

Estudo da Utilização de Resíduo Cerâmico Queimado (“Chamote”) Oriundo do Pólo Oleiro dos Municípios de Iranduba e Manacapuru - AM, como Aditivo na Fabricação de Telhas

Nilton de Souza Campelo, Márcia Rodrigues de Moraes,*

Aroldo Figueiredo Aragão, Edisley Martins Cabral, Eude de Paula Rebelo,

Samantha Coelho Pinheiro, Otávio Augusto Paiva

*Núcleo de Tecnologia de Materiais – NUTEMA,
Faculdade de Tecnologia, Universidade Federal do Amazonas,
Av. Gen. Rodrigo Otávio Ramos, 3000, Coroado, 69077-000 Manaus - AM
e-mail: ncampelo@ufam.edu.br

Resumo: Procedeu-se à análise do reaproveitamento de resíduo cerâmico queimado (“chamote”) em massa argilosa, nas proporções de 3% e 5%, visando seu emprego na produção de telha, em cerâmicas situadas no pólo oleiro dos municípios de Iranduba e Manacapuru, estado do Amazonas. Estudos laboratoriais de módulo de ruptura à flexão em três pontos, taxa de absorção d’água e retração linear, nas argilas padrão e aditivada, permitiram concluir que o reaproveitamento do resíduo com teor até 5% em massa, é possível, desde que a temperatura de queima seja maior que 950 °C.

Palavras-chave: *resíduo cerâmico, chamote, pólo oleiro, telha*

1. Introdução

Os depósitos argilosos quaternários que recobrem a Formação Alter do Chão, na região dos municípios de Iranduba e Manacapuru, são utilizados como matéria-prima na indústria da cerâmica vermelha^{8,10}. Nestes dois municípios, há 26 indústrias oleiras em funcionamento, metade em cada localidade⁴. Ademais, deve-se ressaltar que apenas duas olarias fabricam telhas, as restantes produzem apenas tijolos cerâmicos furados (geralmente de oito furos) e maciços, estes últimos sob encomenda⁹.

A estimativa da capacidade nominal instalada do parque oleiro de Iranduba, de acordo com DNPM⁴, é de seis e meio milhões de tijolos por mês (tipo oito furos); contudo, atualmente a produção deve estar em torno de oito milhões de tijolos ao mês⁹, ao passo que o de Manacapuru é cerca de dois milhões de unidades ao mês. A cidade de Manaus, por concentrar cerca de 95% da riqueza produzida no estado, e por estar próxima ao centro produtor, corresponde praticamente com o mesmo índice, no consumo dos produtos de cerâmica vermelha do pólo de Iranduba e Manacapuru².

Seye et al.⁹ realizaram um levantamento sócio-econômico-patrimonial em oito olarias dos dois municípios, e concluíram que a perda de produtos queimados (“chamote”) variava entre 3% e 5% da produção, dentro da média nacional^{3,6}, levando a crer, então, que o desperdício de material cerâmico no pólo em tela é de 9600 t/ano, considerando-se uma massa média de 2 Kg para o tijolo queimado e perda de 4%. Estes resíduos ficam armazenados nos pátios das olarias, ou são depositados em lugar inadequado, gerando problemas ambientais. Para Costa³, de cada m³ de material reciclado, um m³ de material não estará ocupando local em aterro controlado ou similar, além de que um m³ deixará de ser extraído do meio ambiente, como matéria-prima. Ademais, de acordo com Alves¹ e Baldo e Menezes⁵, o aproveitamento de rejeitos industriais cerâmicos pode ter um leque variado de opções, na forma de pó, como por exemplo, sua aplicação em massas cerâmicas, como redutores de plasticidade, ou como agentes formadores de fase vítrea em blocos cerâmicos, revestimentos, grés e produtos de baixa absorção de água, com grande valor econômico agregado.

A quantidade de resíduo queimado precisa ser avaliada para não prejudicar o processo de queima das peças cerâmicas, pois, de acordo com Moraes⁷, quanto maior a quantidade de resíduo queimado adicionado à massa cerâmica, maior será a temperatura de gresificação da peça.

2. Materiais e Métodos

As matérias-primas em estudo foram coletadas de uma cerâmica instalada no município de Iranduba. A argila é oriunda de jazida localizada na própria dependência da cerâmica, assim como o chamote, oriundo de restos de telhas, foi coletado da saída do Moinho de bolas, usado para a moagem do resíduo. As análises aqui apresentadas serviriam como estudo prévio de viabilidade técnica para a inclusão do resíduo, no processo de produção de telhas, caracterizando-se o binômio proporção e temperatura de queima ideal, para cumprir tal intento. A composição granulométrica da matéria-prima *in natura* foi determinada pelo método do densímetro. A caracterização mineralógica foi realizada por análise de difração de raios X (Shimadzu modelo XRD6000, com tubo CuK α), sendo identificadas as fases cristalinas presentes. A caracterização química foi realizada por espectrometria de fluorescência de raios X, através de energia dispersiva (Shimadzu modelo EDX700HS), sendo quantificados os respectivos elementos químicos. O estudo tecnológico consistiu na avaliação das propriedades mecânicas de corpos de prova da massa cerâmica padrão, isenta de resíduos, e da avaliação das propriedades mecânicas de corpos de prova contendo adições de 3% e 5% de chamote, em massa. Os corpos de prova foram conformados segundo barras prismáticas de 60 x 20 x 5 mm³, apresentando 7% de teor de umidade, sob pressão de 20 MPa. Os corpos de prova, assim obtidos, foram secos a 110 °C, até constância de massa, sendo posteriormente queimados em forno mufla às temperaturas de 850, 950, 1050 e 1150 °C, para a argila padrão. Para a argila aditivada, a queima realizou-se apenas para as duas primeiras temperaturas, haja vista corresponderem às temperaturas de queima de telhas, na

própria cerâmica em estudo. Os corpos de prova foram submetidos aos ensaios de módulo de ruptura à flexão em três pontos, taxa de absorção d'água e retração linear, nas argilas padrão e aditivada, sendo adotada a média aritmética de seis amostras ensaiadas, para cada série de estudo.

3. Resultados e Discussão

A composição granulométrica indicou as seguintes frações constituintes da massa argilosa: argila: 54%, silte: 38%, e areia: 8%. A análise mineralógica da argila padrão é apresentada na Figura 1. observou-se uma predominância de Caulinita, sendo detectados em teores mais baixos Illita, Hematita, Muscovita, Quartzo e Esmectita.

A análise química da massa cerâmica é mostrada na Tabela 1. Observa-se que os teores de sílica, alumínio e ferro são característicos das massas para produção de cerâmica vermelha, o que corrobora para a industrialização da mesma. Os baixos teores de magnésio, cálcio, titânio, apatita, sódio, potássio e manganês, necessários à formação da fase vítrea, indicam a necessidade de atenção à composição da massa com adição de chamote.

O módulo de ruptura à flexão em três pontos foi determinado para a massa cerâmica sem adição de resíduo e para as misturas da massa cerâmica contendo 3% e 5% em massa, queimadas em diferentes temperaturas. A Tabela 2 apresenta os valores médios obtidos.

A porcentagem de absorção de água das amostras queimadas em diferentes temperaturas é apresentada na Tabela 3.

A retração linear das amostras queimadas em diferentes temperaturas é apresentada na Tabela 4.

A curva de gresificação da massa cerâmica padrão, mostrada na Figura 2, foi obtida através dos valores médios de módulo de ruptura à flexão em três pontos e absorção de água das amostras queimadas em diferentes temperaturas, por um período de uma hora. O ponto de gresificação para a massa cerâmica padrão ficou em torno de 1070 °C. Analisando a curva de gresificação, pode-se dizer que a partir de 950 °C, o processo de densificação aumenta, resultando na diminuição do teor de absorção de água e no aumento do módulo de ruptura à flexão. De acordo com os dados constantes nas Tabelas 2 e 3, pode-se verificar que a adição de 3% e 5% de chamote, à massa cerâmica queimada, em 850 °C, provocou um aumento de 3,9% e 5,2% na absorção de água, e uma diminuição de 16,9% e 33,8% no módulo de ruptura à flexão, respectivamente. Por sua vez, a adição de 3% e 5% de chamote à massa cerâmica queimada em 950 °C, provocou um aumento de 1,6% e 3,4% na absorção de água, e uma diminuição de 14,2% e 16,2% no módulo de ruptura à flexão, respectivamente.

Observa-se, através dos dados de retração linear apresentados na Tabela 4, que a adição de chamote à massa cerâmica ajuda no controle dimensional das peças.

4. Conclusões

A partir dos resultados obtidos em escala laboratorial, é possível prever a utilização de resíduos do tipo chamote, em até 5% em massa, se as amostras forem queimadas em temperatura mínimas de 950 °C. Contudo, como a temperatura de queima típica para a fabricação de telhas na cerâmica em estudo é de 850 °C, recomendou-se, então, a utilização de apenas 3% de adição de resíduo, à massa cerâmica. Este reaproveitamento do resíduo cerâmico vem ao encontro de medidas mitigadoras de impacto ambiental da atividade econômica oleira, no

Tabela 1. Análise química da massa cerâmica padrão.

Constituinte	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	TiO ₂	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P.F
Teor (%)	66	6,2	16,1	1,5	1,1	0,9	0,16	1,4	2,0	0,1	5,4

Nota: P. F. – perda ao fogo.

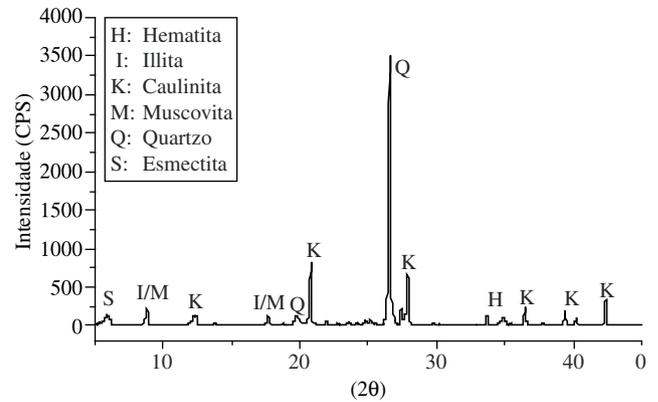


Figura 1. Difratograma de raios X da massa cerâmica padrão.

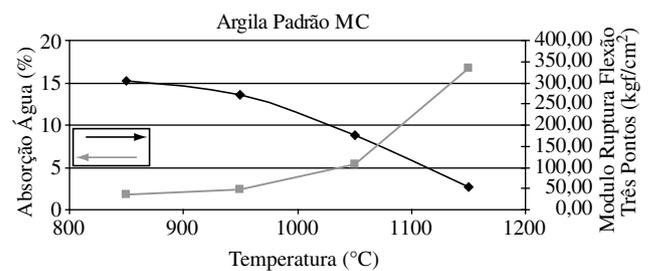


Figura 2. Curva de gresificação da massa cerâmica padrão.

Tabela 2. Módulo de ruptura a flexão em três pontos das amostras estudadas.

Temperatura (°C)	Módulo de Ruptura à Flexão em Três Pontos (MPa)		
	Argila Padrão	3% de Resíduo	5% de Resíduo
850	3,7	3,1	2,5
950	4,9	4,2	4,1
1050	10,7	-	-
1150	33,4	-	-

Tabela 3. Teor de absorção de água das amostras estudadas.

Temperatura (°C)	Absorção de Água (%)		
	Argila Padrão	3% de Resíduo	5% de Resíduo
850	15,2	15,8	16,0
950	13,6	13,8	14,0
1050	8,8	-	-
1150	2,8	-	-

Tabela 4. Retração linear das amostras estudadas.

Temperatura (°C)	Retração Linear (%)		
	Argila Padrão	3% de Resíduo	5% de Resíduo
850	0,4	0,08	0,01
950	1,3	0,9	0,9
1050	4,8	-	-
1150	8,5	-	-

sentido de evitar o descarte do chamote em locais inadequados, bem como na própria redução de áreas desmatadas, que serviriam para novas jazidas de matéria-prima.

Agradecimentos

Os autores desejam expressar seus agradecimentos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, financiadora do projeto de pesquisa nº 864/2003, cujo teor resultou na publicação deste trabalho.

Referências

1. Alves, W. A.; Baldo, J. B. O potencial de utilização de um resíduo argiloso na fabricação de revestimento cerâmico. Parte I – Caracterização. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 2, n. 5/6, p. 38-40, set./dez. 1997.
2. Campelo, N. S. et al. Ensaio tecnológico em cerâmica vermelha do pólo oleiro dos municípios de Iranduba e Manacapuru, AM. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 48., 2004, Curitiba. **Anais...** São Paulo: ABC, 2004. 1-12 p.
3. Costa, J. S. et al. Agregados alternativos para argamassas obtidos de vários resíduos industriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 47., 2003, João Pessoa. **Anais...** São Paulo: ABC, 2003. 1-8 p.
4. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. Projeto Argila. **Relatório Final**. Manaus, 2000. 110 f.
5. Menezes, R. R.; Neves, G. A.; Ferreira, H. C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 303-313, maio/ago. 2002.
6. Modesto, C. et al. Obtenção e caracterização de materiais cerâmicos a partir de resíduos sólidos industriais. **Revista Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 8, n. 4, p. 14-18, jul./ago. 2003.
7. Moraes, M. R. **Reciclagem de resíduos sólidos de indústria de placas cerâmicas: um estudo de caso**. 2002. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2002.
8. Paiva, O. A. et al. Caracterização geotécnica de depósitos quaternários do pólo oleiro dos municípios de Iranduba e Manacapuru, AM. In: SEMINÁRIO GEO-JOVEM, 1., 2004, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABMS/NRSP, 2004. 396-400 p.
9. Seye, O. et al. Melhoria do processo produtivo de cerâmica estrutural como ação mitigadora para estabilização ou redução adicional nas emissões de gases de efeito estufa. Projeto BRA/00/014, Fundo Nacional do Meio Ambiente, Programa de Geração de Conhecimento em Mudanças Climáticas e Desertificação, Programa Brasil-Holanda. **NEFEN/UFAM. Relatório Final**. Manaus, 2003. 200 f.
10. Soares, E. A. A. Os depósitos quaternários na confluência dos rios Negro e Solimões, municípios de Iranduba e Manacapuru, Amazonas. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7., 2001, Belém. **Anais...** Belém: SBG – Regional Norte, 2001. 1-5 p.