



APLICABILIDADE DE RESÍDUO BORRA DE CAFÉ COMO MATÉRIA-PRIMA ALTERNATIVA NA OBTENÇÃO DE MATERIAL CERÂMICO

Felipe Sardinha Maciel (*), José Nilson França de Holanda, Rômulo Leite Loiola, Luís Antonio Rangel Maciel, Virgínia Siqueira Gonçalves

* Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; felipesmac@gmail.com

RESUMO

O Brasil gera uma enorme quantidade de resíduos sólidos com características atrativas para seu reaproveitamento, entre eles o resíduo borra de café. Parte significativa destes resíduos são gerenciados inadequadamente, gerando diretamente impactos importantes, tanto ambientais quanto na saúde da população. Esta situação tem motivado e despertado interesses na área acadêmica, objetivando desenvolver alternativas viáveis para uma destinação final dos resíduos gerados pós-consumo. Neste trabalho foi desenvolvido um material cerâmico utilizando as matérias primas caulim e resíduo borra de café, sendo este último como matéria-prima alternativa. Três massas cerâmicas foram formuladas contendo até 20% em peso do resíduo borra de café. As peças cerâmicas foram conformadas por prensagem uniaxial e sinterizadas a 1000 °C, e após esse processo foram avaliadas através das seguintes propriedades: absorção de água, porosidade aparente, perda de massa, massa específica aparente, retração linear, resistência mecânica. Os resultados indicaram que o resíduo borra de café atua como um eficiente agente formador de poro. Além disso, tais resultados indicam que suportes cerâmicos contendo até 20 % em peso de resíduo borra de café têm potencial para serem empregados na fabricação de materiais cerâmicos a base de caulim.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo Borra de Café, Resíduo Sólido, Material Cerâmico, Caulim.

ABSTRACT

Brazil generates an enormous amount of solid waste with attractive characteristics for its reuse, including coffee sludge. A significant part of this waste is improperly managed, directly generating important impacts, both on the environment and on the health of the population. This situation has motivated and aroused interests in the academic area, aiming to develop viable alternatives for the final destination of post-consumption generated waste. In this work, a ceramic material was developed using the raw materials kaolin and coffee grounds residue, the latter as an alternative raw material. Three ceramic masses were formulated containing up to 20% by weight of the coffee grounds residue. The ceramic pieces were formed by uniaxial pressing and sintered at 1000 °C, and after this process they were evaluated through the following properties: water absorption, apparent porosity, mass loss, apparent specific mass, linear shrinkage, mechanical resistance. The results indicated that the coffee grounds residue acts as an efficient pore-forming agent. In addition, these results indicate that ceramic substrates containing up to 20 % by weight of coffee grounds residue have the potential to be used in the manufacture of ceramic materials based on kaolin.

KEY WORDS: Coffee Grounds Waste, Solid Waste, Ceramic Materials, Kaolin.

INTRODUÇÃO

A intensa geração de resíduos sólidos tem sido um fator preocupante enfrentado pela sociedade moderna, em função de questões ambientais, econômicas e até sociais.

Quando os resíduos sólidos não são manejados da forma correta, seja este de qualquer origem, acarreta desperdícios e é uma ameaça constante à saúde pública. Isto colabora para o comprometimento da qualidade de vida da população, além de contribuir para a degradação ambiental (SIQUEIRA, 2013; COLLATO & BERGMANN, 2009).

Objetivando levar os geradores a se responsabilizarem quanto a eliminação controlada de resíduos sólidos, Evangelista (2011) afirma que em todo o mundo têm sido desenvolvidas políticas de gerenciamento dos mesmos. No Brasil, a Lei nº 12.305/10, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) procura organizar a forma com que o país lida com o lixo e exigir dos setores públicos e privados transparência no gerenciamento de seus resíduos.

A indústria cerâmica tem se destacado nos últimos anos como uma alternativa promissora para o destino de grandes quantidades de resíduos sólidos poluentes, de diversos tipos e origens, quando comparado aos métodos tradicionais (AREIAS *et al.*, 2017).



OBJETIVOS

O Brasil é o maior produtor mundial de café, mas é também considerado um dos maiores consumidores (CONAB, 2019). Em razão disto, o Brasil gera um volume expressivo anualmente de um material de resíduo sólido proveniente do processo da obtenção da bebida café por infusão, o qual é denominado daqui por diante de resíduo borra de café. O descarte ambientalmente incorreto do resíduo borra de café é bastante problemático. Parte significativa deste resíduo tem sido ao longo dos anos simplesmente descartado sem qualquer tratamento no ambiente, já que aplicações ou tratamentos mais apropriados ainda são desconhecidos pela maioria (ANDRADE, 2011). Assim, a introdução de metodologia alternativa que permita a reciclagem ou aproveitamento deste abundante resíduo sólido de forma sustentável é de grande interesse da sociedade.

O objetivo principal do presente trabalho foi avaliar a possibilidade de aplicação do resíduo borra de café na produção e caracterização de material cerâmico. Mais especificamente, foi avaliada a influência da incorporação do resíduo borra de café nas propriedades tecnológicas de um material cerâmico a base de caulim.

METODOLOGIA

Neste trabalho as matérias-primas utilizadas foram resíduo borra de café e caulim. O resíduo borra de café foi coletado numa residência após preparação de café através do método da infusão e filtragem. Nesse processo o líquido (café) passa pelo filtro, enquanto que a parte sólida conhecida como resíduo borra de café fica retido. Após coleta, o resíduo borra de café passou por um processo de pré-secagem ao ar livre durante 24 h com a finalidade de remover o excesso de umidade. Neste trabalho foi usada uma amostra de caulim comercial.

As matérias-primas selecionadas foram beneficiadas com o objetivo de dotá-las com as características adequadas para o processamento cerâmico. Ambas as matérias-primas foram submetidas a processo de secagem numa estufa a temperatura de 110 °C durante 24 h a fim de se retirar a umidade residual. Em seguida, o caulim foi cominuído até a passagem completa em peneira de 325 mesh e o resíduo borra de café em peneira de 35 mesh. Após beneficiadas, as matérias-primas foram submetidas à análise química elementar por espectroscopia de fluorescência de raios X e espectrometria de absorção atômica. A perda ao fogo também foi determinada.

Três massas cerâmicas foram formuladas utilizando distintas proporções de caulim e resíduo borra de café, conforme mostrado na Tabela 1. O resíduo borra de café foi usado como um substituto parcial (até 20 % em peso) ao caulim natural. Em seguida as massas cerâmicas foram submetidas a processo de mistura/homogeneização em um misturador cilíndrico de laboratório durante 30 minutos.

Tabela 1. Composição das massas cerâmicas (% em peso).

Fonte: Autor do trabalho.

Massa Cerâmica	Caulim	Resíduo Borra de Café
M0	100	0
M10	90	10
M20	80	20

Peças cerâmicas foram obtidas por prensagem uniaxial usando uma matriz de aço cilíndrica, com dimensões de aproximadamente 25 mm de diâmetro e 5 mm de altura. A pressão de compactação usada foi de aproximadamente 59 MPa. Em seguida as peças cerâmicas compactadas foram secas em estufa a 110 °C durante 24 h, e depois sinterizadas em um forno mufla a 1000 °C durante 3 h.

As peças cerâmicas sinterizadas foram avaliadas em termos de suas propriedades físicas e mecânica. Dentre elas: a absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente seguindo os procedimentos descritos na norma ASTM C 973-88, perda de massa, retração linear e resistência à tração.

RESULTADOS

Na análise química realizada no resíduo borra de café constatou-se que a perda ao fogo foi de 98,40 %. Isto indica que o resíduo borra de café de natureza orgânica tende a ser totalmente destruído durante o processo de sinterização das peças cerâmicas em alta temperatura. Em particular, o resíduo borra de café tende a ser eliminado deixando apenas 1,60 % de cinzas nas peças cerâmicas produzidas. Além disso, foi verificado que o resíduo borra de café contém óxido de potássio

(K₂O) e óxido de cálcio (CaO). A análise química do caulim indicou altos teores de óxido de alumínio (Al₂O₃) de 39 % e óxido de silício (SiO₂) de 46,99 %. A perda ao fogo foi de 12,90 %.

As Figuras 1-6 ilustram a influência da incorporação do resíduo borra de café nas propriedades técnicas das peças cerâmicas produzidas.

A Figura 1 mostra que os valores da absorção de água das peças produzidas aumentam com o aumento da concentração de resíduo borra de café. Especificamente, as peças cerâmicas apresentaram valores de absorção de água de 23,57% (massa M0 - sem resíduo), 33,75 % (massa M10 - com 10 % do resíduo) e 41,47 % (massa M20 - com 20 % de resíduo).

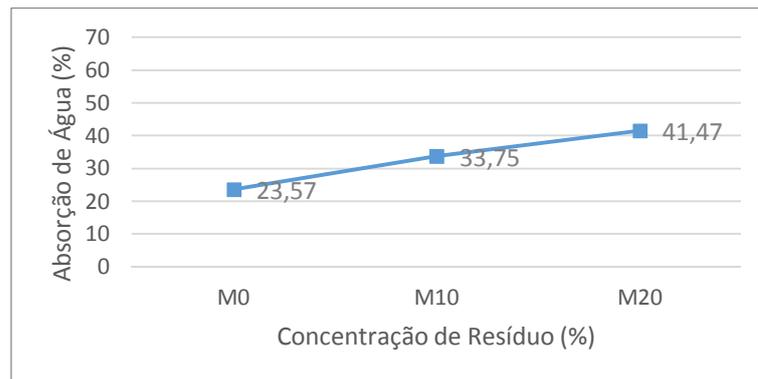


Figura 1 – Absorção de água em função da adição de resíduo borra de café.
Fonte: Autor do trabalho.

Isto indica que quanto maior a quantidade de resíduo incorporada, maior será a formação de porosidade aberta na estrutura do material. Este resultado está de acordo com os valores de porosidade aparente, como mostrado na Figura 2. A geração de porosidade aberta está fundamentalmente associada com a destruição do resíduo borra de café durante o processo de sinterização a 1000 °C.

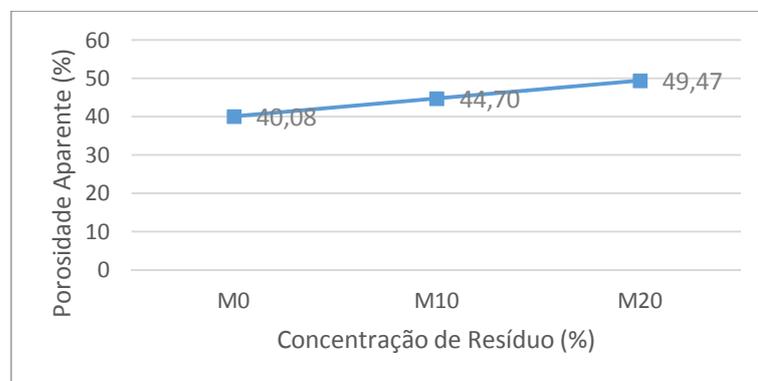


Figura 2 – Porosidade aparente em função da adição de resíduo borra de café.
Fonte: Autor do trabalho.

De fato, como observado na Figura 3, durante o processo de sinterização ocorre expressiva perda de massa. Quanto maior a concentração de resíduo borra de café, maior é a perda de massa. De modo que o resíduo borra de café atua como um efetivo agente formador de poro durante o processo de sinterização.

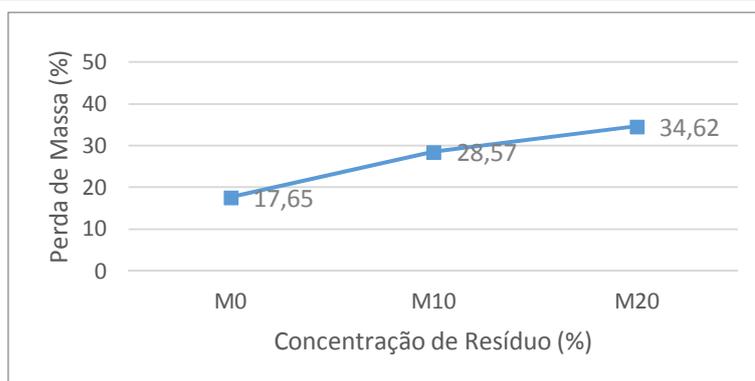


Figura 3 – Perda de massa em função da adição de resíduo borra de café.
Fonte: Autor do trabalho.

A Figura 4 mostra a massa específica aparente das peças cerâmicas produzidas. O efeito da incorporação do resíduo borra de café foi o de diminuir a massa específica aparente. Peças cerâmicas mais leves são produzidas. Este resultado é consistente com aqueles de absorção de água, porosidade aparente e perda de massa.

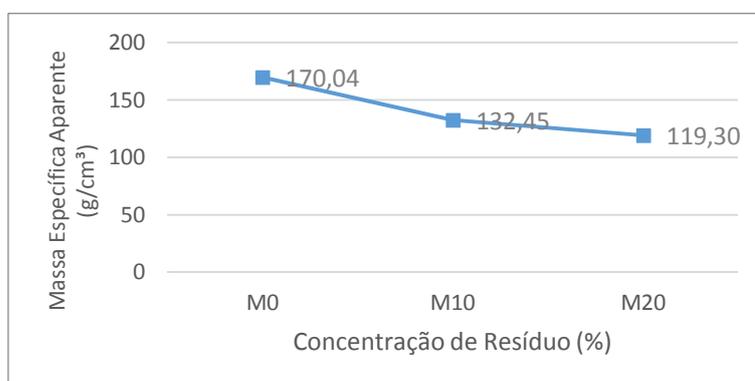


Figura 4 – Massa específica aparente em função da adição de resíduo borra de café.
Fonte: Autor do trabalho.

A Figura 5 mostra a retração linear das peças cerâmicas durante o processo de sinterização. A incorporação do resíduo borra de café provocou somente pequena variação nos valores de retração linear: 3,17 %, (massa M0), 3,50 % (massa M10) e 3,51 % (massa M20). Isto pode estar relacionado a efeitos concorrentes e simultâneos de sinterização e perda de massa.

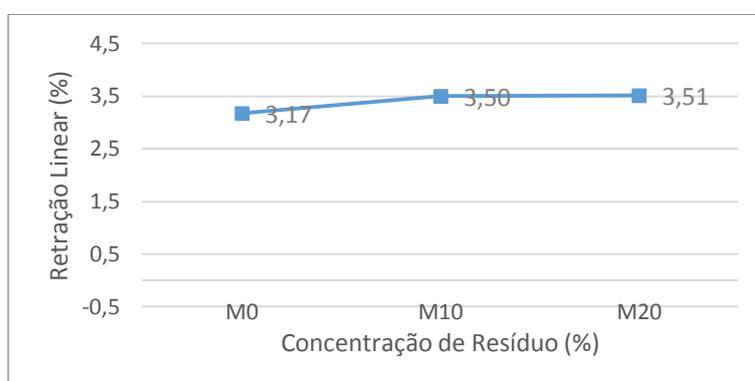


Figura 5 – Retração linear em função da adição de resíduo borra de café.
Fonte: Autor do trabalho.

Os valores obtidos de resistência à tração das peças cerâmicas são mostrados na Figura 6. Existe uma boa correlação entre as propriedades físicas e resistência mecânica. Constatou-se que à medida que a concentração de resíduo borra de café aumentou, a resistência à tração das peças cerâmicas sinterizadas diminuiu. Os valores obtidos foram de 3,77 MPa (massa

M0), 0,63 MPa (massa M10) e 0,52 MPa (massa M20). A explicação para isto é a geração de porosidade aberta na peça cerâmica devido à destruição do resíduo borra de café durante o processo de sinterização.

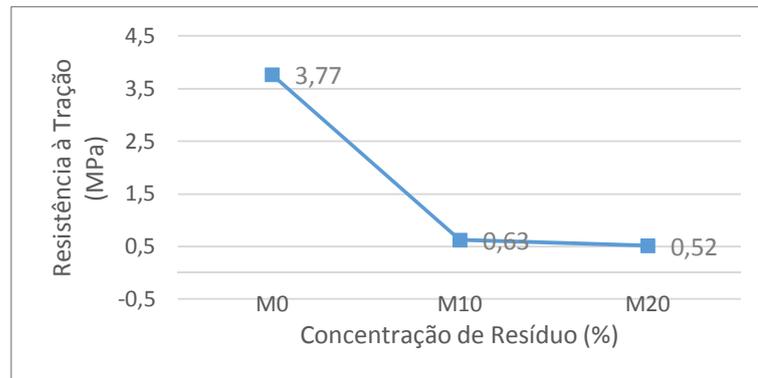


Figura 6 – Resistência mecânica em função da adição de resíduo borra de café
Fonte: Autor do trabalho.

CONCLUSÕES

Os resultados experimentais indicaram que o resíduo borra de café é um resíduo sólido orgânico muito efetivo para ser usado como um agente formador de poros na fabricação de material cerâmico poroso a base de caulim para uso potencial em diversas aplicações no campo da engenharia. O resíduo borra de café apresenta perda ao fogo muito alta de 98,4 %.

A incorporação do resíduo borra de café influenciou fortemente as propriedades física e mecânica das peças cerâmicas. Quanto maior for a quantidade de resíduo borra de café incorporada, maior é a absorção de água, porosidade aparente e perda de massa e, também, menor é a massa específica aparente e resistência mecânica das peças sinterizadas.

O uso de resíduo de borra de café na preparação de material cerâmico poroso poderia ser uma importante aplicação sustentável para o descarte final deste abundante resíduo sólido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Society for Testing and Materials (1994) **Water Absorption**. ASTM - C-973- 88.
2. ANDRADE, K. **Avaliação das técnicas de extração e do potencial antioxidante dos extratos obtidos a partir da casca e borra de café (Coffea arabica L.)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Florianópolis – SC, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 32 p., 2011.
3. COLLATO, D., BERGMANN, C. P. **Emprego de Resíduo de Celulose da Indústria de Papel como Matéria-prima para Fabricação de Material Cerâmico**. *Cerâmica Industrial*, 14 (3): 30-35., 2009.
4. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Disponível em <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/2894-levantamento-indica-producao-de-50-92-milhoes-de-sacas-de-caffe-em-2019>> Acesso em: 07/09/2019.
5. EVANGELISTA, N. **Estudo da utilização de resíduos industriais de lâ cerâmica e lâ de vidro em argamassas e concreto**. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Ouro Preto – MG, Rede Temática em Engenharia de Materiais – REDEMAT – UFOP – CETEC – UEMG, 186 p, 2011.
6. SIQUEIRA, F. B. **Estudo da Incorporação de Resíduo Sólido de Grits nas propriedades e microestrutura de tijolo solo-cimento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 121 p., 2013.