

ANÁLISE DA QUALIDADE DE MISTURAS DE ARGILAS PARA A INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA

Francisco Aldo Marceno Maia¹
Alessandra Farias Formiga Queiroga²
Nelly Vanessa Perez Rangel³
Maria Alessandra de Sousa Rios⁴

INTRODUÇÃO

O setor de cerâmica vermelha abrange a área de revestimento, como os ladrilhos, azulejos, materiais para acabamento, e a área de materiais de construção, como as telhas, tijolos etc. (SEBRAE, 2015). A diversidade de produtos cerâmicos fica evidente quando observamos a variedade de materiais que são utilizados na construção civil como blocos, telhas, tijolos, tubos para saneamento e também pelos inúmeros produtos domésticos como painéis de barro e filtros utilizados no dia-a-dia.

Para atender a toda esta demanda de produtos no Brasil, em 2008, a indústria de cerâmica vermelha era formada por 6.903 empresas. Apresentando um faturamento anual de R\$ 18 bilhões, com uma geração de cerca de 290 mil empregos diretos e de 900 mil empregos indiretos, seus produtos, blocos cerâmicos e telhas, representavam cerca de 90% das alvenarias e coberturas construídas no Brasil e possuía um PIB (Produto Interno Bruto) correspondente a 4,8% da indústria da construção civil (ANICER, 2018), o que evidencia a importância do setor na economia nacional.

Diante disto e do elevado consumo de matérias-primas para atingir essa produção é muito importante avaliar os tipos de argilas empregadas pela indústria cerâmica, para ser possível identificar as proporções adequadas das misturas ou traços, entre argila plástica e não plástica, que serão utilizados para o desenvolvimento do produto cerâmico com as características desejadas. Os traços afetam diretamente nas propriedades físicas e, conseqüentemente, nas características do produto final.

De acordo com MOTTA e ZANARDO (2001), a matéria-prima empregada no processo ceramista pode ser classificada em plástica e não plástica, sendo a primeira composta por argila comum, argila plástica e caulim, e a segunda composta, principalmente, por feldspato, filito, talco, etc.

Segundo PRACIDELLI e MELCHIADES (1997) as argilas plásticas (industrialmente conhecida como “argila gorda”) apresentam maiores teores de argilominerais e menores teores de minerais acessórios, com isso, temos uma elevada plasticidade, granulometria fina (grãos abaixo de 2 µm), elevada reatividade química e sinterabilidade, entretanto, as argilas não plásticas (industrialmente conhecida como “argila magra”) apresentam maiores teores de minerais acessórios e menores teores de argilominerais, por isso, temos uma menor plasticidade, granulometria mais grossa e arredondada, menor superfície específica e elevada

¹ Graduado do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará - UFC, aldo_maia@hotmail.com;

² Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PPGEM da Universidade Federal do Ceará – UFC, aleformiga@yahoo.com.br ;

³ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PPGEM da Universidade Federal do Ceará - UFC, nellyvanessaperez@gmail.com ;

⁴ Professora orientadora: Doutora em Química Inorgânica, Universidade Federal do Ceará - UFC, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, alexandrarios@ufc.br

estabilidade térmica. Devido a estas divergências de propriedades entre as argilas plásticas e não plásticas, há a necessidade de realizar uma mistura entre elas para que seja alcançada uma distribuição granulométrica apropriada que atenda às necessidades do produto final.

O uso de uma mistura ideal pode proporcionar ao produto cerâmico as melhores propriedades, que irão assegurar a qualidade do produto e do processo, reduzindo possíveis problemas, oriundos de uma mistura inadequada, que possam vir a causar danos materiais, econômicos e ambientais para a indústria ceramista. Assim o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a qualidade de produtos cerâmicos por meio da análise das propriedades físicas das misturas das argilas plástica e não plástica, nas proporções de 1:1 e 3:2, selecionadas através do cálculo do resíduo bruto.

Assim, as propriedades físicas como a retração linear, absorção de água, porosidade e massa específica foram avaliadas para identificar a mistura de argila escolhida. Um arranjo inadequado pode ocasionar problemas no desenvolvimento dos produtos e processos, como no desperdício de matéria-prima e geração de retrabalho. Assim, a falta de controle dessas propriedades pode gerar prejuízos para a indústria ceramista. Por outro lado, uma boa dosagem da matéria-prima garante eficiência na produção, qualidade do produto e economia de matéria-prima.

Os corpos de prova selecionados foram analisados estatisticamente por meio do teste de Tukey, para todos os ensaios físicos realizados e os que apresentaram melhores resultados, de forma a garantir qualidade, foram com a dosagem de 1:1 (50% de argila plástica e 50% de argila não plástica).

METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram coletadas em uma jazida de Itaitinga-CE, destinadas para fabricação de tijolos vermelhos. Foram coletados 10 kg de argila plástica e 10 kg de argila não plástica, dos quais foram mensurados os teores de fração não argilosa das amostras. As análises foram realizadas em triplicata. Em seguida, utilizou-se a média aritmética ponderada para calcular o percentual de resíduo bruto das misturas.

Foram pesados 500 g de argila forte e argila fraca, cada alíquota foi colocada em um recipiente de metal e levado para uma estufa, onde foram aquecidas a 100 °C por um período de 24 h, para a retirada da umidade. Em seguida foram pesados 100 g de cada argila e realizado o ensaio de resíduo retido em peneira n° 325 (44 µm). O resíduo retido foi seco em estufa a 100 °C por 24 h e a partir deles calculados diversas possibilidades de traços para escolha a ser usada.

Após a determinação dos dois traços (1:1 e 3:2), foram moldados 30 corpos de provas utilizando um molde metálico, 117,4 x 25 x 14,6 mm, e uma prensa hidráulica, marca Potente Brasil. As amostras foram prensadas a 2 ton, equivalente a 11,6 kgf/cm², por um período de 20 s. Logo após, suas dimensões foram mensuradas com um paquímetro digital (150 mm) com precisão de 0,1 mm e seu peso mensurado por uma balança digital (2 kg) com precisão de 0,01 g. Em seguida foram colocados em uma estufa da marca Medclave, por 24 h, à temperatura de 100 °C. A queima foi realizada em um forno elétrico (Linn Elektro Therm), nas temperaturas de 800, 850 e 900 °C, por um período de 1 hora, com uma taxa de aquecimento de 10 °C/min e em seguida, resfriadas em temperatura ambiente. Foram utilizadas cinco amostras para cada temperatura.

Os ensaios realizados foram: Retração linear de queima (RLq); Perda de massa ao fogo (PF); Absorção de água (AA), Porosidade Aparente (PA) e Massa específica aparente (MEA). A retração linear de queima (RLq) é definida por meio da variação dimensional linear (comprimento) dos corpos de prova após a queima, enquanto a perda de massa ao fogo (PF),

segundo DUTRA (2007), é a variação de massa que o corpo de prova sofre ao longo do processo de queima.

A absorção de água corresponde à porcentagem de água absorvida pelo corpo de prova queimado, ou seja, é a massa do corpo de prova saturado. Os corpos de prova são pesados e submersos em água por 24 h, após isso, o excesso de água superficial é removido e o corpo de prova pesado novamente, com esses valores são calculados a AA de acordo com a ABNT NBR 15270-3 (2017).

Segundo MENEZES e VARELA (2016) a porosidade aparente é o percentual de poros abertos após a sinterização dos corpos de prova em relação ao seu volume total, assim, para o cálculo da PA os corpos de prova após a queima são pesados, submersos em água por 24 h e em seguida pesados, por meio de uma balança hidrostática. Com esses resultados e os de absorção de água são calculados a PA.

Quanto a massa específica aparente, esta é a relação entre a massa do corpo de prova seco e seu volume, considerando os poros que são permeáveis à água, ou seja, é a relação da massa com as partículas e os poros, que são calculadas usando a massa do corpo de prova úmido, após a queima e imerso.

Os resultados foram tabelados e analisados de acordo com parâmetros obtidos na norma ABNT NBR 15270. Todos os dados foram avaliados pela Análise de variância (ANOVA) e teste Tukey ao nível de confiança de 95 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos de resíduo bruto dos dois tipos de argila foram calculados o percentual de resíduo bruto de cada um dos traços 1:1, 2:1, 3:1, 3:2, 5:2, 7:2 e 7:3 e com isso foram escolhidos de forma experimental os dois que apresentaram os maiores percentuais de resíduo para ser feito os ensaios tecnológicos. Assim, os demais ensaios foram realizados para os traços de 1:1 e 3:2, que apresentaram valores de 32,46% e 28,59% de resíduo bruto, respectivamente.

De acordo com os ensaios realizados de retração linear de queima, os resultados mostram que os traços 1:1 e 3:2 não apresentaram diferença significativa nas sinterizações 800-850 °C, porém, ocorre diferença significativa entre 800-900 °C e 850-900 °C, baseado no teste de Tukey. Comparando os dois traços, em suas respectivas temperaturas de queima, verificamos que não ocorreram diferenças significativas, ou seja, os dois apresentaram, estatisticamente, as mesmas retrações lineares de queima.

Na perda de massa ao fogo, os resultados demonstram que para o traço 1:1 não houve diferença significativa nas sinterizações 800-850 °C, porém ocorre diferença significativa entre 800-900 °C e 850-900 °C. Para o traço 3:2 não ocorreram diferenças significativas nas sinterizações 850-900 °C, porém ocorre diferença significativa entre 800-850 °C e 800-900 °C.

Comparando os traços percebemos que na sinterização a 800 °C houve uma diferença significativa na perda de massa nos dois, porém nas sinterizações 850 °C e 900 °C não ocorreram diferenças significativas de perda de massa. Estes resultados estão de acordo com DUTRA (2007), que observou que o aumento da temperatura provoca o aumento da perda de massa, sendo que as massas cerâmicas com maior teor de argila forte apresentam estabilização na perda de massa em temperaturas mais baixas, enquanto as massas cerâmicas com menor teor de argila forte apresentam estabilização na perda de massa em temperaturas mais elevadas.

No ensaio de absorção de água, quando comparados os resultados dos traços 1:1 e 3:2, percebemos que os traços 1:1 sinterizados a 850 °C e 900 °C e o traço 3:2 sinterizado a 900 °C não apresentaram diferenças significativas entre eles, além disso, foram os que

apresentaram as menores absorções, logo são os mais adequados para a produção. Segundo MASSON et al. (2016), quanto maior o teor de água absorvida, maior a probabilidade de patologias ocorrerem nos produtos finais, pois com o aumento da umidade temos a expansão da peça e quando seco a retração, esta oscilação pode ocasionar em fissuras e trincas no produto final. O índice de absorção de água para tijolos cerâmicos deve estar entre 8 % e 25 %, com isso todas as amostras em estudo estão de acordo com a exigência da norma ABNT NBR 15270-1 (2017).

Com os resultados obtidos no ensaio de porosidade aparente percebeu-se que apenas os traços 1:1 sinterizados a 850 e 900 °C e o traço 3:2 sinterizado a 900 °C não apresentaram diferenças significativas, além disso, foram os que apresentaram a menor porosidade aparente. De acordo com isto, observou-se que há uma relação direta da porosidade aparente a absorção de água, isto se comprova ao apresentar uma tendência linear decrescente dos resultados nos traços 1:1 e 3:2 ao aumentar a temperatura. De maneira geral, o aumento de argila forte provocou o aumento na porosidade da peça.

No tocante a massa específica aparente (g/cm^3), os resultados demonstram que para o traço 3:2 houve diferença significativa de massa específica aparente, nas sinterizações 800-850 °C, 800-900 °C e 850-900 °C. Enquanto que os traços 1:1 sinterizados a 850 °C e 900 °C e o traço 3:2 sinterizado a 900 °C não apresentaram diferenças significativas, além disso, foram os que apresentaram o maior valor de massa específica aparente. Esses resultados estão de acordo com os dados de absorção de água e de porosidade aparente, pois observamos que com o aumento de massa específica obtivemos uma diminuição da porosidade e de absorção de água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente a importância do estudo nas misturas de argilas para produção de peças cerâmicas de qualidade, pois variáveis como percentual de resíduo bruto da massa e temperatura de queima afetaram nitidamente as propriedades físicas das amostras. Muitos autores analisaram a composição das massas cerâmicas considerando variáveis como curvas de consistência (MORENO, 2016), composição granulométrica (PRACIDELLI, 1997) e plasticidade (ANDRADE, 2009), entretanto sob esse ponto de vista pouco se foi encontrado.

Como o cálculo do resíduo bruto pode ser realizado dentro da própria empresa, determinar valores padrões para suas argilas facilitam no processo de preparação da massa semanalmente e isto evita retrabalho e perdas de matérias primas. Neste estudo foi avaliado o uso de duas misturas com resíduo bruto de 32,46 % (misturas de argilas 1:1) e 28,59 % (mistura de argilas 3:2), variando a temperatura de queima em 800, 850 e 900 °C.

De acordo com os resultados pode-se concluir que o aumento da temperatura de sinterização, causa um aumento na retração linear de queima para ambos os traços. Desta forma uma menor temperatura de sinterização é mais desejável, pois haverá uma menor probabilidade de formarem trincas, além de conferir uma melhor estabilidade dimensional e economia de combustível na queima.

No que se refere a absorção de água, todas as amostras ficaram dentro das tolerâncias (8% a 25%) estabelecidas pela norma NBR 15270: Tijolos Cerâmicos para Alvenaria Estrutural e de Vedação. Entretanto, as amostras que continham maior quantidade de argila forte, em temperaturas mais baixas de queima (800 e 850 °C), e a amostra com maior teor de argila fraca, em temperatura baixa (800°C), apresentaram uma maior absorção de água, uma maior quantidade de poros e menor massa específica. Apesar de todas as amostras estarem de acordo com a NBR 15270, os traços que deverão ser escolhidos serão os que apresentarem os menores teores de absorção de água e retração linear de queima, pois dessa forma haverá uma menor probabilidade de patologias, e uma menor variação dimensional.

De acordo com a Análise de variância (ANOVA), o traço de melhor qualidade foi o de 1:1, sinterizado a 850 °C, pois apresentou uma menor retração linear de queima, baixa porosidade aparente, baixa absorção de água e maior massa específica aparente, com isso, o produto final apresentará uma menor variação dimensional e sofrerá um menor efeito de expansão e contração com a umidade ambiente.

Dessa forma, usar uma temperatura queima superior ou inferior poderá acarretar perdas de produção e/ou aumento de consumo de biomassa no processo de queima sem a devida necessidade.

Palavras-chave: Cerâmica Vermelha, Argila, Absorção de água, Sinterização.

REFERÊNCIAS

- _____. NBR 15270: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ANDRADE, Felipe Lira Formiga. **Estudo da formulação de massas cerâmicas provenientes da região do Seridó-RN para fabricação de telhas**. 2009. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIA CERÂMICA – ANICER. **www.anicer.com.br**. Consultado em 03/09/2018.
- DUTRA, R.P. S. **Efeito da velocidade de aquecimento nas propriedades de produtos da cerâmica estrutural**. 2007, 138p. Tese (Doutorado em engenharia e Ciência dos Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN/PPgCEM, Natal-RN.
- MASSON, A. C.; RENZI, G.; SANTOS, S.; FLORIANI, R., **Absorção de água em tijolos**. Revista Maiêutica, Indaial, v. 2, n. 1, p. 7-24, Santa Catarina, 2016.
- MENEZES, J. N.; VARELA, D.L.V.; VARELA, M.L., **Avaliação da porosidade aparente e absorção de água da massa cerâmica para porcelanato em função da incorporação de resíduo de caulim**. Natal, 2016.
- MORENO, M. M. T. et al. Caracterização de argilas e composição de massas cerâmicas preparadas com base na análise de curvas de consistência de misturas argila-água. **Cerâmica**, v. 62, p. 21-31, 2016.
- MOTTA, J. F. M.; ZANARDO, A.; CABRAL JR. M. **As matérias-primas cerâmicas. Parte I: O perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos**. **Cerâmica Industrial**, v6, p.28-29, 2001.
- PRACIDELLI, S.; MELCHIADES, F. G. **Importância da composição granulométrica de massas para cerâmica vermelha**. **Cerâmica Industrial**, v-2, p. 1-4, 1997.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Boletim de inteligência: Cerâmica vermelha**. 2015.