

A Expansão Térmica dos Revestimentos Cerâmicos

Parte V: Efeitos da Adição de Talco

**Luís Fernando Bruno Marino, Fabio Gomes Melchiades
e Anselmo Ortega Boschi**

*Universidade Federal de São Carlos – UFSCar - Departamento de Engenharia de
Materiais – DEMa - Laboratório de Revestimentos Cerâmicos – LaRC
Rodovia Washington Luiz, km 235, C.P. 676, 13565-905 São Carlos – SP
e-mail: daob@ufscar.br*

Resumo: Este trabalho estudou os efeitos da adição de talco sobre a expansão térmica, de uma composição típica de revestimentos cerâmicos porosos classificados pela norma NBR 13818 (ISSO 13006) como BIII. Os resultados obtidos indicaram que a adição de talco provocou um considerável aumento da resistência mecânica e do coeficiente de expansão térmica linear.

Palavras-chaves: *expansão térmica, revestimentos cerâmicos, talco*

Introdução

Nas partes III e IV desta série estudou-se os efeitos da adição de calcita e dolomita sobre o comportamento de uma composição industrial de revestimento poroso (BIII), com principal atenção para a expansão térmica dos corpos crus (ETI) e queimados (ETR).

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da adição de talco ($Mg_3(Si_2O_5)_2(OH)_2$) sobre as propriedades da mesma composição base, utilizada nos trabalhos anteriores.

Metodologia

Em todas as etapas desta série de artigos, trabalhou-se com a variável em estudo isoladamente – neste caso trata-se da composição da massa e assim, todas as condições de processamento foram mantidas constantes.

Utilizou-se uma composição industrial de azulejos, classe BIII, segundo norma NBR 13818 (ISO 13006), onde a quantidade de talco adicionado variou de 0 a 25% nas massas (T0, T5, T10, T15, T20 e T25). As composições das massas estudadas, expressas em percentagem mássica são dadas na Tabela 2. A Tabela 1 apresenta a composição química do talco. As composições das demais matérias-primas foram apresentadas na parte III⁴ desta série.

O procedimento experimental utilizado na preparação dos corpos de prova assim como a caracterização dos mesmos foram mencionados nos trabalhos publicados anteriormente^{2,3}.

Resultados e Discussão

Parte 1 - Efeitos da Adição de Talco

Efeitos sobre as características dos corpos verdes

As propriedades dos corpos verdes, densidade após secagem (Ds), retração linear de secagem (RLS), e resistência mecânica a flexão (RMFs), com relação as composições estudadas, são apresentadas na Tabela 3.

A RLs apresenta tendência a decrescer com o aumento do teor de talco adicionado à massa.

A resistência mecânica dos corpos verdes-secos (RMFs) diminui com o aumento da proporção de talco.

Efeitos sobre o comportamento durante a queima

As curvas de expansão térmica linear irreversíveis (ETI) são dadas na Figura 1, onde temos o comportamento dilatométrico dos corpos verdes de cada composição durante a queima até o início da sinterização.

Analisando as curvas de ETI das massas contendo talco verifica-se que não existe a presença do “ombro” de expansão detectado nas massas que contém calcita⁴ ou dolomita⁵. Existe apenas uma leve inflexão acima de 1000 °C decorrente da cristalização de mulita, que independe do teor de talco adicionado à massa. Deste modo, verifica-se que a introdução de magnésio na forma de talco não produz redução da retração linear como observado para a calcita e dolomita.

Efeitos sobre as características dos corpos queimados

As propriedades dos corpos queimados encontram-se na Tabela 4. Os comportamentos da retração linear de queima (RLq), absorção de água (AA) e módulo de resistência a flexão (MRFq), referentes as composições estudadas, são apresentados nas Figuras 2 e 3. Como pode-se perceber, a adição de talco provoca um ligeiro aumento da RLq acompanhada de uma ligeira diminuição da AA. Por outro lado, a adição de talco, como mostra a Figura 3, aumenta consideravelmente o MRFq. Este aumento está relacionado a formação de fases de elevada resistência mecânica.

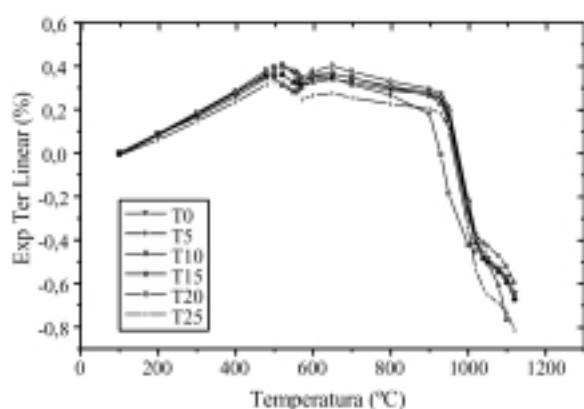


Figura 1. Curvas de expansão térmica irreversíveis (ETI)- corpos verdes com diferentes teores de talco.

As curvas de expansão térmica dos corpos queimados, para as várias composições estudadas são apresentadas na Figura 4. Pode-se notar que o aumento do teor de talco desloca as curvas para cima. A Figura 5, apresenta o efeito da adição de talco sobre os coeficientes de expansão térmica parcial e total, cujos valores numéricos são dados na Tabela 5. Em praticamente todas as faixas de temperatura consideradas nota-se o aumento do coeficiente de expansão térmica linear. No intervalo de temperatura 500-650 °C nota-se uma certa variação provocada pela redução do teor relativo de quartzo conforme o teor de talco na massa foi aumentado.

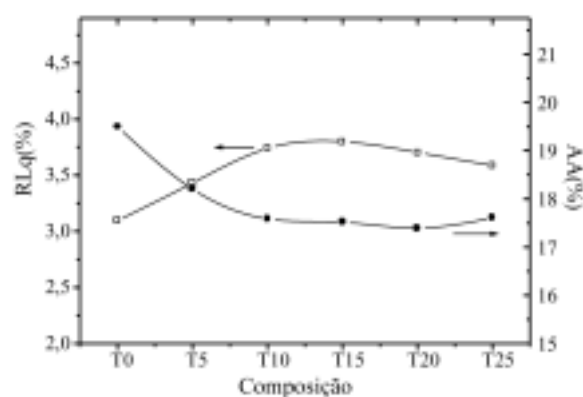


Figura 2. Variação da RLQ e AA com os teores de talco adicionados à composição padrão.

Tabela 1. Composição química do talco costalco (%mássica).

| Matéria-prima | PF | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | K ₂ O | Na ₂ O |
|---------------|------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------------------|-------------------|
| Talco | 4,90 | 62,40 | 3,50* | 0,10 | 0,30 | 29,25 | 0,05 | 0,5 |

* Al₂O₃ + TiO₂

Tabela 2. Composições das massas estudadas expressas em percentagem mássica.

| Composição | T0 | T5 | T10 | T15 | T20 | T25 |
|------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| argila a | 4,71 | 4,47 | 4,24 | 4 | 3,76 | 3,53 |
| argila b | 21,18 | 20,12 | 19,06 | 18 | 16,94 | 15,88 |
| argila c | 44,7 | 42,47 | 40,24 | 38 | 35,76 | 33,53 |
| Caulim | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15 |
| biscoito | 9,41 | 8,94 | 8,47 | 8 | 7,53 | 7,06 |
| Talco | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |

Tabela 3. Propriedades dos corpos verdes relacionadas ao teor de talco.

| Am. Verdes | T0 | T5 | T10 | T15 | T20 | T25 |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Ds (g/cm ³) | 1,706 ^{0,012} | 1,716 ^{0,008} | 1,728 ^{0,007} | 1,728 ^{0,006} | 1,726 ^{0,003} | 1,728 ^{0,006} |
| RLS (%) | 0,091 ^{0,061} | 0,028 ^{0,035} | 0,019 ^{0,031} | 0,006 ^{0,020} | 0,015 ^{0,029} | 0,000 ^{0,000} |
| RMFs (kgf/cm ²) | 21,30 ^{1,6} | 17,81 ^{0,8} | 17,03 ^{1,4} | 15,01 ^{1,7} | 11,99 ^{2,0} | 10,28 ^{1,3} |

*Os valores sobrescritos são o desvio-padrão dos resultados apresentados.

Tabela 4. Propriedades dos corpos queimados (1130 °C, 12 °C/min, 30 min).

| Am. Queimadas | T0 | T5 | T10 | T15 | T20 | T25 |
|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| RMF(kgf/cm ²) | 140,53 ^{11,9} | 168,33 ^{19,9} | 208,80 ^{15,4} | 226,71 ^{18,8} | 245,14 ^{13,6} | 267,06 ^{21,0} |
| PA(%) | 34,30 ^{2,12} | 32,76 ^{0,80} | 32,03 ^{1,10} | 31,95 ^{0,94} | 31,82 ^{0,41} | 32,11 ^{0,65} |
| AA(%) | 19,49 ^{1,89} | 18,20 ^{0,64} | 17,59 ^{0,84} | 17,52 ^{0,69} | 17,39 ^{0,31} | 17,60 ^{0,50} |
| RLQ(%) | 3,095 ^{0,315} | 3,430 ^{0,248} | 3,738 ^{0,361} | 3,800 ^{0,304} | 3,704 ^{0,103} | 3,586 ^{0,095} |

*Os valores sobrescritos são o desvio-padrão dos resultados apresentados.

Tabela 5. Coeficientes de expansão térmica linear.

| $\alpha \cdot s \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ | T0 | T5 | T10 | T15 | T20 | T25 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\alpha_1(100-500 \text{ } ^\circ\text{C})$ | 7,875 | 8,250 | 9,000 | 9,375 | 9,250 | 9,625 |
| $\alpha_2(500-650 \text{ } ^\circ\text{C})$ | 12,667 | 13,667 | 12,667 | 13,000 | 12,667 | 13,333 |
| $\alpha_3(650-1000 \text{ } ^\circ\text{C})$ | 2,143 | 2,286 | 3,429 | 3,714 | 4,429 | 4,857 |
| $\alpha_{T1}(100-1000 \text{ } ^\circ\text{C})$ | 6,444 | 6,833 | 7,444 | 7,778 | 7,944 | 8,389 |
| $\alpha_{T2}(100-1120 \text{ } ^\circ\text{C})$ | 5,441 | 5,980 | 6,863 | 7,206 | 7,402 | 8,039 |

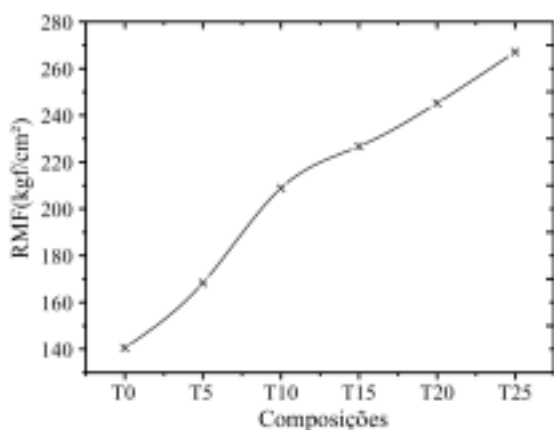


Figura 3. Variação da MRFq com a composição da massa com relação aos teores de talco adicionados.

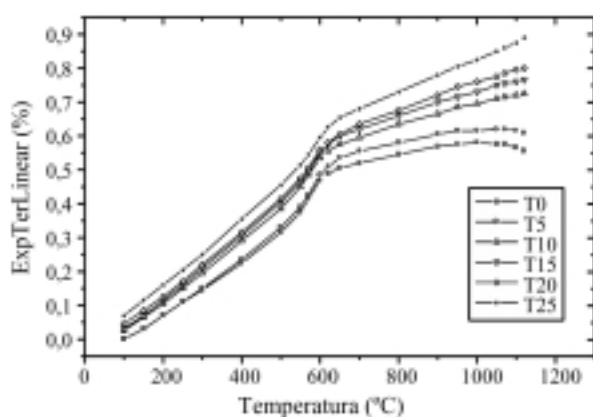


Figura 4. Curvas de expansão térmica reversíveis das composições com vários teores de talco.

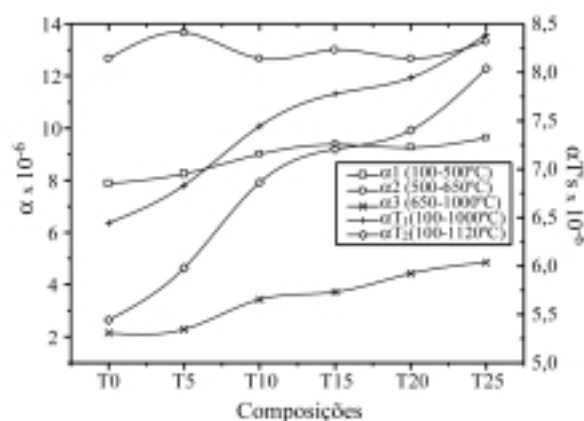


Figura 5. Comportamento dos coeficientes de expansão térmica total e parciais com os teores de talco adicionados à composição padrão.

Os resultados obtidos confirmam os dados obtidos por Grosjean^{11, 17, 18} e pela Sacmi⁹, com respeito a introdução de talco em massas de revestimentos. Observou-se que a adição de talco provocou um aumento contínuo da expansão térmica para a composição estudada.

Conclusões

A adição de talco à massa padrão utilizada produziu um aumento considerável do módulo de resistência a flexão (RMFq) e do coeficiente de expansão térmica (α) sem afetar significativamente as propriedades dos compactos verdes.

Bibliografia

1. Marino, L.F.B., "Estudo da Expansividade de Revestimentos Cerâmicos Porosos Segundo Composição Mineralógica, Pressão de Compactação e Temperatura", 2000.

- tura de Queima”, Dissertação de Mestrado, UFSCar, Nov. 1997.
2. Marino, L.F.B., Boschi, A.O., “A Expansão Térmica de Materiais Cerâmicos. Parte I: Introdução, Aplicação e Composição da Massa”, *Cerâmica Industrial* 3, (1-2) , 17-21, 1998.
 3. Marino, L.F.B., Boschi, A.O., “A Expansão Térmica de Materiais Cerâmicos. Parte II: Efeitos das Condições de Fabricação”, *Cerâmica Industrial* 3, (3) , 23-33, 1998.
 4. Marino, L.F.B., Boschi, A.O., “A Expansão Térmica de Materiais Cerâmicos. Parte III: Efeitos da Adição de Calcita”, *Cerâmica Industrial* 3, (4-6) , 18-23, 1998.
 5. Marino, L.F.B., Boschi, A.O., “A Expansão Térmica de Materiais Cerâmicos. Parte IV: Efeitos da Adição de Dolomita”, *Cerâmica Industrial* 1, (5) , 43-47, 2000.
 6. Kingery, W.D., “Introduction to Ceramics”, John Wiley and Sons, 2aEd., 1976.
 7. Morrel, R., “Handbook of Properties of Technical & Engineering Ceramics”, Part One: “An introduction for the engineer and designer”, HMSO, London, 1aEd.
 8. Funck, J.E., “Designing the optimum firing curve for porcelains”, *Am.Ceram.SocBull.* 62(6), 1982, 632-635.
 9. “Tecnología de la Fabricación de Azulejos”, Asociación de Técnicos Cerámicos, Sacmi, Centro Experimental Sacmi.
 10. Amorós, J.L., Blasco, *et al.*, “Acuerdo esmalte-soporte (II). Expansión térmica de soportes y esmaltes cerámicos”, *Tecnica Ceramica*, 179, 644-657.
 11. Grosjean, P., “The Contribution of Talc to Fast Once-Firing of Earthenware Bodies. Part One: Fundamental Aspects”, *Interceram*, nº 3, 1985, 18-20.
 12. Segura, A., “Monococción Porosa”, *Cerâmica* nº 270, vol XLI, ano XLI, jul/ago 1995, 24A.
 13. Ahrens, T.J., “Mineral Physics and Crystallography”, ed. 1995, American Geophysical Union.
 14. Boch, P.; Glandus, J.C., “Porosity effects on mechanical properties of ceramics”, *Interceram* (3), 1984, 37-40; 1983.
 15. Sorrel, C.A., “Phase Analysis”, *Engineered Materials Handbook*, vol.4, “Ceramic Glasses”, ASM International, 557-563.
 16. Ibañez, A.; Pena, P.; Sandoval, F., “Modification of the Inert Component in Wall Tile Bodies”, *Am.Ceram.Soc.Bull.*, vol.71, no11, 1992, 1661-1668.
 17. Grosjean, P., “The Contribution of Talc to Fast Once-Firing of Earthenware Bodies. Part Two: Search for Optimum Body”, *Interceram*, nº 3, 1985, 20-22.
 18. Grosjean, P., “Influence of Talc on Single-Fired White Floor Tile Bodies”, *Interceram*, nº 5, 1986, 23-26.