

## **Fatores que influenciam a cor de queima quando há a incorporação de pó de vidro em uma formulação de com caulim**

**(Factors that influence the color of burning when there is the incorporation of glass powder in a formulation of kaolin)**

C. V. Mühlen; B. P. Bohn, A. Zimmer

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Feliz  
Rua Princesa Isabel, 60, Feliz-RS, 9577-0000  
cristianevonmuhlen@gmail.com

### **Resumo**

*Este projeto busca investigar os fatores que alteram a cor de queima de produtos cerâmicos produzidos com caulim de cor de queima bege, quando há a incorporação do vidro a formulação, vidro este advindo da reciclagem. Para isso, foram produzidas peças com somente o caulim e com a incorporação de 60% de pó de vidro, de cor âmbar, incolor ou verde. As matérias primas foram moídas em moinho de martelo e em moinhos de bolas pelo tempo de 15, 30 e 60 minutos, umidificadas, conformadas, passaram pelo processo de secagem e queima, que foi realizada a 900, 950 e 1000 °C. Avaliou-se os aspectos: temperatura de queima, granulometria do pó de vidro e cor do vidro. Todos os fatores investigados apresentaram influência na cor de queima dos produtos cerâmicos, apresentando peças bege, avermelhadas, esverdeadas e acinzentadas.*

*Palavras chave: pó de vidro, cor de queima, cerâmica branca*

### **Abstract**

*This project seeks to investigate the factors that alter the burning color of ceramic products produced with kaolin of beige firing color, when there is the incorporation of the glass to the formulation, this glass coming from the recycling. For this, pieces were made with only the kaolin and the incorporation of 60% of amber, colorless or green glass powder. The raw materials were milled in a hammer mill and ball mills for 15, 30 and 60 minutes, humidified, shaped, passed through the drying and firing process, which was carried out at 900, 950 and 1000 ° C. The following aspects were evaluated: firing temperature, particle size of glass powder and glass color. All factors investigated had an influence on the burning color of the ceramic products, presenting beige, reddish, greenish and grayish pieces.*

*Keywords: glass powder, firing color, white ceramics*

## **INTRODUÇÃO**

A cor de queima dos produtos é uma característica importante. Suas consequências podem ser positivas ou negativas, dependendo do objetivo em sua fabricação, pois pode favorecer as variedades de cor existentes de um determinado tipo de produto, ou pode prejudicar a produção, quando não levada em consideração, fazendo com que peças que deveriam possuir a mesma coloração, apresentem diferenças de tonalidade.

Nesse aspecto, o processo de queima de um material cerâmico deve ser considerado na influência da cor no produto final. Apesar de se considerar que peças fabricadas com mesma matéria-prima e mesmas condições de temperatura e patamar de queima, e atmosfera do forno, deveriam apresentar produtos de cor uniforme, isso nem sempre acontece devido a não homogeneidade da temperatura no forno, portanto é necessário se avaliar esse aspecto na produção dos produtos cerâmicos [1].

Desse modo, esse trabalho busca investigar como a incorporação de vidro a uma formulação de caulim bege, pode influenciar na cor de queima das peças cerâmicas. Avaliando-se, portanto, a intervenção da cor do vidro, da granulometria do pó de vidro e da temperatura de queima na cor final da cerâmica. Além disso, busca-se adicionar a formulação um material reciclado, neste caso o vidro, diminuindo assim, o impacto ambiental.

Para caracterizar uma cor são necessários avaliar os fatores tonalidade, que define se a cor em estudo é laranja, verde, ou outra, e que está relacionada ao comprimento de onda, intensidade luminosa, que define se a cor é mais clara ou mais escura e é definida pela sensação de uma luz branca constante ao iluminar a superfície dessa cor, e pela saturação, que é definida por quanto essa cor tende ao branco, ou seja, se ela é mais “viva” ou esmaecida [2].

Avaliando a diversos artigos já publicados percebe-se que muitos não possuem metodologia para classificação das cores, levando a crer que esta definição é realizada pela definição

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O desenvolvimento experimental foi realizado a partir das seguintes formulações, uma de somente caulim, outra incorporando 60% de pó de vidro a formulação, sendo este verde incolor ou âmbar. O processo inicia-se com a fragmentação do vidro com o martelo e passagem moinho de martelo, a fim de triturá-lo. Posteriormente a argila passa pelo mesmo processo no moinho de martelo, desterroando-a.

As matérias primas são misturadas, conforme as formulações definidas e passam pelo moinho de bolas planetário em três intervalos de tempo, 15, 30 e 60 minutos, avaliando assim, a influência da granulometria na tonalidade final da peça. A umidificação é realizada a um teor

de 10% de água e a mistura é mantida em local isolado por 24 horas, para garantir a homogeneidade da água na mistura.

A conformação é realizada por prensagem uniaxial, utilizando molde retangular e a uma pressão de 15,72 MPa. O processo de secagem ocorre em três etapas de 24 horas cada, inicialmente a temperatura ambiente, passando para uma estufa a 50°C e finalizando em uma estufa a 110°C, retirando assim, a umidade presente.

Após a secagem, as peças passam pelo processo de queima, que é realizado em um forno tipo mufla, com taxa de aquecimento de 2,5°C por minuto e em três temperaturas diferentes: 900, 950 e 1000°C, mantendo-se nessa temperatura durante 5 minutos.

Avaliou-se quanto a cor de queima a formulação com somente caulim a 900, 950 e 1000 °C, e a formulação de 60% de vidro, o vidro âmbar a 900, 950 e 1000 °C, o vidro transparente e o verde a 900 e 1000 °C, moídos por 30 minutos. Quanto a granulometria, essa foi realizada utilizando a formulação com 60% de vidro na cor âmbar, nos tempos de moagem de 15, 30 e 60 min, ambos nas três temperaturas de queima.

As peças foram fotografadas e avaliadas pelo sistema de cores composto por vermelho, verde e azul, chamado de RGB, utilizando o software ImageJ[XXX]. A partir dos valores de RGB mensurados pelo software, estes são convertidos para um código de cor em hexadecimal pelo site W3schools.com [ ] e a partir do site Encycolorpedia [ ], o código hexadecimal é transformado em uma cor e são mensuradas suas porcentagens de vermelho, verde e azul, grau de tonalidade e porcentagem de saturação e iluminação.

Para avaliar a exatidão do equipamento em demonstrar a real cor de queima, um padrão de cor cinza ferro, que é um tom de cor cinza composto por 48,9% de vermelho, 48,9% de verde e 48,9% de azul, com uma tonalidade de 0°, saturação de 0% e luminosidade de 50%, foi fotografado e avaliado nas mesmas condições das peças.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para mensurar a variação do vidro na coloração da peça, utilizou-se a formulação de somente caulim bege moído durante 30 minutos. como padrão de referência, que obteve os seguintes resultados:

Tabela 1 – Cor e porcentagem de cor em sistema RGB das formulações

Formulação	Temperatura de queima	Cor	R (%)	G (%)	B (%)
Somente Caulim	900	Médio claro laranja	82,35	92,94	52,16
	950	Médio claro laranja	63,14	73,33	54,12
	1000	Marrom	52,16	48,24	33,33
60% de vidro âmbar	900	Laranja	50,59	34,51	23,14
	950	Marrom	48,24	30,61	29,8
	1000	Amarela	34,9	31,73	25,1
60% de vidro verde	900	Vermelho-laranja	68,63	54,9	49,02
	1000	Laranja	58,43	49,02	39,61
60% de vidro transparente	900	Vermelho-laranja	65,88	45,88	36,47
	1000	Laranja	64,31	46,27	36,08

Tabela 2 – Tabela de fatores de influência na caracterização de cores nas formulações

Formulação	Temperatura de queima	Tonalidade (Graus)	Saturação(%)	Luminosidade (%)
Somente Caulim	900	22	46	67
	950	30	73	74
	1000	35	28	43
60% de vidro âmbar	900	25	37	37
	950	32	24	39
	1000	41	16	30
60% de vidro verde	900	18	24	69
	1000	30	19	49
60% de vidro transparente	900	19	30	51
	1000	22	28	50

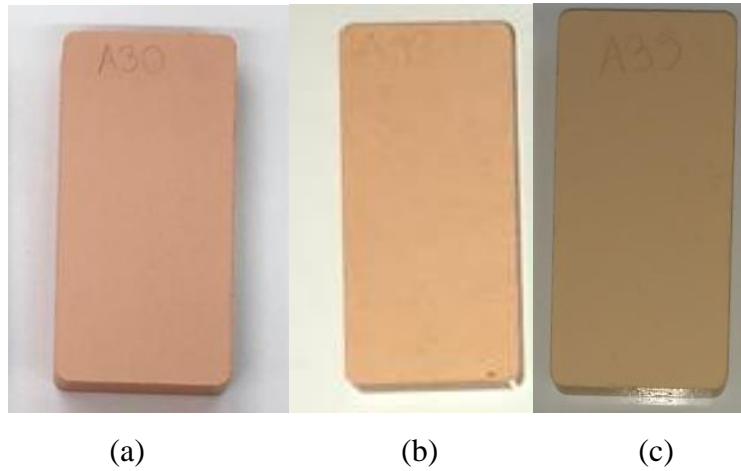


Figura 1: Corpos de prova da formulação com somente caulim. a) queimada a 900°C  
b) queimada a 950°C c) queimada a 1000°C.

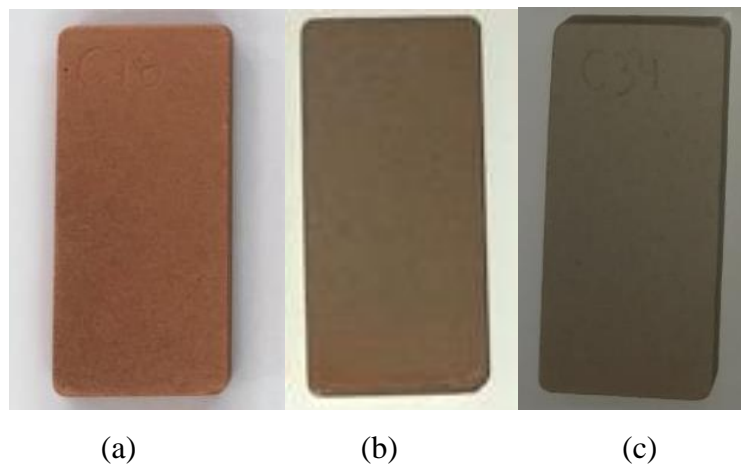


Figura 2: Corpos de prova da formulação de 60% de vidro âmbar. a) queimada a 900°C b)  
queimada a 950°C c) queimada a 1000°C.

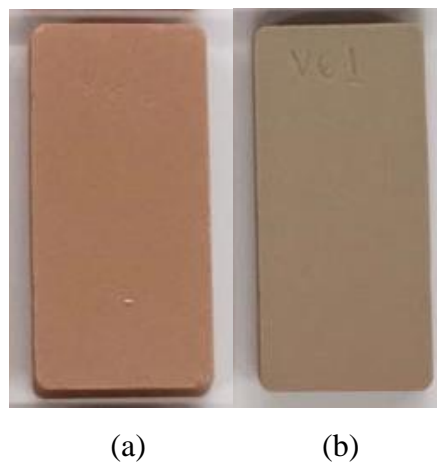


Figura 3: Corpos de prova da formulação com vidro verde. a) queimada a 900°C b)  
queimada a 1000°C.



(a)

(b)

Figura 4: Corpos de prova da formulação com vidro transparente. a) queimada a 900°C  
b) queimada a 1000°C.

Afim de comparar a formulação de referência, as formulações com 60% de pó vidro e moídas a 30 minutos, segue abaixo os resultados referentes a cada cor de vidro. Resultados

Quanto à granulometria, as peças demonstraram diferença de tonalidade, além disso, as peças com apenas 15 minutos de moinho apresentaram uma cor heterogênea, devido a mistura insuficiente das matérias primas. Os resultados obtidos foram:

Tabela 3 – Cor e porcentagem de cor em sistema RGB dos diferentes tempos de moagem

Tempo de moagem (min)	Temperatura de queima	Cor	R (%)	G (%)	B (%)
15	900	Médio escuro laranja	48,24	27,06	14,09
	950	Médio escuro laranja	42,75	27,06	14,09
	1000	Vermeho-laranja	30,2	16,47	10,2
30	900	Laranja	50,59	34,51	23,14
	950	Marrom	48,24	30,61	29,8
	1000	Amarela	34,9	31,73	25,1
60	900	Médio escuro laranja	45,49	25,49	13,33
	950	Médio escuro laranja	38,04	22,35	13,33
	1000	Laranja escuro	24,31	16,86	11,76

Tabela 2 – Tabela de fatores de influência na caracterização de cores em diferentes tempos de moagem com 60% de vidro âmbar na formulação

Formulação	Temperatura de queima	Tonalidade (Graus)	Saturação(%)	Luminosidade (%)
15	900	22	53	32
	950	36	48	29
	1000	19	50	20
30	900	25	37	37
	950	32	24	39
	1000	41	16	30
60	900	23	55	29
	950	22	48	26
	1000	24	35	18



(a)

(b)

(c)

Figura 5: Corpos de prova com 60% de pó de vidro moído no moinho de bolas durante 15 minutos. a) queimada a 900°C b) queimada a 950°C c) queimada a 1000°C.



(a)

(b)

(c)

Figura 5: Corpos de prova com 60% de pó de vidro moído no moinho de bolas durante 60 minutos. a) queimada a 900°C b) queimada a 950°C c) queimada a 1000°C.

## CONCLUSÕES

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IFRS pelo fomento disponibilizado ao desenvolvimento de projeto em que se insere o presente artigo.

## REFERÊNCIAS

[1] Dutra, R. P. S., Macêdo, R. M. P. R., Vasquez, G. A. G., Nascimento, R. M., Gomes, U. U., Pontes, L. R. A. Estudo da variação da tonalidade de materiais cerâmicos tradicionais. Parte-I: Efeito da temperatura de queima. Anais do 49º Congresso Brasileiro de Cerâmica. São Pedro, SP, 2005.

[2] Neto, A. M., Análise de ocorrência de metamerismo em revestimentos cerâmicos. Porto Alegre: UFRGS, 2009. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia dos Materiais), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

Schneider, C. A.; Rasband, W. S. & Eliceiri, K. W. (2012), "[NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis](#)", *Nature methods* **9**(7): 671-675, [PMID 22930834](#)