

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA: SISTEMA DE PREPARAÇÃO MECÂNICA DE MASSA CERÂMICA ADOTADA EM INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA NO MUNICÍPIO DE RUSSAS¹

José Silvio Veras Albuquerque.²

Paulo Demétrios da Silva Lima²

Francisco Heury Fernandes da Silva³

Maria de Fátima Bessa Torquato⁴

Renata Lima Gonçalves⁵

Resumo

A atividade produtiva do setor cerâmico na região do Baixo Jaguaribe, em especial no Município de Russas, teve início à cerca de 50 anos quando se descobriu sua potencialidade para a extração de argilas. A conformação de peças cerâmicas requer um processo de preparação que assegure uma massa cerâmica com composição uniforme de minerais. O teor de umidade deve estar dentro de uma faixa bem determinada e com distribuição homogênea, ausência de torrões de argila, pedriscos, raízes de vegetais ou outros corpos estranhos. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade dos produtos de cerâmica vermelha através de análises de matéria prima.

Palavras-chave: Cerâmica; Argila; Massa cerâmica.

TECHNOLOGICAL INNOVATION: MECHANICAL SYSTEM OF MASS TREATMENT USED IN BRICK AND TILES INDUSTRY OF RUSSAS REGION

Abstract

The ceramic production in the Baixo Jaguaribe Region, especially in Russas Region, has begun 50 years ago when was discovered the extraction clay potential. The brick and tile conformation need a process that can guarantee a uniform mineral composition. The degree of humidity has to be in a determined range with homogeneous distribution, without clay turfs, plants roots, little stones and any other strange bodies. The objective of this study is making an evaluation of the quality of brick and tile products using clay analyses.

Key words: Ceramics; Clay; Clay mass.

¹ *Contribuição técnica ao 64º Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Doutorando, Depto. de Engenharia e Ciência de Materiais, UFC – Fortaleza. albuquerque@metalmat.ufc.br*

³ *Mestre, Núcleo de Tecnologia Industrial, NUTEC*

⁴ *Doutora, Núcleo de Tecnologia Industrial, NUTEC*

⁵ *Aluna graduação, Universidade Federal do Ceará.*

1 INTRODUÇÃO

A atividade produtiva do setor cerâmico na região do Baixo Jaguaribe, em especial no Município de Russas, teve início a cerca de 50 anos quando se descobriu a potencialidade da região para a extração de argilas, uma vez que esta cidade se situa em plena bacia sedimentar do Rio Jaguaribe. Essa área é naturalmente propícia ao acúmulo de minerais de formação secundária. No caso as argilas, durante os períodos chuvosos quando o rio transporta grande quantidade de sedimentos. Este fato natural estimulou a população local a aproveitar esta matéria prima para a fabricação de produtos de cerâmica, inicialmente de forma totalmente artesanal, hoje com novos processos tecnológicos de modo industrial. Nesta região as argilas presentes não mostram uma composição mineralógica homogênea uma vez que constituem depósitos secundários, ou seja, a matéria prima ali existente não foi formada *in situ*, mas sim transportada, de muitos quilômetros de distância, em suspensão, pelas águas do rio Jaguaribe, e depositadas em calhas e nas planícies de inundação ao longo do curso inferior do rio.

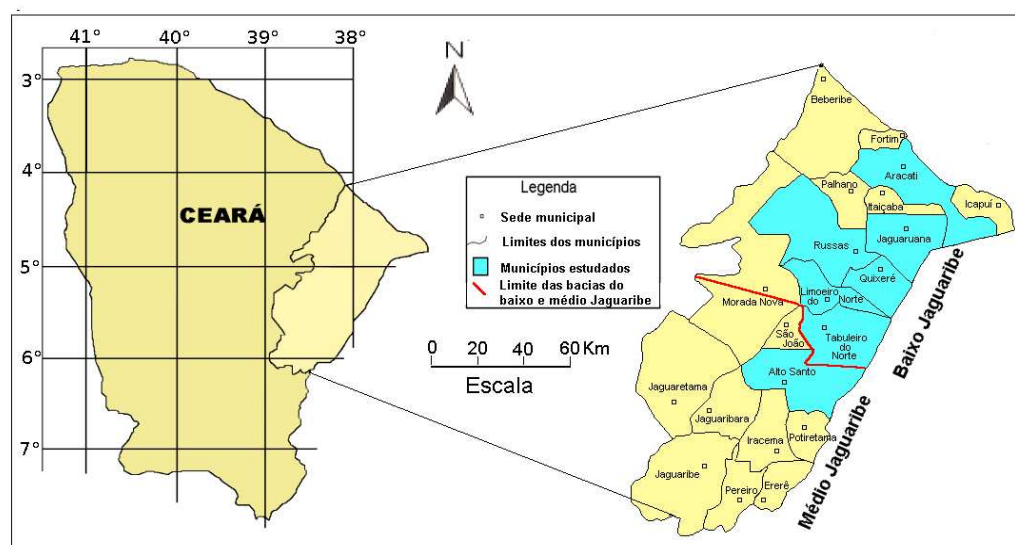


Figura 1- Mapa de localização da região do médio-baixo Jaguaribe com destaque para os municípios de maior produção de produtos cerâmicos.

A Figura 1 mostra a região do Baixo Jaguaribe no estado do Ceará. É constituído de vinte (20) municípios e se encontram a margem do Rio Jaguaribe. Nessa foto podemos ver destacados alguns municípios de maior concentração de indústrias cerâmicas. Dentre esses municípios o de Russas é de longe o maior produtor de telhas da região. Aos arredores da cidade se estabeleceram mais de cinquenta fábricas. Mais de noventa por cento dessas empresas fabricam exclusivamente telhas coloniais. Apenas duas delas estão fabricando telhas prensadas.

Os materiais cerâmicos geralmente são fabricados a partir da composição de duas ou mais matérias-primas, além de aditivos e água ou outro meio. Mesmo no caso da cerâmica vermelha, para a qual se utiliza apenas argila como matéria-prima, dois ou mais tipos de argilas com características diferentes entram na sua composição. Raramente emprega-se apenas uma única matéria-prima. Dessa forma, uma das etapas fundamentais do processo de fabricação de produtos

cerâmicos é a dosagem das matérias-primas e dos aditivos, que deve seguir com rigor as formulações de massas, previamente estabelecidas. Os diferentes tipos de massas são preparados de acordo com a técnica a ser empregada para dar forma às peças.⁽¹⁾

As argilas devem ser dosadas a fim de apresentarem plasticidade adequada à extrusão quando úmidas, mínima retração durante a secagem máxima resistência após secagem e após queima. Nas indústrias de cerâmica vermelha é freqüente, por esses motivos, a mistura de argilas duras (ilitas) com argilas plásticas (argilas de várzea).⁽²⁾

A operação de conformação das peças cerâmicas requer um processo de preparação que assegure uma massa cerâmica com composição de minerais uniformes, com um teor de umidade dentro de uma faixa bem determinada e com distribuição homogênea, ausência de torrões de argila, pedriscos, raízes de vegetais ou outros corpos estranhos.

A maior parte dos defeitos encontrados nos produtos de cerâmica vermelha é devida à falta de preparação da matéria-prima. Assim, estes defeitos propagam-se em todas as etapas do processo de fabricação, muitas vezes confundindo o ceramista que não consegue identificar as causas dos mesmos.⁽³⁾

A preparação da massa cerâmica é completada por operações mecanizadas em linha de produção contínua, utilizando-se de equipamentos denominados misturadores e laminadores com o transporte da massa cerâmica realizado por esteiras transportadoras acionadas por motores elétricos.

O misturador que é constituído de uma bacia com formato semicilíndrico construída com chapas e perfis de aço, disposta horizontalmente no sentido longitudinal com dois eixos paralelos dotados de palhetas que promovem o revolvimento da massa cerâmica ao mesmo tempo em que a desloca para o extremo oposto ao que entrou na bacia. A massa cerâmica no seu deslocamento ao longo do misturador recebe esguichos de água com vazão controlada manualmente por válvulas (torneiras). Assim, além de contribuir com a homogeneização da composição da massa cerâmica, no misturador é complementada a umidificação adequada para a posterior conformação das peças cerâmicas (moldagem).

A etapa complementar da preparação da massa é levada a efeito por laminador, que é uma máquina semelhante a britador ou moinho de rolos com disposição horizontal, é alimentado com a massa cerâmica pela parte superior entre os dois rolos, com a descarga pela sua parte inferior. Essa máquina promove a cominuição de pequenos torrões, raízes de vegetais ou pedriscos presentes na massa cerâmica, e promove uma melhor distribuição da água de moldagem nessa massa, contribuindo com o melhor desempenho do processo subsequente de conformação das peças cerâmicas. Os rolos dessas máquinas têm as distâncias entre si reguláveis para controlar o grau de cominuição desejado, e são acionados por motores elétricos.

Este trabalho tem como objeto, principal, avaliar o sistema de preparação mecânica de massa cerâmica implantado numa indústria ceramista situada em Russas - Ce, através dos ensaios de caracterização da matéria-prima e dos produtos acabados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A Figura 2 mostra como é realizado o processo de extração de argila no município de Russas. A extração de argila nesse município é semelhante para a maioria das empresas que ali se estabeleceram. A pá mecânica cava o solo argiloso e este é levado em caminhões para as indústrias. Normalmente são utilizados dois tipos de argila com características diferentes de granulometria. O motivo do uso de duas argilas, às vezes três, é de se conseguir uma composição que facilite o processamento de cominuição, molhamento, e, principalmente, extrusão. A argila com o teor mais elevado de sílica é comumente chamado de puagem, argila fraca ou argila magra.



Figura 2. Extração de argila numa lavra em Russas.

Na indústria de cerâmica vermelha estudada, localizada no município de Russas, foi adotado um sistema de preparação mecânica de massa inovador. O sistema de preparação em pauta, consiste no uso de um caixão alimentador que recebe a mistura de argilas da etapa de pré-preparação, e que alimenta através de esteira transportadora um laminador com abertura entre rolos de cerca de 3 mm a 4 mm para executar a cominuição inicial da mistura de argilas, e que por sua vez alimenta através de esteira transportadora, um misturador dotado de esguichos de água com vazão controlada por válvulas de operação manual. O material processado no misturador é recebido numa esteira transportadora, que alimenta um segundo laminador. Esta máquina deverá operar com os rolos distanciados de no máximo 2 mm, e assim garantir uma boa laminação da massa cerâmica. O material descarregado desse laminador é retirado por uma esteira transportadora móvel, que pode descarregar a massa cerâmica em diferentes posições de um silo de estocagem intermediária da massa cerâmica, que permanecerá em condicionamento por um período de tempo não inferior a 48 horas. A massa cerâmica após o condicionamento no silo será carregada em um outro caixão alimentador que opera em linha com um misturador dotado de esguichos de água, operados manualmente por válvulas. A partir desse misturador a massa cerâmica é conduzida diretamente para a extrusora por esteira transportadora.

Para avaliar a influência do processo produtivo na qualidade de preparação mecânica de massa, foram feitos ensaios de caracterização com a mistura preparada: resíduo retido em peneira, retração linear após queima. Também foram realizados ensaios tecnológicos de resistência mecânica, absorção de água e sonoridade em corpos-de-prova (telhas), segundo a norma brasileira.⁽⁴⁾

A metodologia dos ensaios de caracterização e físico-mecânicos é descrita a seguir com objetivo de explicar detalhadamente as etapas que os envolveram.

2.1 Resíduo Retido em Peneira

O procedimento de análise de resíduo retido em peneira é semelhante ao de peneiramento. Uma peneira padrão é normalmente usada como referência. As mais comuns são as seguintes malhas: 325 mesh, 200 mesh e 100 mesh. O peneiramento é feito por via úmida.

O ensaio de retido em peneira é realizado da seguinte forma:

- seca-se uma amostra de argila com massa superior a 200 g;
- pesa-se a quantidade de 200 g de amostra secada;
- peneira-se o material por via úmida;
- seca-se o resíduo obtido;
- pesa-se o resíduo; e
- calcula-se o percentual de retido em peneira.

A secagem das amostras é realizada a 100°C por duas horas em estufa com convecção forçada. A pesagem é realizada em balança com pelo menos uma casa decimal em gramas.

O cálculo de percentual de retido de peneira é realizado com a seguinte fórmula:

$$\%RP = \frac{MR}{MS} \times 100$$

Onde:

MR é a massa obtida de resíduo após peneiramento e secagem;

MS é a massa da amostra inicialmente secada e pesada (é comum utilizar o valor de 200 g, entretanto não é um valor necessariamente fixo. Qualquer outro valor de massa inicial pode ser utilizado).

2.2 Retração Linear de Queima

Foram moldados cinco corpos de prova por prensagem em formatos prismáticos com as seguintes dimensões: 150 mm x 25 mm x 20 mm. Foi aplicada uma carga de 10 toneladas para se efetuar a prensagem. A confecção desses corpos de prova foi realizada com a adição de aproximadamente 15% de água. Após a moldagem as peças foram secas em estufa a 100°C por 6h. Uma vez secas, mediu-se o diâmetro ou o comprimento de cada uma delas. Posteriormente, essas amostras foram submetidas ao ciclo de queima a temperatura de 950°C com velocidade de aquecimento de 5°C/min. Finalmente foi medido o diâmetro ou o comprimento dos corpos-de-prova queimados, anotando-se o valor médio.

A retração linear de queima é calculada a partir da equação:

$$RL = \frac{(L_s - L_q)}{L_s} \times 100$$

Onde:

RL= Retração linear (%);

Ls = Diâmetro ou comprimento do corpo-de-prova seco (mm);

Lq = Diâmetro ou comprimento do corpo-de-prova queimado (mm).

2.3 Ensaio Tecnológicos

A qualidade do produto cerâmico estrutural está diretamente ligada as suas propriedades tecnológicas como absorção de água (AA), resistência mecânica (TRF) e sonoridade. A norma da ABNT 15310, de 2005, é responsável pela normalização de telhas. A tabela abaixo mostra os parâmetros da AA, TRF e Sonoridade segundo a ABNT:

Tabela 1 – AA, TRF e Sonoridade para telha

Tipo de cerâmica	Absorção de água (AA)	Carga de ruptura à flexão (TRF)	Sonoridade
Telha	Máximo 20%	Mínimo 100 kgf	Metálica

2.3.1 Absorção d'água (AA)

A absorção de água quantifica a porosidade do produto cerâmico. O ensaio é realizado em todas as amostras de produtos, de acordo com a NBR 15310/2005.

Após secagem, queima e resfriamento, os corpos de prova foram pesados e em seguida colocados em um recipiente com água à temperatura ambiente durante 24 horas, mantido o nível de água sempre acima dos corpos de prova. O peso emerso foi determinado depois que o excesso de água foi eliminado da superfície dos corpos de prova com um pano úmido.

A absorção de água, AA, expressa percentualmente, é o quociente entre a massa absorvida pelo corpo-de-prova saturado de água e a massa da telha. O valor da absorção de água se obtém mediante a expressão:

$$AA = \frac{M_u - M_s}{M_s}$$

Onde:

AA = Absorção de água (%);

M_u = Massa da amostra Úmida (g);

M_s = Massa da amostra seca (g).

2.3.2 Tensão de ruptura a flexão

O ensaio de TRF tem por finalidade medir a resistência mecânica dos corpos de prova. O cálculo da TRF é feito de acordo com a Equação:

$$TRF \text{ (kgf/cm}^2\text{)} = \frac{3 \times P \times L}{2 \times b \times h^2}$$

Onde:

P= carga de ruptura, em kgf;

L= distância entre os apoios dos corpos de prova, em centímetros;

b = largura do corpo de prova, em centímetros;

h = altura do corpo de prova, em centímetros;

Para o ensaio de TRF, os corpos de prova tiveram suas dimensões (L, b e h) medidas com paquímetro e submetidos ao rompimento em Analisador de Resistência à Flexão (Modelo BP/20, Fabricado pela BP Engenharia). Nesse equipamento coloca-se o corpo de prova sobre dois pontos de apoio, de forma que a

face maior fique apoiada sobre os mesmos e aplica-se uma carga na parte central até que os corpos de prova se rompam.

2.3.3 Sonoridade

A telha deve apresentar som semelhante ao metálico, quando suspensa por uma extremidade e percutida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises realizadas na matéria-prima e produto da empresa estudada estão dispostas na Tabela 1. Nessa tabela são mostrados resultados compatíveis com a qualidade exigida para o produto fabricado, a telha colonial.

Tabela 1. Resultados de Análises na Matéria prima e produto

Análises avaliadas	Resultados
Argila – retido em peneira de #325 (%)	8,57
Puagem – retido em peneira de #325 (%)	68,89
Proporção a ser misturada (em volume) A/P	3/1
Percentual de retido na mistura %	23,65
Percentual de retido na mistura na empresa %	25,02
Temperatura de queima °C	950
Retração linear %	5,0
Absorção de água	9,0
Carga de ruptura (kgf)	150
Som	metálico

Ensaio realizado no laboratório de materiais do Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC.

Os valores de referência utilizados para preparação de massa, foram os valores propostos pelo NICE-2005,^{*1} que considera como ideal (24%-26%) de retido em peneira após a mistura, para que uma mistura possa ser utilizada para conformação de telhas. No caso da empresa estudada o retido na peneira de malha #325 ficou em 25,02%. Aparentemente um fato teoricamente simples, entretanto, esse resultado mostra como o processamento de preparação de massa se mostrou eficiente para a empresa estudada, tendo em vista que os valores de retido de peneira para as duas matérias primas utilizadas são bastante diferentes.

Os resultados mais importantes são a resistência a flexão, absorção de água e sonoridade realizada nas telhas. Obteve-se uma média de 150 kgf no ensaio de resistência a flexão, absorção de água bem abaixo do limite máximo aceito pela norma e sonoridade de acordo com norma brasileira . Como se pode observar, todos os produtos pesquisados atendem às normas da ABNT, com qualidade bem superior ao exigido, evidenciando a boa qualidade da massa preparada na indústria pesquisada.

A distribuição granulométrica de uma argila é bastante variável para as argilas de formação secundária. O retido de peneira é uma forma de se verificar a homogeneidade das argilas do produto e nas argilas de mistura. Obviamente é necessário que se realize uma amostragem representativa.

Tal procedimento serve para se poder ter um controle sobre as misturas das argilas. Para cada tipo de produto e processo haverá uma melhor faixa de retido de

^{1*} site desenvolvido pela Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial – NUTEC com dados colhidos no projeto PADCT. 2000 – 2005. (www.nutec.ce.gov.br/nice)

peneira. Normalmente para processos de fabricação de blocos cerâmicos de vedação, no estado do Ceará, uma média de aproximadamente 30% foi encontrada. Para telhas cerâmicas a média encontrada foi de 25%.⁽⁵⁾

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse artigo foi fruto de uma atividade desenvolvida pelo Projeto Arranjo Produtiva Local de Base Mineral da Cerâmica Vermelha do Baixo Jaguaribe - Ceará, que abrange os municípios de Tabuleiro do Norte, Russas, Limoeiro do Norte, Alto Santo, Jaguaruana, Quixeré e Aracati. Esses municípios foram selecionados devido aos seus posicionamentos nas várzeas ou margens do Baixo Jaguaribe que apresenta um grande potencial de matérias-primas para o desenvolvimento da cerâmica vermelha. Dentre as localidades citadas destacam-se os municípios de Russas e Limoeiro do Norte cada um deles com cerca de sessenta mil habitantes e com a sua economia baseada predominantemente no desenvolvimento do setor mineral, mais especificamente, na extração e beneficiamento de argilas para indústrias de cerâmica vermelha.

Porém, junto com esse desenvolvimento, veio uma exploração desordenada dos depósitos de argila presentes na região, causando significativos impactos ambientais, principalmente de solo. Isso porque, essa extração é feita sem nenhum critério técnico. Com isso há uma produção de fortes impactos ambientais, dentre outros problemas que sem dúvida comprometem a sobrevivência das mesmas. A falta de conhecimento geológico do potencial de matéria-prima existente na região, assim como a legalização das jazidas pode ser considerada fatores relevantes que entravam o desenvolvimento dessas empresas.

Muitas das argilas extraídas na região estudada apresentam uma grande quantidade de concreções minerais de grandes dimensões: sílica, carbonatos e minerais ferrosos. Essa inovação realizada na empresa estudada se mostra eficaz na utilização integral dos potenciais de extração de argilas visto que sana esse problema com o devido tratamento. O que ocorre em outras empresas é o descarte da argila após ter havido a escavação do solo.

Outro estudo que se encontra em desenvolvimento mostrará a redução do número de perdas na produção devido à preparação mais adequada da massa.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Josileido Gomes que realizou os ensaios no laboratório de materiais do Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC.

REFERÊNCIAS

- 1 MOTTA J. F. M., ZANARDO A., CABRAL M.J., As Matérias-Primas Cerâmicas. Parte I: O Perfil das Principais Indústrias Cerâmicas e Seus Produtos, Revista cerâmica Industrial, 2001. p. 29 e 32.
- 2 IOSHIMOTO, E. & THOMAZ, E. Materiais cerâmicos para construção civil. São Paulo: USP, 1990. 102 p.
- 3 FONSECA, J. F.; FERNÁNDEZ, T. H.; BERNARDIN, A. M. Manual para a produção de cerâmica vermelha. Florianópolis: UFSC/SEBRAE, 1994. 81 p.
- 4 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.310: Telhas: Especificação. Rio de Janeiro, 2005.
- 5 Projeto PADCT 2000. Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Estado do Ceará – NUTEC.2005.(www.nutec.ce.gov.br/nice).