

## **A INDÚSTRIA CERÂMICA ESTRUTURAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE E SEU PROCESSO PRODUTIVO**

G. C. Luna da Silveira<sup>1</sup>, R. G. Sallet<sup>2</sup>, W. Acchar<sup>3</sup>, U. U. Gomes<sup>4</sup>

1,3,4 – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Campus Universitário, s/n, CEP 59.072-970 - Natal-RN

E-mail: glebacoelli@hotmail.com

E-mail: acchar@dfte.ufrn.br

E-mail: umbelino@dfte.ufrn.br

2 – Departamento de Geologia. Programa de Pós-Graduação em Geociências. CCET-UFRN - Natal-RN

E-mail: sallet@geologia.ufrn.br

### **RESUMO**

A indústria cerâmica estrutural do Estado do Rio Grande do Norte é conhecida como uma indústria de estrutura física ainda de certa forma rudimentar, sendo composta por dois galpões, um que será utilizado para estocagem da matéria-prima, e o outro onde serão colocadas às máquinas responsáveis pela produção. No Estado do Rio Grande do Norte, é possível encontrar olarias, cerâmicas pequenas e até algumas cerâmicas que chegam a ter em sua estrutura física um escritório, oficina, mercearia, banheiros e um pequeno refeitório para seus funcionários. O processo produtivo é composto por oito etapas. a) Alimentador ou dosador; b) O destorreador; c) O desintegrador; d) O misturador; e) O laminador; f) A secagem; g) A queima; h) O forno. Quase todas as indústrias de cerâmica estrutural estão situadas dentro da própria propriedade, porém ainda existe um pequeno percentual que produz dentro do sistema de arrendamento, onde estão inclusos, às máquinas e os equipamentos.

**PALAVRAS CHAVES:** Indústria Cerâmica, Processo Produtivo, Argilas.

## **I. INTRODUÇÃO**

### **1.1. Indústria Cerâmica Estrutural no Estado do Rio Grande do Norte**

Como definição, pode-se dizer que a indústria cerâmica vermelha ou estrutural no estado é conhecida como, uma indústria de estrutura física bem rudimentar, que em geral é composta por galpões sendo um para o material estocado e o outro para colocação das máquinas que executarão a produção.

A indústria cerâmica vermelha ou estrutural no Estado do Rio Grande do Norte, dentro de sua estrutura física é constituída, principalmente, por dois galpões. Nestes, encontram-se várias prateleiras para secagem e alguns fornos. Também é de suma importância a existência de uma área descoberta para que a matéria-prima e a lenha sejam armazenadas, pois este ainda é o principal combustível utilizado. Durante o verão, onde nesta região o sol predomina por quase todo ano, parte da área passa a ser utilizada para a secagem dos produtos, onde todos são espalhados no espaço determinado. No Estado do Rio Grande do Norte, pode-se encontrar olarias, cerâmicas pequenas e até algumas cerâmicas que chegam a ter em sua estrutura física um escritório, oficina, mercearia, banheiros e um pequeno refeitório para seus funcionários. Cerca de 98,78% (Diagnóstico da Indústria Cerâmica do RN, 1989) das empresas está situada dentro da própria propriedade, enquanto 1,22% (Diagnóstico da Indústria Cerâmica do RN, 1989) produz dentro do sistema de arrendamento, estando incluídos af às máquinas e os equipamentos.

Dentro do processo de produção das indústrias de cerâmicas vermelha ou estrutural, a queima dos materiais nos fornos é feito à base de lenha. Mesmo que os fornos tenham sido projetados para que o combustível sólido fosse utilizado, hoje é perfeitamente possível fazer modificações nos mesmos e substituir a lenha por combustíveis líquidos ou gasosos. Devido ao desmatamento irracional feito pelo homem, num futuro bem próximo a indústria cerâmica estará passando por uma grande crise no abastecimento de combustível (lenha) não só no Estado do Rio Grande do Norte como em todo o país. De acordo com pesquisa realizada pelo SEBRAE / RN, 86,59% dos ceramistas compram a lenha de terceiros o que leva a grande aumento de custo da produção, e apenas 13,41% produz sua própria lenha. Mesmo que grande parte da lenha seja comprada, cerca de 70,73% encontra dificuldades em adquiri-la devido aos rigores da fiscalização por parte dos fiscais do IBAMA, sem falar no problema da escassez, do preço, da distância e do transporte da lenha.

Já o emprego da energia elétrica como combustível não seria viável economicamente. Mesmo que hoje em dia isto seja possível, as modificações que precisariam ser feitas nos atuais equipamentos, a necessidade de construir subestações e distribuir a energia elevaria por demais o custo operacional, sendo superior a qualquer outro combustível alternativo.

Numa indústria cerâmica que possua uma capacidade média mensal para produzir 100.000 tijolos (Diagnóstico da Indústria Cerâmica do RN, 1989) serão consumidos cerca de 110.000 KWh/mês (Diagnóstico da Indústria Cerâmica do RN, 1989), que serão utilizados apenas na secagem e queima dos tijolos. Para tal seria necessário que a subestação tivesse uma capacidade de no mínimo 180 KVA (Diagnóstico da Indústria Cerâmica do RN, 1989). Apenas uma pequena quantidade da energia elétrica é utilizada na iluminação da indústria cerâmica, pois ela está em grande parte voltada para acionar as máquinas e os equipamentos. A empresa que abastece de energia elétrica a indústria cerâmica no estado era a COSERN, Companhia Energética do Rio Grande do Norte hoje conhecida como Grupo IBERDROLA. Cerca de 78,05% das indústria cerâmicas do estado são abastecidas diretamente pela COSERN e 21,95% são abastecidas pela Cooperativa de Eletrificação Rural, que presta serviço de manutenção aos seus associados. Uma pesquisa feita pelo SEBRAE/RN, informou que de 35,37% das indústrias cerâmicas, cerca de 68,16% das empresas são atingidas com frequência, pelas paradas de energia que prejudicam o processo de produção, e cerca de 24,14% apresentam problemas decorrentes da fraca potência, impedindo que as máquinas, isto é o caixão alimentador, o destorroador, o desintegrador, o misturador, o laminador, o extrudor e por fim os fornos, executem sua produção máxima, podendo até causar sérios prejuízos como a queima de equipamentos,

Outro substituto da lenha bem considerado é o óleo combustível, que por sua vez não apresenta problemas de ordem técnica e as modificações que devem ser efetuadas nos fornos seriam pequenas, não causando muitos gastos nem tão poucos investimentos elevados. Nos fornos contínuos tipo Hoffmann, a injeção é feita em intervalos regulares, sobre uma pilha do próprio material em processo de queima, com isso evita-se uma chama contínua de elevada temperatura que poderia super queimar a carga e as bocas dos maçaricos. Outro eficiente substituto da lenha consumida pelo setor cerâmico é o bagaço da cana de açúcar que resulta do beneficiamento da mesma nas usinas e destilarias do estado. Porém, para transformar seu uso viável, é necessário a correção de alguns problemas relativos à queima direta do bagaço. Nos atuais fornos, sem as modificações necessárias nas dimensões das fornalhas, os problemas de queima do bagaço e a melhor queima deste seria resolvido se houvesse o beneficiamento do bagaço a granel. Além deste, outros fatores causam problemas como o transporte e a estocagem do bagaço a granel nas indústrias cerâmicas, isto devido ao elevado custo do transporte e a área coberta necessária para a estocagem.

Outro recurso energético é o carvão, que no caso da indústria cerâmica vermelha ou estrutural devemos considerar dois tipos básicos: O carvão vegetal e o carvão mineral. Sabe-se que o processo de fabricação do carvão vegetal ocorre através da carbonização da madeira, assim podemos entender o quanto ela está subordinada ao consumo da lenha. Em geral, os fornos cerâmicos queimam a lenha no seu estado natural, sendo, portanto adaptados a elas. O uso do carvão vegetal não parece ser uma boa alternativa visto que durante o processo de obtenção do carvão são perdidos 76% de materiais combustíveis voláteis. No sul do Brasil o uso do carvão mineral é utilizado na geração de energia elétrica, onde existe uma capacidade instaladora de 750 MW elétricos (Diagnóstico da Indústria Cerâmica do RN, 1989). Nesta mesma região o consumo deste tipo de carvão é insignificante quando nós o relacionamos com os outros combustíveis, que além da melhor qualidade, encontram-se mais disponíveis nesta região, são eles: a lenha, a serragem de madeira, gás natural, etc. Porém, o uso destes recursos anteriormente citados, não é viável para o setor cerâmico do Estado do Rio Grande do Norte, devido a não existência de alguns destes produtos na região. A compra destes materiais a outros estados levaria a um maior custo em cima do produto final. Atualmente o estado inicia a implantação e distribuição do gás natural trazendo grandes benefícios para o setor cerâmico.

Com relação ao gás natural nas indústrias cerâmicas, pode-se dizer que mais 40 fábricas de cerâmica, no Brasil, estão consumindo este combustível. No final de 1998, cerca de, 35 indústrias devem ter sido ligadas ao gasoduto. A fatura energética teve uma queda de 30% a 40%, porém os empresários afirmam que é grande a pressão com relação aos preços das peças cerâmicas do tipo vermelha ou estrutural. No Brasil, a produção diária de gás natural está em torno de 25 milhões de metros cúbicos (Pesquisa realizada na Internet, 1999). Hoje temos muitas reservas, mas poderemos ampliar mais o abastecimento do mercado com a entrada do gasoduto Brasil - Bolívia. A Petrobras possui a maior rede de distribuição de gás natural do Brasil. A empresa conta com postos em cidades como: São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Fortaleza, Aracaju, Salvador, Natal e Vitória. Logo haverá inauguração de postos de gás ao longo da rodovia Presidente Dutra, que liga o Estado do Rio de Janeiro ao Estado de São Paulo.

O gás natural é uma mistura de gases bastante leve, com cerca de 90% de metano. É encontrado com abundância na natureza, em geral associado ao petróleo. Podem ser encontrados alguns poços contendo somente gás natural. Antes que a distribuição seja feita pelo gasoduto, o gás passa por uma unidade industrial conhecida como unidade de processamento, de onde são retirados os componentes condensáveis e mais pesados, como a gasolina natural e o gás liquefeito de petróleo (GLP ou gás de cozinha). Ao término deste processamento temos o gás natural, conhecido como combustível seco, limpo e extremamente leve, com excelentes qualidades energéticas para ser consumido pelos veículos e pelas indústrias. A queima do gás natural é bem mais completa que a da gasolina, do álcool ou do óleo Diesel (Pesquisa realizada na Internet, 1999). E é graças, a isto, que os veículos movidos a gás natural poluem bem menos que os que usam outros combustíveis como os já citados anteriormente, lançando no ar atmosférico óxidos nitrosos (NOX), dióxidos de carbono (CO<sub>2</sub>) e principalmente o nosso conhecido monóxido de carbono (CO). Em caso de vazamentos, o gás natural dissipa com mais facilidade, fazendo com que os riscos de explosão e incêndios diminuam bastante. Para que o gás natural seja inflamado vai ser preciso que a temperatura de uso chegue a 620°C, enquanto que os outros combustíveis como o álcool e a gasolina, inflamam-se a 200°C e 300°C respectivamente. Sua primeira distribuição foi feita em 1984, pela Petrobras distribuidora e hoje cada vez mais este combustível está substituindo os derivados do petróleo. No setor industrial o gás natural está substituindo o óleo combustível e o GLP (gás liquefeito do petróleo).

Outro aspecto importante da indústria cerâmica no Estado do Rio Grande do Norte é o abastecimento de água, pois é sabido que a água é de grande importância no processo de fabricação de produtos cerâmicos, ela tem sua aplicação desde a higiene do pessoal que nela trabalha até a limpeza dos maquinários utilizados, sem jamais esquecermos que seu uso na preparação da massa é de fundamental importância, pois componentes minerais que possam estar contidos na mesma, poderão reagir durante o processo causando danos ao produto final. Em geral, os meios utilizados para obtenção desta água são: Poços artesianos, o sistema público de água, rios, lagos e lagoas. Em alguns casos os empresários são obrigados a fazer uso dos carros pipas, sendo a região do baixo Açu a que mais utiliza, devido ao fato das indústrias cerâmicas estarem situadas em locais elevados, que por sua vez dificultam pelo lado econômico a perfuração de poços, além da distância entre os mananciais e o local de instalação das empresas.

Outros aspectos importantes são os meios de transportes. As rodovias estaduais e federais são as responsáveis pelo escoamento da produção da indústria cerâmica utilizando como meios de transportes caminhões e carretas dos mais variados tamanhos. Como tais transportes são realizados por terceiros estes elevam bastante os custos dos produtos comercializados, este passa a ser um dos principais problemas do setor industrial. Grande parte das indústrias cerâmicas do Estado do Rio Grande do Norte localizam-se à margem das principais rodovias. Por exemplo, a BR-304 que liga os municípios de Açu e Ipanguaçu escoando produtos para outras regiões e estados vizinhos.

## **2. PROCESSO PRODUTIVO**

A indústria de cerâmica vermelha fazendo uso da matéria-prima conhecida como argila, ao ser transformada produz materiais cerâmicos estruturais diversos para serem utilizados na indústria de construção civil.

As indústrias que recebem a denominação de Indústrias Cerâmica são as que fazem algum uso de tecnologia de processo, sendo que estas são as responsáveis por uma produtividade mais elevada que as das olarias, onde predomina o processo produtivo artesanal.

### **2.1.- O Caixão de Alimentação, Alimentador ou dosador**

No caixão alimentador, as matérias-primas são proporcionalmente dosadas, nas razões de 2:1, 3:1, 4:1 (argila magra / argila gorda em volume) visando uma melhor aderência do barro e evitando grandes perdas na queima do produto. O alimentador tem a função de receber a argila que ficou armazenada no pátio de estocagem, racionalizando o abastecimento das outras máquinas, para com isto garantir-lhes um fluxo constante e bem dosado da argila. É constituído de um caixão horizontal, retangular, com uma esteira inteira de velocidade controlada que conduzirá a argila à saída, onde uma comporta regulável dosa o seu escoamento para a linha de processo.

### **2.2.- O Destorroador**

Outro equipamento de uso é o destorroador, situa-se logo após o caixão dosador, também conhecido como caixão alimentador e é utilizado na preparação da matéria-prima. Sua função é quebrar os grandes torrões que se formam devido a viscosidade das ligas de argilas, facilitando assim as operações seguintes. Para o seu bom funcionamento é necessário que a argila esteja seca ou semi-úmida, sendo constituída de dois cilindros com anéis dentados, que também são conhecidos como quebradores e que giram com velocidades antes estabelecidas.

### **2.3.- O Desintegrador**

Já o equipamento conhecido como desintegrador é indicado quando a argila se encontra em estado natural, com um percentual de umidade baixo e endurecida, formando blocos compactos e muito resistentes à ação do misturador. Este separa os pequenos corpos estranhos que podem estar contidos na argila, também executa uma pré-laminação, visto que a passagem entre os cilindros é de 2 a 3 mm, onde um maior gira em baixa velocidade e mantém constante uma alimentação de material, e o outro menor com facas, girando com altas velocidades para poder quebrar os torrões mais duros de argila secas ou semi - secas, proporcionando um material uniforme, facilitando o trabalho das demais máquinas usadas na fase de preparação para a extrusão.

### **2.4.- O Misturador**

Outra etapa importante é a da mistura, o misturador tem a função de misturar, homogeneizar e umidificar a argila. A peça é de ferro semi cilíndrica, com dois eixos rotativos, horizontais, possuidores de pás ou facas que quando giram fazem a mistura da argila e ao mesmo tempo deslocam a massa cerâmica para alimentação da linha de produção.

### **2.5. - O Laminador**

O laminador é outra peça importantíssima no processamento cerâmico. Ele completa a homogeneização da argila, proporciona menos perdas na produção e melhor acabamento dos produtos finais. Possui dois cilindros giratórios que tem como função laminar ao máximo a argila, inclusive as impurezas remanescentes das operações anteriores, além de promover melhor distribuição da água de amassamento.

### **2.6.- A Secagem**

O processo de secagem dá início quando as peças cerâmicas moldadas são levadas ao secador que pode ser a céu aberto, na forma natural, com ou sem prateleiras, onde o material é colocado para secar, ou em estufas apropriadas, possuidoras de ventiladores que trazem o ar quente dos fornos para o seu interior, onde as peças são empilhadas em prateleiras fixas ou móveis. Numa visão técnica, este sistema de secagem é o mais recomendado e utilizado nas indústrias cerâmicas, por reduzirem o tempo de secagem e trazer grandes vantagens como o aumento da produtividade, principalmente nos períodos de chuva. Quando o processo de secagem finaliza, as peças são conduzidas para os fornos onde a transformação ocorrerá através da queima do material.

### **2.7.- A Queima**

A queima constitui uma fase do processo onde o material argiloso passa por transformações físico-químicas, sofrendo assim alterações nas propriedades mecânicas que por sua vez caracterizam o produto cerâmico final. Pode ser definida como uma operação fundamental para que se obtenha as características que são necessárias a cada produto.

## 2.8.- Os Fornos

As trocas de energia que atuam durante um aquecimento progressivo, no interior de um forno propriamente dito, se processam durante o cozimento, segundo três princípios diferentes: condução, convecção e radiação.

Os fornos são os principais equipamentos de uso durante o processo de queima, e sua classificação está relacionada segundo o ciclo de operações, em: Intermitentes e Contínuos.

Os fornos intermitentes possuem um funcionamento que ocorre em ciclos periódicos de Carga-Queima - Descarga. No forno tipo intermitente, o calor gasto para aquecer a carga e a alvenaria do forno, isto é a estrutura, não é recuperado no final da queima e durante a fase de resfriamento. Todo o calor que se retém na massa dos produtos e na estrutura dos fornos é dissipado para o meio ambiente. Em alguns casos, levando-se em conta a estrutura dos fornos, o consumo pode chegar a mais de 50% do calor que é necessário para o processo de queima. Já no caso dos fornos contínuos, seu funcionamento ocorre em ciclos de 24 horas/dia, sem que seja necessário fazer paradas para que haja carregamento ou descarregamento dos produtos. Nesses fornos fazemos um aproveitamento do calor para aquecer o ar da combustão, ou para pré - aquecer a carga de produtos enfiados.

## 3.CONCLUSÃO

Sabe-se que a matéria-prima conhecida como argila comum e os pelitos são de amplo uso na indústria cerâmica aplicada a construção civil. Encontram-se largamente distribuídos, de fácil localização e em geral empregados em produtos que não possuem rígidas especificações ou processamentos elaborados. A massa resultante desta argila para poder produzir um produto comercial, necessita ser plástica, moldada e ter a capacidade de vitrificação a 1100°C (Murray, Haydn H., 1994), assim poderá ser empregado na produção de tijolos de vários tipos que são empregados na construção civil, na fabricação de telhas para drenagem e em tubos de cano de esgoto vitrificado, sendo também empregado em materiais do tipo agregado de piso leve.

Os produtos cerâmicos com emprego estrutural que originam da argila comum e dos pelitos, devem ser possuidoras de propriedades específicas como boa plasticidade, resistência necessária tanto a verde como a seco, retração tanto na secagem como na queima, e também a coloração que o produto vai adquirir após esta queima. Sabe-se que uma das análises que indica a boa qualidade do produto é a uniformidade de sua cor. A coloração adquirida está relacionada com a quantidade de minerais de ferro existentes na matéria-prima, isto é nas argilas e nos pelitos. Segundo, (Patterson e Murray, 1983; Murray, 1994) dependendo do teor de ferro ( $Fe_2O_3$ ), ou seja, de 1% a 5% o produto apresentará uma coloração que varia do amarelado ao alaranjado e em teores de ferro ( $Fe_2O_3$ ) acima de 5%, teremos um produto final cuja coloração será a de um vermelho ardente.

A maioria dos produtos feitos com as misturas de argilas comuns e pelitos são queimados, e inclui produtos como tijolo estrutural, ladrilhos e telhas, azulejos, canos vitrificados, ladrilhos de pedreiras, telhas para cano de chaminé, cerâmicas condutoras, e materiais para telhados. As propriedades já conhecidas como plasticidade, resistência a verde e resistência a seco, secagem e queima na retração, vitrificação e coloração depois da queima vão variar de acordo com a aplicação do produto final.

## BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. Botelho da Costa, J. V. 1973. *Caracterização e Constituição do Solo*. 4ª edição. Lisboa, Portugal. Editora: Fundação Calouste Gulbenkian.
2. Carvalho, O O e Pereira, J. Y. L., 1999. *Análise do Processo Produtivo da Cerâmica do Gato-Itajá/RN*. Florianópolis, SC. Anais do 43º Congresso Brasileiro de Cerâmica.
3. D. A C. Manning, 1995. *Introduction to Industrial Minerals*. First edition. London, UK. Chapman & Hall. 159-184p.
4. Deer, W. A , Howie, R. A , Zussman, J. 1966. *Minerais Constituintes das Rochas. – Uma Introdução*. Lisboa, Portugal. Fundação Calouste Gulbenkian. Tradução de Luís E. Nabais Conde.
5. Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). 1998. *Anuário Mineral Brasileiro*. Brasília, DF. p.185,187-189.

6. Fagundes, Arlindo. 1997. *Manual Prático de Introdução à Cerâmica*. Lisboa, Portugal. Editora Caminho, SA.
7. Murray, Haydn, H. 1994. *Clays: Common Clay and Shale*. A Global Geology. Industrial Minerals. London, UK. p.143-144.
8. Murray, Haydn, H. 1994. *Common Clay*. A Global Geology. Industrial Minerals. London, UK. p.247-248.
9. Norton, F. H. 1973. *Introdução à Tecnologia Cerâmica*. São Paulo, SP. Editora Edgard Blücher Ltda e Editora da Universidade de São Paulo. 398p
10. Serviço de Apoio Às Micro e Pequenas Empresas–SEBRAE. 1989. *Diagnóstico da Indústria Cerâmica do Rio Grande do Norte*. Natal, RN.