

Formulação porcelânica para aplicação em colagem de barbotina em modelo confeccionado por impressão 3D

Porcelain formulation for slip collage application in 3D printed model

RESUMO

Wellington Bazarim Verissimo
wellington_7@outlook.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Geocris Rodrigues dos Santos
geocrisr@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

Bruno Bellini Medeiros
brunomedeiros@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil

O trabalho tem como foco analisar a viabilidade na produção de modelos confeccionados por impressão 3D. Processo no qual permite a produção de vários modelos em um menor intervalo de tempo. A partir do modelo impresso com filamento Poliacido Láctico (PLA), estará pronto para ser usado na fabricação de moldes de gesso, ou seja, o molde onde será vertido a barbotina com formulação F. Para produzir a suspensão porcelânica, tem-se algumas etapas a serem executadas, como moagem, peneiramento a úmido, adição de defloculante e adição de água. Após este processo a barbotina é vertida no molde de gesso e é necessário um intervalo de tempo para colagem do cadinho, no qual permitirá a absorção de água por capilaridade, e em seguida é retirado cuidadosamente do molde e inserido em estufa elétrica a 110° C por 24 horas, após o secagem as amostras foram submetidas a queima a temperatura de 1200°C e resfriamento natural. O resultado estético dos cadinhos após queima, mostram que a utilização do modelo impresso 3D é viável se comparado ao custo benefício dos outros processos já existentes dentro da indústria.

PALAVRAS-CHAVE: Impressão 3D. Molde. Cerâmico.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

The work focuses on analyzing the feasibility of producing models made by 3D printing. Process in which allows the production of several models in a shorter time interval. From the model printed with Latic Polyacid filament (PLA), it will be ready to be used in the manufacture of plaster molds, that is, the mold that will be poured with the formulation F. Such as grinding, wet sieving, adding deflocculant and adding water. After this process the slip is poured into the plaster mold and a time interval for bonding the crucible is required, which will allow water to be absorbed by capillary, and then carefully removed from the mold and inserted into an electric oven at 110° C. For 24 hours, after drying the samples were subjected to burning at 1200°C and natural cooling. The aesthetic result of the crucibles after burning shows that the use of the 3D printed model is viable compared to the cost benefit of other processes already existing within the industry.

KEYWORDS: 3D printing. Mold. Ceramic.

INTRODUÇÃO

As indústrias de revestimentos cerâmicos do Brasil ocupam a segunda posição em produção e consumo, competindo com países como China, Índia, Espanha e Indonésia [1]. Por outro lado, a tipologia que mais cresce mundialmente e com reflexos na indústria brasileira, é o porcelanato, que são massas porcelânicas com aspectos similares ao da cerâmica branca com baixo teor de óxidos cromóforos [2].

Culturalmente, os produtos de cerâmica branca são mais nobres que os de cor de queima vermelha, e conseqüentemente possuem maior valor agregado. No Brasil, as jazidas de argilas plásticas brancas são raras, sendo explorados apenas os depósitos de São Simão (SP), Alto Tietê (SP), Tijucas do Sul (PR), Guarda-Mór (MG) e Ipojuca (PE), tendo em vista, que as muitas jazidas brasileiras são ricas em óxidos de ferro, culminando em produtos de coloração avermelhada. Os principais depósitos mundiais de massa plástica brancas se encontram no hemisfério norte: Alemanha, China e Indonésia [3].

A tecnologia 3D teve sua origem fundamentalmente em dois campos de estudos, até então separados, a topografia e a foto-escultura, quando Wyn Kelly Swaison propõe a fabricação direta de uma peça através da catalisação seletiva de um polímero na inserção de dois feixes de laser.

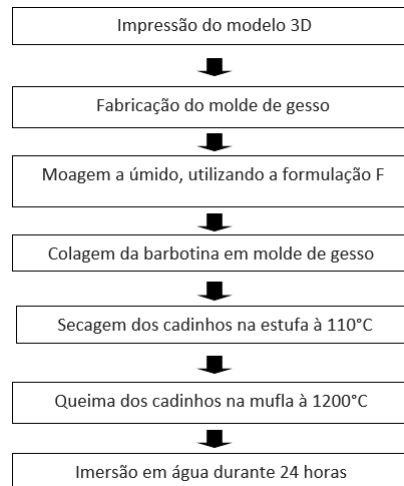
A impressão 3D vem ganhando espaço a cada dia, e sua aplicação já pode ser vista nos mais variados segmentos, porém mesmo com esse avanço tecnológico o fato da aplicação e tempo, o custo dos materiais e a aplicação custo x benefício, ainda é um fator de suma importância para levarmos em conta se realmente vale a pena usar esse procedimento, que vem sendo estudado ao longo dos anos [4].

O principal objetivo desse trabalho, é validar a viabilidade do modelo de cadinho impresso em 3D, e a partir disso observar as características mecânicas e acabamento estético dos cadinhos utilizando a formulação F, que é composta pela Argila São Simão (SS), assim verificando se esse procedimento seria viável em comparação aos já existentes no mercado.

METODOLOGIA

A Figura 1 mostra o fluxograma esquemático para desenvolvimento do projeto.

Figura 1 – Fluxograma esquemático do desenvolvimento do projeto.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para a produção do molde 3D foi necessário a prototipagem do cadinho a ser fabricado, ou seja, copiando suas dimensões. Após esse procedimento, foi utilizado o software computacional “SolidWorks”, e através desse mesmo software foi criado um arquivo que foi utilizado para a programação da impressora 3D.

Para a impressão do modelo 3D, tivemos como material de deposição o PLA, com o diâmetro do filamento 1,75 mm, temperatura de impressão 185 °C e densidade de impressão de 60%.

Após a impressão do modelo de cadinho, foi efetuado acabamentos superficiais para eliminar a porosidade gerada durante a impressão, utilizando resina epóxi, massa plástica poliéster e lixas d’água com gramatura de 320 até 1200. O modelo finalizado após correções das imperfeições da superfície se encontra conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Cadinhos impressos na impressora 3D.



Fonte: Autoria própria (2019).

Para a fabricação do molde de gesso, o modelo 3D foi introduzido dentro de uma forma circular, onde foi depositado gesso de consistência 75, densidade de suspensão 1,48, fator para água de 0,63 e fator para o gesso 0,84.

Considera-se a densidade do gesso igual a $2,3 \text{ g/cm}^3$. Os fatores para a água e para o gesso devem ser multiplicados pelo volume do molde para obter os valores necessários, em gramas de água e de gesso para a confecção do molde.

O principal parâmetro a ser observado na colagem normal em relação ao gesso e a porosidade do molde, que pode ser interpretado pela relação água/ CaSO_4 empregada na fabricação. Essa relação é tratada aqui com o termo consistência. Quanto maior esta relação, maior será a porosidade e conseqüentemente, maior a absorção. Deve-se então tomar o cuidado para que não se tenha um molde excessivamente poroso, o que causaria um rápido encharcamento do mesmo, fazendo com que aparecesse trincas em grande quantidade na peça, tornando-a muito frágil. Após o gesso endurecer, o mesmo deve ser secado em temperatura ambiente com o objetivo de tirar o excesso de umidade do molde e não correr trincas, para garantir uma boa colagem [5,6].

Na Figura 3 mostra-se a esquerda o molde de gesso já finalizado e pronto para uso, e a direita na cor vermelha está o modelo impresso em 3D.

Figura 3 – A esquerda molde de gesso e a direita modelo 3D.



Fonte: Autoria própria (2019).

A fim de garantir uma maior homogeneidade da barbotina, essa composição passou pela moagem a úmido, em jarro de bolas de alumina e em moinho rotacional do tipo “periquito” durante 5 minutos, com adição de 55% em peso de água e 0,6% em peso de silicato de sódio (defloculante) sobre a composição total.

Após mistura no moinho rotacional, deve-se verter a barbotina no molde de gesso dentro do intervalo de tempo de 30 segundos, para que garanta a homogeneidade da mistura. Após depositado dentro do molde aguardou-se 3 minutos, e em seguida foi vertido o excesso de barbotina.

Foi esperado aproximadamente 30 minutos para retirar o cadinho do molde, tempo necessário para o mesmo absorver a umidade da barbotina.

Os cadinhos foram submetidos à secagem em estufa elétrica a 110°C por 24 horas. Após o procedimento anterior, as amostras secas foram submetidas a queima a temperatura de 1200°C , com rampa de aquecimento de $10^\circ\text{C}/\text{min}$, patamar de 5 minutos na temperatura final e resfriamento natural. Essa curva de queima teve por objetivo garantir o tempo necessário para que todas as possíveis reações entre o fundente e as argilas acontecessem. A Figura 4 mostra os cadinhos já queimados conforme procedimento citado.

Figura 4 – Cadinhos queimados a temperatura de 1200°C.



Fonte: Aatoria própria (2019).

Após a queima os cadinhos foram submetidos ao ensaio de absorção de água que consiste em mergulhar as amostras por 24 horas em uma bacia cheia d'água. Após retirados da bacia, a massa dos cadinhos foram novamente medidas, massa úmida (M_u) e massa seca (M_s), assim sendo possível a obtenção da porcentagem de absorção de água conforme a equação (1).

$$Absorção = \frac{M_u - M_s}{M_s} \times 100\% \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Basicamente para realização deste trabalho, foram propostos a fabricação de cadinhos utilizando o processo de colagem, essa suspensão deve ser vertida em um molde poroso, geralmente de gesso, onde permanece por um período de tempo até que a água contida na suspensão seja absorvida pelo molde, através da capilaridade.

Para produzir o modelo do cadinho, no qual dará origem ao molde de gesso, foi utilizado o processo da impressão 3D.

O processo da impressão 3D foi utilizado nesse experimento, o qual consiste basicamente em uma fabricação de determinada peça a partir da deposição de um determinado material em camadas sobrepostas até que se tenha a peça completa [7].

A tecnologia 3D teve sua origem fundamentalmente em dois campos de estudos, até então separados, a topografia e a foto-escultura, quando Wyn Kelly Swaison propõe a fabricação direta de uma peça, através da catalisação seletiva de um polímero na inserção de dois feixes de laser [4].

Após a queima dos cadinhos produzidos com formulação F, foram submetidos ao ensaio de absorção de água, assim obtivemos os valores de cada cadinho conforme a Tabela 1, utilizando a equação (1).

Tabela 1 – Valores de absorção de água dos cadinhos

Cadinho	Ms [g]	Mu [g]	Absorção [%]
1	50	53	6
2	50	53	6
3	50	53	5,77
Média			5,92
Desvio padrão			±0,0594

Fonte: Aatoria própria (2019).

Diante os resultados finais gerados, obtivemos a média de absorção de água entre os cadinhos de 5,92%, valor aceitável comparado com trabalhos anteriores já realizados utilizando Argila São Simão [8,9]. Comparando os resultados após queima, podemos observar a cor de queima clara conforme Figura 4.

CONCLUSÃO

Neste trabalho foram analisados a utilização da barbotina com a formulação F, que na sua composição está presente a argila de São Simão, por ser um sistema de fases cristalinas conhecidas devido às pesquisas anteriormente realizadas [8,9].

Neste contexto, foi observado que com o modelo 3D as dimensões necessárias tiveram uma boa exatidão, devido à baixa variação do material PLA, e no final do processo, foram comparado o cadinho impresso em 3D com cadinho usinado em torno convencional, fabricado em nylon. Entretanto o modelo 3D se comparado ao usinado tem um custo benefício mais interessante, porém se o modelo 3D precisar ser reutilizado por diversas vezes, o modelo usinado se torna mais viável devido sua maior resistência mecânica.

O acabamento superficial do modelo 3D é intermediário, que pode ser facilmente corrigido melhorando o ajuste fino na configuração da impressora. O procedimento e execução do modelo foi de baixa complexidade se comparado com o usinado.

Concluindo, seria necessário criar novas amostras para validar os benefícios do modelo 3D, pois a base da pesquisa foi realizada com apenas três peças.

REFERÊNCIAS

[1] ANFACER. **Números do setor**. Disponível em: <www.anfacer.org.br> Acesso em: 23 de julho. de 2019.

[2] JUNIOR, M.C.; et al. **Panorama e Perspectivas da Indústria de Revestimentos Cerâmicos no Brasil**. Cerâmica Industrial, 15(3): p. 7-18, 2010.

[3] MOTTA, J.F.M.; et al. **As Matérias-Primas Plásticas para a Cerâmica Tradicional: Argilas e Caulins**. Cerâmica Industrial, 9(2): p. 33-46, 2004.

[4] BOURELL, L. D. et al. **A Brief History of Additive Manufacturing and the 2009 Roadmap for Additive Manufacturing: Looking Back and Looking Ahead**. RapidTech 2009: US-TURKEY Workshop on Rapid Technologies, Istanbul, 24 Setembro 2009. 7.

[5] BEZERRA, M. S. **Perfil da Gipsita**. Relatório Técnico 34 do MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME, 2009.

[6] CUNHA FILHO, P. L. et al. **Caracterização Estrutural e Microestrutural do Gesso Produzido pelo Polo Gesseiro de Araripina.** Cerâmica Industrial, 13 (3) Maio/Junho,2008.

[7] FERREIRA MONTEIRO, M. T. **A Impressão 3D no meio produtivo e o design.** UEMG-Minas Gerais, 2015.

[8] GILBERTONI, C. **Desenvolvimento de um novo fundente para substituir o feldspato em composições de grés porcelanato.** Tese de doutorado – USP. São Carlos, 2004.

[9] SANTOS, G.R. **Influência da adição de um fundente sintético no mecanismo de coloração final de revestimentos cerâmicos.** Tese de doutorado – USP. São Carlos, 2011.