água fervente por 24 horas. Isso significa que 10% de calcita seriam suficientes para manter a EPU da composição em estudo dentro dos limites recomendados pela Norma ISO 13.006.

A Fig. 1 também mostra que ao aumentar o teor de calcita acima de 15% houve um aumento da EPU. Isto provavelmente se deve a presença de CaO livre na amostra queimada que, ao reagir com a água, se hidrata e expande.

Um outro aspecto interessante é que, para as composições contendo mais que 5% de calcita, a EPU não apresentou uma variação significativa com a temperatura de queima.

Todos os difratogramas de raios-X obtidos apresentavam os picos correspondentes ao quartzo. Entretanto, tendo em vista que, ao que se sabe, o quartzo não contribui para o surgimento da EPU ele não está representado na Fig. 2 e não fará parte das discussões que se seguem.

Como mostra a Fig. 2, a difração de raios-X da massa à qual não foi adicionada calcita revelou a presença, além do quartzo, da fase cristalina mulita ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$) e uma pequena porcentagem de anortita ($CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$). A presença desta última indica que as matérias-primas utilizadas já continham uma pequena quantidade de minerais que continham cálcio. A adição de 5% de calcita, aumentou ligeiramente a quantidade de anortita presente, enquanto que a de mulita se manteve praticamente constante. A adição de 10% de calcita provocou um aumento considerável da fase anortita enquanto que o teor de mulita praticamente se manteve constante e duas novas fases de cálcio foram identificadas, a ghelenita ($SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2CaO$) e a wollastonita ($CaO \cdot SiO_2$). Para a massa com 15% de calcita a porcentagem das fases de cálcio aumentou e diminuiu a mulita, pois o SiO_2 que seria utilizado para a sua formação está agora sendo consumido na formação dos compostos de cálcio. Isto se repetiu para a massa com 20% de calcita, sendo que ocorreu uma diminuição do teor de anortita, pois mudando-se a formulação da massa passou-se para outro ponto no diagrama de equilíbrio, que favorece a formação da ghelenita e não da anortita. Isto é confirmado para a massa com 25% de calcita onde pode-se identificar um aumento significativo do teor de ghelenita e uma diminuição do teor de anortita, sendo que a fase mulita quase desapareceu completamente.

A formação de fases de cálcio, como a ghelenita, anortita e a wollastonita afeta significativamente a EPU pois estas fases são resultantes da reação do óxido de cálcio, proveniente da decomposição da calcita, com as fases amorfas provenientes das transformações do material argiloso durante o aquecimento. Essa fase amorfa é um dos principais responsáveis pela EPU e foi justamente a transformação dela em fases de cálcio que levou ao abaixamento da EPU apresentado na Fig. 1.

Conclusões

Os resultados obtidos confirmam experimentalmente a teoria apresentada na Parte I deste trabalho. A adição de calcita a massa estudada provocou uma considerável redução da EPU. Essa redução da EPU foi acompanhada do surgimento de fases cristalinas de cálcio, provenientes da

reação do óxido de cálcio com a fase amorfa, principal responsável pela EPU.

Referências Bibliográficas

1. Chiari, L.; Oliveira, C.J.; Monteiro, C.S.; Forjaz, N.V.; Boschi, A.B. - *Expansão por Umidade: Parte I, O Fenômeno*. Ceram. Ind. vol. 1, nº 1, página 6-13, (1996)