

## Efeito da Adição de Biokeram na Produção de Placas Cerâmicas\*

Onur Emre Sağlam<sup>a</sup>, Aslan Gençer<sup>a</sup>, Göksel Yılmaz<sup>a</sup>, Erkan Sarin<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Centro de Pesquisa Cerâmica – SAM, ESTB TecnoParque, Eskişehir, Turquia

e-mail: [mail@seramikarastirma.com.tr](mailto:mail@seramikarastirma.com.tr)

### Resumo

O trabalho relata os efeitos da adição de Biokeram nas propriedades reológicas de suspensões cerâmicas e na prensagem e resistência a verde dos produtos resultantes. Inicialmente, foram determinados os parâmetros de processo e possíveis formulações de monoporosa e porcelanato. Em seguida, foram preparadas amostras padrão destas tipologias e foram determinadas suas propriedades tecnológicas. O Biokeram foi adicionado às suspensões sob as mesmas condições e as propriedades reológicas e mecânicas foram determinadas. Em um segundo momento, foi preparada uma formulação padrão de porcelanato utilizando uma argila ucraniana. Foi então adicionado Biokeram em conjunto com argilas locais para substituir a argila ucraniana. As propriedades tecnológicas da argila ucraniana e das argilas locais foram comparadas em termos reológicos, mecânicos, térmicos e de cor.

**Palavras-chave:** Biokeram, porcelanato, formulação cerâmica, propriedades tecnológicas.

## 1. Introdução

Este trabalho trata da avaliação dos efeitos da adição do produto Biokeram, da Borregaard, sobre a resistência a verde e sobre outras propriedades tecnológicas e reológicas relevantes de placas de porcelanato e monoporosa. Na primeira parte do estudo, formulações padrão de monoporosa e porcelanato foram preparadas usando matérias-primas locais e uma argila ucraniana, com propriedades químicas pré-definidas. Distintos teores de Biokeram (0,2, 0,4, 0,6 e 0,8% em massa) foram adicionados às amostras padrão de monoporosa e porcelanato. Em um segundo momento, foram preparadas amostras de monoporosa e porcelanato, com adição de 0,4% de Biokeram, mas sem utilizar a argila ucraniana. As máximas temperaturas de queima foram 1.130 e 1.200 °C para as formulações de monoporosa e porcelanato, respectivamente. Foram determinadas as propriedades tecnológicas e a reologia das amostras, como absorção de água, resistência à fratura, retração linear de queima, densidade aparente após queima, e viscosidade.

## 2. Materiais e Métodos

As principais matérias-primas utilizadas para preparar as formulações de monoporosa e porcelanato vieram da Turquia, sendo um feldspato sódico da região de Cine, localizada em Aydin, pegmatito e areia de sílica de Bilecik; caulim de Balıkesir, três argilas plásticas, duas da região de Sile, em Istambul, e uma ucraniana, mármore de Eskişehir, e o aditivo Biokeram da empresa Borregaard. A composição química das matérias-primas de partida é mostrada na Tabela 1.

Na primeira parte do procedimento experimental as formulações padrão de monoporosa e porcelanato foram preparadas. Cada mistura foi moída a úmido em um moinho a jato até que o resíduo nas malhas 45 e 63 µm fosse reduzido a valores adequados. Distintas quantidades de Biokeram foram adicionadas às suspensões. A mistura foi feita em um misturador a hélice. Após as medições de viscosidade, as suspensões foram examinadas e foram secas em estufa a 110 °C. Em seguida, as formulações foram desagregadas e umedecidas (teor de umidade de 5 a 6% em massa) e peneiradas abaixo de 1 mm antes da conformação. Amostras retangulares de 100 × 50 × 5 mm foram preparadas por prensagem a seco a 230 kgf/cm<sup>2</sup> para monoporosa e 400 kgf/cm<sup>2</sup> para porcelanato. Finalmente, as amostras foram queimadas em ciclo de queima rápida em um forno elétrico (LS 12/13 Nabertherm, Turquia) em condições de laboratório. Os tempos totais de queima (frio a frio) foram de 30 e 50 min para monoporosa e porcelanato, respectivamente. As amostras de monoporosa e porcelanato foram queimadas nas máximas temperaturas de 1130 e 1200 °C, respectivamente. As formulações são mostradas na Tabela 2.

A análise de tamanho de partículas das formulações foi realizada em um difratômetro a laser Malvern (Hydro 2000 G, Reino Unido). As medidas de viscosidade foram feitas em um viscosímetro Brookfield (DVII+ Pro). Finalmente, também foram determinadas a densidade, absorção de água e retração linear de queima das amostras representativas. A resistência à ruptura a verde e após a queima das amostras foi determinada pelo método de flexão em três

\* Este artigo foi disponibilizado no site <https://blog.biokeram.com/>, juntamente com outros similares. Se trata de um Relatório Técnico, por isso o formato é um pouco diferente do usual. Por considerar que o conteúdo é de interesse dos leitores da Cerâmica Industrial, reproduzimos aqui, com autorização da Borregaard, a tradução do referido Relatório Técnico

pontos (Gabrielli, Itália). A cor das amostras queimadas foi medida utilizando-se um espectrofotômetro UV-vis (Minolta 3600d, Japão) e as coordenadas cromáticas foram expressas como L\*a\*b\*.

Na segunda parte do estudo experimental foram preparadas as formulações de monoporosa e porcelanato sem a argila ucraniana, Tabela 3. Considerando-se os

dados obtidos na primeira parte do estudo, foi selecionada a adição de 0,4% de Biokeram.

### 3. Resultados e Discussão

As propriedades reológicas relevantes das amostras de monoporosa e porcelanato são mostradas nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. Além disto, os resultados de resistência

**Tabela 1.** Composição química das matérias-primas de partida (% em massa).

Amostra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P.F.*
Pegmatito	75,5	14,9	0,65	0,2	1,1	-	3,5	1,9	2,2
Feldspato Na	67,9	18,7	0,39	0,48	1,3	0,37	9,7	0,65	0,6
Argila 1	62,1	23,2	2,4	1,1	0,14	0,58	0,17	2,1	8,2
Argila 2	78,4	11,6	1,7	0,52	0,77	0,72	0,25	1,6	4,9
Caulim	67,7	21,5	0,89	0,36	0,1	0,04	-	0,36	8,6
Areia de sílica	93,1	4,7	0,45	0,17	0,1	0,05	-	0,13	1,3
Argila ucraniana	63,9	23,6	0,9	1,3	0,25	0,5	0,39	2,4	6,7
Mármore	0,42	0,21	0,1	0,02	54,6	1,4	0,03	0,03	43,3

\*P.F. é a perda ao fogo.

**Tabela 2.** Formulações das amostras de placas cerâmicas (% em massa).

Amostras	Porcelanato padrão	P1	P2	P3	P4	Monoporosa padrão	W1	W2	W3	W4
Pegmatito	-	-	-	-	-	15	15	15	15	15
Feldspato Na	50	50	50	50	50	-	-	-	-	-
Argila 1	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25
Argila 2	-	-	-	-	-	20	20	20	20	20
Caulim	14	14	14	14	14	-	-	-	-	-
Argila ucraniana	30	30	30	30	30	10	10	10	10	10
Areia de sílica	6	6	6	6	6	17	17	17	17	17
Mármore	-	-	-	-	-	13	13	13	13	13
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Silicato de sódio	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	1	1	1	1	1
Biokeram	-	0,2	0,4	0,6	0,8	-	0,2	0,4	0,6	0,8
% resíduo em 45 µm	3-4	3-4	3-4	3-4	3-4	-	-	-	-	-
% resíduo em 63 µm	-	-	-	-	-	5-6	5-6	5-6	5-6	5-6

**Tabela 3.** Formulações das amostras sem argila ucraniana (% em massa).

Amostras	PWU*	WWU*
Pegmatito	10	15
Feldspato Na	50	-
Argila 1	10	29
Argila 2	10	26
Caulim	14	-
Argila ucraniana	-	-
Areia de sílica	6	17
Mármore	0	13
Total	100	100
Silicato de sódio	0,45	1
Biokeram	0,4	0,4
% resíduo em 45 µm	3-4	-
% resíduo em 63 µm	-	5-6

PWU\* = porcelanato sem argila ucraniana; WWU\* = monoporosa sem argila ucraniana.

a verde para as amostras de monoporosa e porcelanato, preparadas com diferentes teores de adição de Biokeram, são mostradas na Figura 1.

O Biokeram mostrou desempenho reológico similar ao defloculante. A viscosidade diminuiu com a adição de Biokeram até certo ponto; em seguida, a viscosidade aumentou com a adição de Biokeram. A viscosidade da suspensão de porcelanato não pode ser medida com a adição

de 0,4% de Biokeram. Para a suspensão de monoporosa esta situação ocorreu com adição de 0,2% do aditivo. Desta forma, a relação Biokeram/defloculante deve ser observada.

Os valores de resistência a seco (a verde) das amostras de monoporosa e porcelanato aumentaram com a adição de Biokeram. Outras propriedades tecnológicas das amostras queimadas à temperatura máxima são mostradas nas Tabelas 6 e 7.

**Tabela 4.** Propriedades reológicas das amostras de monoporosa.

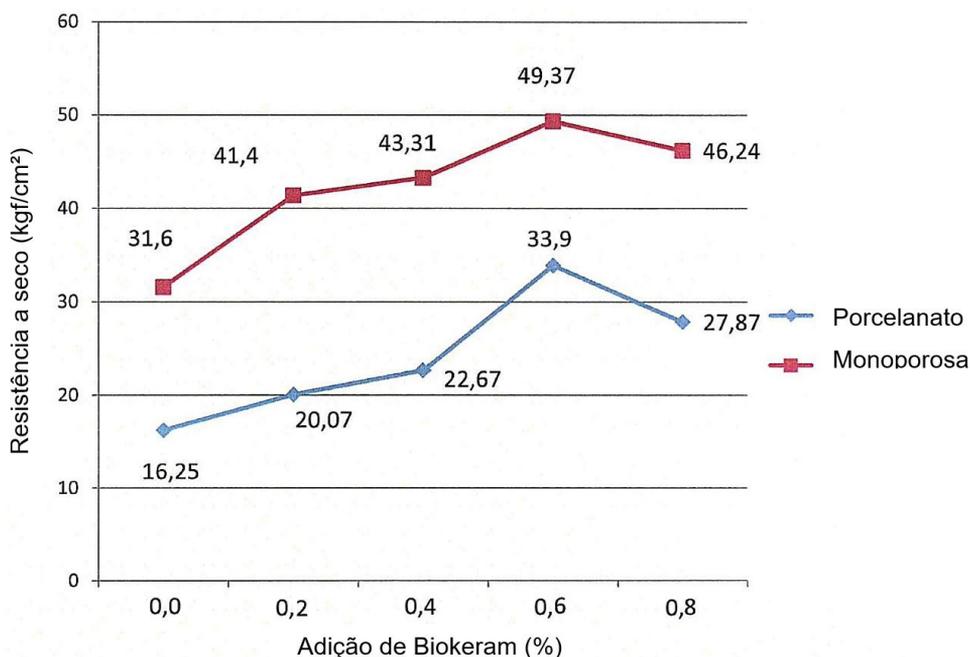
Formulação	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Tempo de escoamento (s)**	Tempo de moagem (min)	Viscosidade (cP)
Monoporosa padrão	1,694	32	17	940
W1 (0,2% Biokeram)	1,692	30	17	716
W2 (0,4% Biokeram)	1,692	52	17	*
W3 (0,6% Biokeram)	1,693	*	17	*
W4 (0,7% Biokeram)	1,693	*	17	*

\*não medida; \*\*copo Ford de 4 mm.

**Tabela 5.** Propriedades reológicas das amostras de porcelanato.

Formulação	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Tempo de escoamento (s)**	Tempo de moagem (min)	Viscosidade (cP)
Porcelanato padrão	1,697	28	60	372
P1 (0,2% Biokeram)	1,696	24	60	138
P2 (0,4% Biokeram)	1,695	32	60	384
P3 (0,6% Biokeram)	1,695	*	60	*
P4 (0,7% Biokeram)	1,695	*	60	*

\*não medida; \*\*copo Ford de 4 mm.



**Figura 1.** Resistência a seco para as amostras de monoporosa e porcelanato.

**Tabela 6.** Propriedades tecnológicas das amostras de porcelanato queimadas a 1200 °C.

Formulação	Resistência após queima (kgf/cm <sup>2</sup> )	Retração linear (%)	Absorção de água (%)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	L*	a*	b*
Porcelanato padrão	815,1	9,3	0,043	2,38	77,2	2,1	10,64
P1 (0,2% Biokeram)	843,2	9,4	0,04	2,39	77	2,1	10,60
P2 (0,4% Biokeram)	820,5	9,4	0,006	2,4	77	2	10,63
P3 (0,6% Biokeram)	800,5	9,4	0	2,39	77,2	2,1	10,62
P4 (0,7% Biokeram)	798,3	9,6	0	2,37	76,9	2	10,55

**Tabela 7.** Propriedades tecnológicas das amostras de monoporosa queimadas a 1130 °C.

Formulação	Resistência após queima (kgf/cm <sup>2</sup> )	Retração linear (%)	Absorção de água (%)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	L*	a*	b*
Monoporosa padrão	222,8	0,13	19	1,74	78,7	5,9	15,7
W1 (0,2% Biokeram)	230,2	0,19	17,7	1,73	76,7	6,6	16,1
W2 (0,4% Biokeram)	225,7	0,17	18,4	1,7	76,7	6,3	16,2
W3 (0,6% Biokeram)	235,7	0,24	18,2	1,74	76,2	6,7	16,7
W4 (0,7% Biokeram)	215,3	0,24	18,5	1,72	76,4	6,8	15,9

**Tabela 8.** Propriedades tecnológicas das amostras padrão de porcelanato e monoporosa.

Formulação	Resistência seco (kgf/cm <sup>2</sup> )	Resistência após queima (kgf/cm <sup>2</sup> )	Retração linear (%)	Absorção de água (%)	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	L*	a*	b*
Monoporosa padrão	31,6	222,8	0,13	19	1,74	78,7	5,9	15,7
WWU + 0,4% Biokeram)	30,3	221,4	0,1	18	1,74	76,7	6,9	17,7
Porcelanato padrão	16,3	815,1	9,3	0,043	2,38	77,2	2,1	10,6
PWU + 0,4% Biokeram)	18,8	785,4	9,4	0,02	2,48	60,8	5,8	9,3

As propriedades tecnológicas das formulações sem a argila ucraniana e de uma com adição de 0,4% de Biokeram são mostradas na Tabela 8.

#### 4. Conclusões

Os valores de resistência a seco foram aumentados em 20-40% para as amostras de porcelanato e em 30-50% para as amostras de monoporosa com a adição de Biokeram. Este aditivo diminuiu a viscosidade até certo ponto. Porém, a viscosidade foi aumentada com

nova adição, comportamento similar aos defloculantes industriais utilizados na indústria cerâmica.

As propriedades tecnológicas das amostras queimadas (de monoporosa e porcelanato) e preparadas com adição de Biokeram foram similares àquelas das amostras padrão. As propriedades tecnológicas das amostras preparadas sem argila ucraniana, com e sem a adição de Biokeram, também foram similares ao padrão.

Em suma, o aditivo Biokeram mostrou-se muito efetivo em aumentar a resistência a seco das formulações cerâmicas estudadas. Isto permite aos produtores de cerâmica utilizar menos argilas plásticas, bem como evitar o uso de produtos importados, que são caros.