

O Potencial de utilização de um Resíduo Argiloso na Fabricação de Revestimento Cerâmico - Parte II

Wender A. Alves e João B. Baldo

Universidade Federal de São Carlos / DEMa, Via Washington Luiz Km 235,

CEP 13565-905 São Carlos - SP; e-mail: baldo@power.ufscar.br

Resumo: Nesta segunda parte do trabalho, utilizando-se as informações obtidas na primeira etapa, que consistiu na caracterização das propriedades cerâmicas globais do resíduo argiloso (subproduto da extração de areia), foram formuladas algumas composições onde o resíduo participou como coadjuvante, substituindo quantidade apreciável da parte argilosa normalmente utilizada em uma composição típica de revestimento cerâmico produzido por monoqueima rápida. Os resultados indicam aplicações promissoras do resíduo neste tipo de produto.

Palavras-Chave: *revestimento cerâmico, resíduo argiloso*

Introdução

No último número da Cerâmica Industrial, Piva e Pacheco¹ abordaram de modo abrangente e elucidativo as expectativas da indústria de revestimento cerâmico de Santa Gertrudes (SP) com relação às Instituições de Ensino e Pesquisa (abundantes na região), mencionando alguns caminhos capazes de tornar operativo e otimizado tal relacionamento. Neste aspecto, listaram duas vias estratégicas através das quais o suporte poderia ser canalizado ou seja:

- Apoio na formação de recursos Humanos.
- Apoio na capacitação tecnológica para produto e/ou processo.

Como exemplo de apoio à capacitação tecnológica passível de ser implementado, mencionam um projeto de desenvolvimento de revestimentos mais leves.

Aproveitando o gancho lançado pelos autores, propomos também, dentro da mesma janela de oportunidades, o tema “Reaproveitamento de Subprodutos Afins”, como é o caso do resíduo argiloso originado da extração de areia, o qual se acumula mensalmente em níveis de milhares de toneladas. A relevância de tal tema é auto-explicativa, se considerarmos o impacto ambiental deste acúmulo, além da não renovação dos jazimentos de folhelhos argilosos (matéria prima principal da indústria de revestimento) e o grande transtorno operacional para as mineradoras de areia. Em adição pode-se também apontar, como um dever do empresário moderno, a utilização parcimoniosa das reservas de matéria-prima, que são afinal a garantia da sua atividade, mesmo que todas as manhas ele possa abrir sua

janela e não notar nenhuma mudança significativa na paisagem.

A nossa convicção de que “reciclar é preciso” deu origem ao projeto, objetivando investigar a utilização como matéria-prima auxiliar do resíduo argiloso proveniente da extração de areia da Sibelco em Corumbataí, perto portanto de Santa Gertrudes.

Na primeira parte do trabalho foi realizada a caracterização cerâmica do resíduo argiloso. De posse dessas informações, nesta segunda etapa, associou-se o material em proporções crescentes, substituindo a parte argilosa numa composição típica de revestimento cerâmico produzido por monoqueima rápida.

Materiais e Métodos de Análise

O resíduo argiloso foi utilizado em quantidades crescentes em substituição à parte argilosa (um Taguá da região de Santa Gertrudes), segundo as composições apresentadas na Tabela 1, mantendo-se constantes o teor de calcáreo e feldspato. As composições foram preparadas por moagem a úmido das misturas e, após secagem, o pó foi passado em malha 80 mesh.

Do pó contendo 6% de umidade e granulado em malha 50 mesh, corpos de prova nas dimensões de 70 x 20 x 5 mm foram conformados por prensagem a 25 Mpa de pressão.

Os corpos de prova foram queimados nas temperaturas de 1000 °C, 1050 °C e 1100 °C, com taxa de aquecimento de 15 °C/m e patamar de queima de 30 min. Como parâmetros de controle elegeu-se as propriedades Retração Linear de Queima, Absorção de Água e Módulo de Ruptura à Flexão em 3 pontos.

Tabela 1. Composições Estudadas Contendo o Resíduo Argiloso.

Material	C-1 (%)	C-2 (%)	C-3 (%)	C-4 (%)
Resíduo	15,7	24,5	33,1	41,8
Taguá	60,9	52,1	43,5	34,8
Calcáreo	10,4	10,4	10,4	10,4
Feldspato	13,0	13,0	13,0	13,0

Resultados

A Fig. 1 apresenta os resultados de absorção de água das respectivas composições. Pode-se notar que as diferenças se acentuam apenas para os corpos de prova queimados a 1050 °C. Este fato indica uma maior sinterabilidade a baixas temperaturas das composições ricas em Taguá. No entanto, tais diferenças praticamente desaparecem para a temperatura de queima de 1100 °C, uma vez que nesta temperatura o resíduo argiloso já apresenta sinterização acentuada (vide Parte I)², não interferindo, portanto, nestas condições de sinterização, de modo negativo nas composições em que é adicionado.

Pode-se notar também que os níveis de absorção de água na faixa de 2 a 5% que ocorrem para queima à 1100 °C são característicos de gres cerâmico e acentuadamente inferiores aos produtos comerciais correlatos quando queimados na mesma temperatura. Por outro lado, composições contendo teores de resíduo argiloso acima de 24.5% (em substituição Taguá), quando queimadas a 1050 °C, apresentam absorções de água que as colocam na categoria de revestimento monoporoso.

Com relação à Retração Linear após a queima, (Fig. 2), vemos que este pode ser um parâmetro complicador na utilização do resíduo argiloso, considerando-se que o valor dessa propriedade se eleva bastante (quando as composições são queimadas acima de 1050 °C), estando no limite superior de aceitabilidade para massas de monoquei-

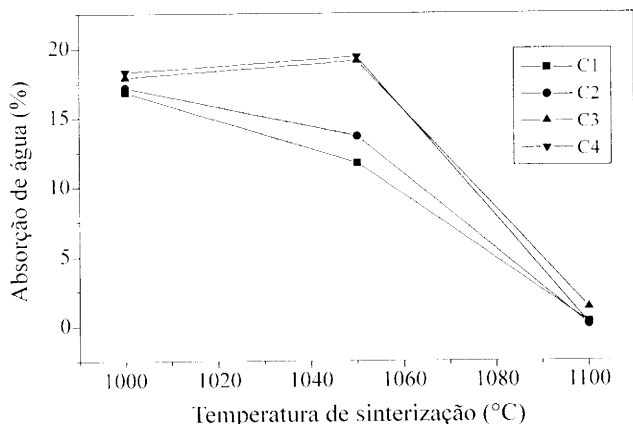


Figura 1. Absorção de Água (%) vs. Temperatura de Queima para as diversas composições contendo o Resíduo Argiloso.

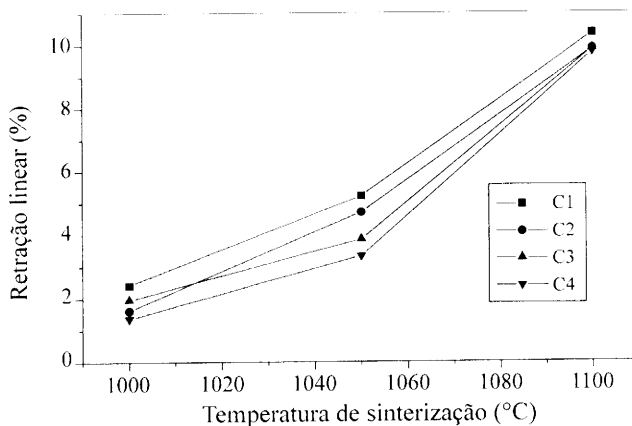


Figura 2. Retração Linear (%) vs. Temperatura de Queima para as diversas composições contendo a Resíduo Argiloso.

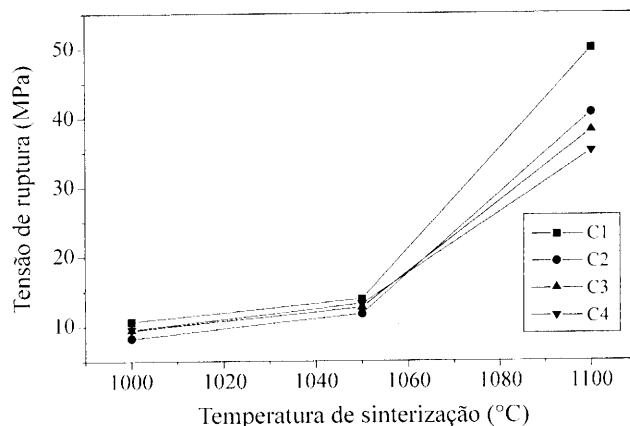


Figura 3. Resistência à Flexão em 3 Pontos vs. Temperatura de Queima para as diversas composições contendo o Resíduo Argiloso.

ma. Assim, um ajuste composicional é recomendável para trazer a retração de queima para níveis menores.

Na Fig. 3 pode-se perceber que os níveis de resistência mecânica à flexão alcançados, quando as composições são queimadas a 1050 °C e 1100 °C, são característicos de produtos similares produzidos por monoqueima.

Uma análise global das Figs. 1, 2 e 3 indica que há um desenvolvimento acentuado de fase líquida na faixa de temperatura de 1050 °C a 1100 °C, considerando-se a evolução para baixos níveis de absorção de água com elevação nos valores de retração e resistência mecânica. Esses fatos sugerem que algumas modificações na formulação da massa podem ser feitas para efetivo controle dessas propriedades.

Conclusões

Dos resultados obtidos nesta segunda parte do trabalho, podemos concluir que:

- É aparentemente viável a utilização de quantidades razoáveis do Resíduo Argiloso investigado em substituição da parte argilosa normalmente utilizada (por exemplo Taguá), na confecção de revestimentos monoporosos ou gres de monoqueima.

1,5 min, a confiabilidade do modelo diminui para 40%, embora a equação da regressão linear seja bem parecida.

A Tabela 4 quantifica as variações produzidas pelas mudanças na tensão ou na viscosidade da tinta. O modelo foi calculado para uma distância tela-peça de sete milímetros. Nesta Tabela pode-se verificar como a distância tela-peça e a tensão na tela serigráfica produzem ambos uma mudança na tonalidade da peça na mesma direção. Um aumento da distância tela-peça faz decrescer a tonalidade média, e um aumento na tensão de tela também ocasiona um decréscimo na tonalidade média.

A faixa de variação da distância tela-peça pode oscilar entre 4 e 10 mm, e as tensões nas telas variam entre 8 N/cm e com de máximo 20 N/cm.

Se for realizado um cruzamento das duas variáveis, obtém-se uma série de combinações que nós permitem estudar as variações da tonalidade. Fazendo-se uma série de possíveis combinações obtém-se os dados da Tabela seguinte:

Distância tela-peça (mm)	Tensão na Tela (N/cm)	Modificação do valor de L
4	20	- 5,439216
5	18	- 5,668583
6	16	- 5,897950
7	14	- 6,127317
8	12	- 6,356684
9	10	- 6,586051
10	8	- 6,815418

Como pode ser observado na Tabela anterior, o fato de combinar ambos os valores (distância tela-peça e tensão na tela) causa diferenças de até 1,4 pontos em L no sentido negativo.

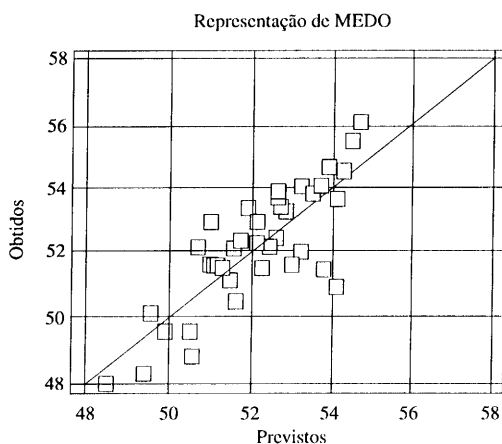


Figura 8. Este gráfico representa o desvio entre a equação de regressão múltipla mostrada na Tabela 4 e os dados previstos (linha direta) e obtidos experimentalmente (os pontos).

Um fator a ser considerado é que o objetivo teórico é obter diferenças que tendam a aumentar o valor de L, já que se supõe um depósito menor de tinta ou um menor excesso desta, e portanto uma redução no ganho de L.

Se os dados forem cruzados pode-se analisar a sensibilidade ou o incremento de L que é produzido. Por exemplo, se uma impressão estiver acontecendo com uma tela de 16 N/cm, uma distância tela-peça de 6 mm e a tela quebra e é substituída por uma de 12 N/cm sobre a qual é aplicada uma distância tela-peça de 8 mm pode-se prever uma mudança em L de 0,45 pontos. Se a distância tela-peça não for corrigida e é mantida em 6 mm, a mudança em L será de 0,65.

Estudo da Viscosidade

Existe uma grande variabilidade entre modelos de regressão produzidos por mudanças na tensão na tela. Uma tensão na tela baixa destaca mais a diferença de tonalidade produzida pelas variações da viscosidade.

Quer dizer, há uma correlação entre a viscosidade da tinta e a tensão na tela. Esta correlação será incluída no modelo final de regressão linear.

O modelo de regressão entre as variações de percentual da tonalidade das peças é um modelo linear; um aumento na viscosidade afeta negativamente esta porcentagem, ou seja reduz o valor de L e sua proximidade para o preto.

Um incremento no valor da viscosidade leva a uma diminuição no valor de L, ou seja a tonalidade impressa é

Tabela 5. Estudo de Regressão entre o valor de L de um ponto da peça e a viscosidade é ajustado a 75% da variação linear. Cada unidade de viscosidade afeta em 2,98 pontos no valor de L da tonalidade final obtida. O estudo é realizado para uma tensão na tela de 16 N/cm e uma distância tela-peça de 4 mm.

Coefficiente de Correlação = - 0,98661

R – quadrado = 97,3399 %

Desvio padrão = 0,53185

MEDO = 60,7 - 2,97857 * TINT

(FCA = FCB) & (FCA = 4) & (TP = 16)

MEDO = 60,7 - 2,97857 * TINT

R – quadrado = 97,3399 %

(FCA = 4) & (TP = 16)

MEDO = 56,2225 - 1,08714 * TINT

R – quadrado = 99,9315 %

(TP = 20) & (FCA = 5)