

A QUEIMA NA INDÚSTRIA DE CERÂMICA VERMELHA EM ESTADOS DO NORDESTE BRASILEIRO

J. C. SALES¹, M. W. L. C. SANTOS², F.S. BRANDÃO², W. A. BRAGA², A.F.G. FURTADO FILHO³, A. J. M. SALES³, A. S. B. SOMBRA³

(1) Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

E-mail: juscelinochaves@hotmail.com

(2) Graduando em Engenharia Civil, Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

(3) Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Cear.

RESUMO

A combustão vem sendo estudada desde o dia que o homem descobriu o fogo há muitos séculos atrás. Sabemos que para ocorrer à combustão é necessário que exista o combustível o comburente e uma centelha. É importantíssimo termos uma quantidade correta de combustível e de comburente que pode ser o ar, para termos uma excelente combustão. O avanço tecnológico vem dando ao homem condições de dosar a mistura ar combustível e termos o consumo de combustível correto na combustão sem termo perdas com excesso de combustível na câmara de combustão, onde podemos citar como exemplo os motores de combustão interna que queimam como combustível gasolina, álcool gás natural. O presente trabalho faz uma análise da queima, ou seja, como ocorre a combustão em algumas indústrias de cerâmica vermelha que produzem telhas, blocos cerâmicos de vedação e estrutural etc.; onde se analisou a fumaça expelida pelas chaminés dos fornos e a eficiência térmica de alguns fornos nos estados do Ceará e no Rio Grande do Norte.

Palavras chaves: cerâmica vermelha, queima, combustão.

INTRODUÇÃO

O processo da queima é muito importante para a obtenção das propriedades específicas do material cerâmico, como: cor e resistência mecânica. Para cada tipo de forno é levado em consideração critérios como: custo/benefício; melhor distribuição do calor, que, se irregular, pode alterar a coloração das peças, bem como influenciar a resistência mecânica do produto final. O tipo de forno aplicado é o Paulistinha, que produz telhas com diferenças na coloração, assim classificadas: telhas de primeira, segunda ou terceira qualidade; isso ocorre, prioritariamente, devido à disposição dessas peças dentro do forno durante a queima; o que gera prejuízos à empresa uma vez que reduz os preços de venda de parte da fornada (Oliveira, 2011).

Um forno do tipo câmara que possibilitará um acréscimo na produção de telhas de primeira qualidade, com redução no consumo da lenha, bem como, redução na emissão de gases poluentes (Oliveira, 2011).

Combustão ou queima é uma reação química exotérmica entre uma substância (o combustível) e um gás (o comburente), geralmente o oxigênio, para liberar calor e luz. Durante a reação de combustão são formados diversos produtos resultantes da combinação dos átomos dos reagentes. No caso da queima em ar de hidrocarbonetos (metano, propano, gasolina, etanol, diesel, lenha etc.) são formados centenas de compostos, por exemplo, CO_2 , CO , H_2O , H_2 , CH_4 , NO_x , SO_x , fuligem, etc., sendo que alguns desses compostos são os principais causadores do efeito estufa, da chuva ácida e de danos aos ciclos biogeoquímicos do planeta (Wikipedia, 2013). Nas indústrias de cerâmica vermelha a combustão acontece na grande maioria das vezes mal feita.

A queima representa 2% das perdas durante o processo produtivo da indústria de cerâmica vermelha (Oliveira, 2013).

As reações físico-químicas promovem a formação de novas fases cerâmicas que são determinantes para as propriedades físico-mecânicas no produto final. A temperatura de queima se constitui na atualidade em um importante parâmetro tecnológico na indústria de cerâmica vermelha, com implicações econômicas, energéticas e ambientais (Pinheiro, 2013). O efeito da temperatura de queima foi o de produzir peças de cerâmica vermelha com propriedades mecânicas melhoradas. Isto se deve fundamentalmente ao fechamento da porosidade aberta no interior das peças de cerâmica vermelha

(Pinheiro, 2013).O Controle de temperatura a de queima trará economia à fabricação dos produtos cerâmicos de uma maneira geral.

METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado através de visitas *in loco* a algumas cerâmicas, onde se diagnosticou os dados como também foi feita pesquisa bibliográfica em site, artigos, monografia, curso e palestra na área de cerâmica vermelha.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Após a secagem as peças encontram-se mais resistentes e não deformam facilmente, são então submetidas a uma checagem visual, onde são identificados empenos, quebras, trincas, entre outros, de modo que essas peças são encaminhadas para o retrabalho, as peças boas são enviadas para a queima (Oliveira, 2011). As peças são organizadas no forno de modo que o máximo de calor seja aproveitado, o tempo de queima é diretamente proporcional ao volume de material a ser calcinado. Após a queima o material permanece no forno por aproximadamente 24 horas, assim as peças resfriam gradualmente e podem ser retiradas do forno (Oliveira, 2011).

Após a retirada as peças são novamente inspecionadas e são classificadas como de primeira, segunda ou terceira qualidade de acordo com a coloração adquirida durante a queima (Oliveira, 2011). Nos fornos 75% dos erros construtivos são os erros nos canais, altura e diâmetro da chaminé, tipo de grelha e fornalhas. Já os 95% dos erros do processo de queima são os erros de combustão, excesso de combustível e falta de oxigenação (Oliveira, 2013).

A telemetria permite um acompanhamento da queima por 24 horas, gera uma independência do ser humano, dar uma alta frequência de coleta de dados, mostra informações com valores reais e confiáveis, permite tomada de decisões rápidas e confiáveis, diminui o custo de queima, permite a visualização em gráficos e planilhas e permite o acompanhamento remoto em

tempo real para fornos Hoffman, abóboda, câmara, Frederico com a utilização de computador e internet. (Carnevalli, 2013).

Muitas cerâmicas no nordeste brasileiro utilizam a madeira como combustível, onde na tabela 01 podemos ver a quantidade de empresas e a origem da madeira no Ceará.

Tabela 01. Quantidade de empresas e a origem da madeira no Ceará.

Origem da madeira utilizada como combustível	Nº de empresas	%
Poda de cajueiros	249	79,3
Lenha nativa	103	32,8
Plano de manejo de terceiros	601	19,4
Resíduos	45	14,3
Plano de manejo próprio	39	12,4

Fonte: Revista Setor Cerâmico do Ceará, Pesquisa primária, 2012.

A QUEIMA NAS CERÂMICAS NO CERÁ E RIO GRANDE DO NORTE

Nas indústrias de cerâmica vermelha no nordeste do Brasil se utiliza em mais de 95% delas a lenha como combustível e claro que o ar como comburente. Os fornos utilizados para realizar a sinterização (queima) dos produtos cerâmicos são em sua grande maioria já ultrapassados tecnologicamente. Na Figura 01 percebemos a fornalha de um forno uma cerâmica queimando lenha, quase cheia como se quanto mais cheia melhor será a queima, isto é encontrado muito no nordeste brasileiro. Podemos dizer que dentro da fornalha é que acontece a combustão.



Figura 01. Fornalha de forno queimando lenha. Fonte: Oliveira, 2013.

Depois que os blocos cerâmicos são colocados dentro dos fornos e arrumados, as portas do forno são fechadas com blocos que já foram queimados e depois são rebocados para evitar o vazamento, ou seja, a perda de calor como pode perceber na Figura 02 o operário fechando a porta do forno. Também se percebe próximo à porta um exaustor montado em uma estrutura metálica que será utilizada depois que os tijolos forem queimados, para diminuir o calor dentro do forno, para que os forneiros possam entrar no forno para retirar os tijolos que já foram queimados, ou seja, as portas são quebradas e o exaustor é colocado na entrada da porta para esfriar o interior do forno, onde não se aproveita o calor do forno para utilizar na secagem dos tijolos verdes que estão com umidade depois que saíram da extrusora.



Figura 02. Operário fechando a porta do forno Hoffman. Fonte: Mesquita, 2012.

Na Figura 03 encontramos as portas do forno Hoffman fechadas e a lenha em cima do forno que será utilizada como combustível sendo colocada por três orifícios em paralelo, que funcionam como a entrada de uma fornalha. Existe uma grande perda de calor por condução através da parede do forno, que possui mais de um metro de largura feita de tijolos não refratários. A perda de calor é bem maior através das portas de entrada do forno, pois só existe uma parede feita de tijolos furados, com argamassa.



Figura 03. Portas do forno Hoffman fechadas e a lenha em cima do forno.
Fonte: Mesquita, 2012.

Na Figura 04 percebemos a fornalha de um forno tipo Paulistinha, onde o cinzeiro fica abaixo do piso externo do forno e encontramos paredes de alvenaria que foram colocadas na parte externa do forno para que a parede do forno não ceda. Este forno já está obsoleto, pois consome grande quantidade de lenha.



Figura 04. Fornalha de um forno tipo Paulistinha. Fonte: Mesquita, 2012.

No nordeste brasileiro grande quantidade de cerâmicas queimam seus fornos com lenha, ou seja, poucas cerâmicas não utilizam lenha como combustível como pode ser visto na Figura 05 em uma cerâmica na cidade de Sobral no Ceará.



Figura 05. Cerâmica em Sobral queimando lenha. Fonte: Mesquita, 2012

Na Figura 06 percebemos uma fornalha cheia (lenha) em uma cerâmica na região nordeste do Brasil, onde também podemos ver o cinzeiro cheio de cinzas, onde podemos dizer que o forno tem um baixíssimo rendimento térmico e uma emissão de gases violenta, como CO₂. O queimador desse forno quando estava queimando o forno disse que o forno tem que arrotar, pois ele achava que quanto mais cheia for à fornalha melhor a queima do tijolo, (Oliveira, 2013). Onde percebemos grande quantidade de cinzas no cinzeiro do forno.



Figura 06. Fornalha cheia (lenha). Fonte: Curso de *Processamento e Cerâmica Vermelha*, Prof. Armando Oliveira, SENAI-SP, 2013.

Na Figura 07 percebemos a fornalha aberta dum forno túnel que queima cavaco, onde podemos dizer que existe uma maior eficiência da queima onde podemos ver que não existem cinzas após a queima. A temperatura dentro do forno nesta região do forno que é chamada de zona de queima chega a 900⁰C.



Figura 07. Fornalha aberta de um forno túnel. Fonte: própria, 2013.

Quando existe uma maior quantidade de lenha a fumaça na chaminé fica preta como se percebe na chaminé de formato retangular da Figura 08. O fato decorre porque existe uma maior quantidade de combustível que é a lenha em relação ao comburente o ar. O forno possui baixíssima eficiência energética. A cerâmica está localizada no município de Caucaia no Ceará.



Figura 08. Chaminé expelindo fumaça com maior quantidade de combustível em relação ao comburente. Fonte: própria 2012.

Foi encontrada também cerâmica onde a chaminé expelia uma fumaça branca, ou seja, a quantidade de combustível era menor que a de ar, onde isso decorre da pouca quantidade de lenha colocada dentro do forno Hoffman como pode ser visto na Figura 09. A cerâmica está localizada no município de Itapagé no Ceará.



Figura 09. Fumaça branca, quantidade de combustível era menor que a de ar.

Podemos perceber a boca do forno Hoffman queimando cerâmica vermelha (valterrana) com gás natural em cerâmica na região de Campos de Goitacazes no estado do Rio de Janeiro. Na cerâmica em Campos de Goitacazes primeiro se coloca a lenha e depois se continua a queima com gás natural como mostra a Figura 10(Oliveira, 2013).



Figura 10. Forno Hoffman queimando gás natural. Fonte: Oliveira, 2013.

No município de Assú no estado do Rio Grande do Norte, não ir à cidade pela manhã, pois é grande a quantidade de fumaça emitida pelos fornos das cerâmicas do município. O pólo cerâmico de Assú se localiza na região do semi-árido do estado do Rio Grande do Norte. A Figura 11 mostra uma

cerâmica no Vale do Assú, onde em um forno existe excesso de lenha (fumaça preta) e no outro excesso de ar (fumaça branca).



Figura 11. Forno com excesso de lenha e outro com excesso de ar. Fonte: <http://www.latinoamerica24.com/foto.php?id=41727102>, 2013.

Na Figura 12 se percebe uma cerâmica que produz telha no município de Assú localizada as margens da estrada (BR) que liga Mossoró a Natal, ou seja, a BR-304, onde a fumaça é totalmente preta. A rodovia passa por Mossoró onde a cerâmica vende a maioria de seus produtos, e é a segunda cidade com mais habitantes do estado do Rio Grande do Norte. De Assú a Mossoró são cerca de 65km e de Assú a Natal são cerca de 211km, mostrando a boa localização da cerâmica em relação ao mercado consumidor e próxima a matéria prima.



Figura 12. Cerâmica que produz telha no município de Assú-RN. Fonte própria, 2013.

Os queimadores (operários) (Figura 13) que queimam os fornos na indústria de cerâmica vermelha no nordeste brasileiro em sua grande maioria não fizeram nenhum curso técnico e muitas vezes não possuem nem a educação básica. Alguns aprenderam com o pai que já era queimador de forno. Eles

sabem como segurar o fogo ou fazer o fogo andar dependendo da quantidade de lenha que é colocada dentro da fornalha (forno Abóboda, Paulistinha etc.) ou na boca do forno tipo Hoffmann, pode dizer que não existe nenhum controle com equipamentos, mais apenas um controle visual da chama decorrente da combustão da lenha.



Figura 13. Queimadores (operários) que queimam os fornos. Fonte própria, 2011.

Percebemos na Figura 14 um termopar para medir a temperatura do forno que é queimado com casca de castanha, resíduos de serraria e lenha onde se percebe o queimador. Nesse processo de queima existe controle de temperatura dentro do forno tendo como consequência um menor consumo de combustível.



Figura 15. Termopar para medir a temperatura do forno. Fonte própria, 2011.

CONCLUSÃO

Constatou-se na análise da queima nas indústrias uma grande perda de calor por condução através das paredes dos fornos, como também uma

relação não proporcional entre combustível e comburente ora gerando fumaça preta ora gerando fumaça branca. Os fornos possuem baixa eficiência térmica.

Foi constatado que em quase todas as cerâmicas em estudo a queima, ou seja, a combustão é realizada com baixa eficiência térmica, onde se faz necessário uma implantação de equipamentos modernos que venha a diminuir as perdas de combustível (lenha), como também melhorar a qualidade do produto que será queimado. Percebeu-se que hora a combustão tem excesso de combustível expelindo fumaça preta e hora expele fumaça branca com excesso de comburente que é o ar.

Apenas uma das indústrias cerâmicas visitadas adota um controle de temperatura dentro do forno utilizando equipamentos mais modernos. Muitas das cerâmicas no Ceará e no Rio grande do Norte acham que queimar é entupir a fornalha de lenha.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Carnevalli, M.; Palestra- **Telemetria e supervisão e controle de queima**, Seminário Gestão, Sustentabilidade e Inovação, 40 anos do SINDCERÂMICA do Ceará, Fortaleza, 2013.

[2] <http://www.latinoamerica24.com/foto.php?id=41727102> acesso em 07/07/2013 às 22h50min.

[3] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Combust%C3%A3o>. Acesso em 20/07/2013 às 21h42min.

[4] Mesquita, Carla; Mazza, Cesar; Eber, Eudson; Rogério, Jose; Henrique, Rafael; **Materiais de Blocos Cerâmicos**, Aula de alvenaria estrutural, Universidade Estadual Vale do Acaraú, 2012.

[5] Oliveira, A. A.; **Curso de processamento e Cerâmica Vermelha**, SENAI-SP, 57º Congresso Brasileiro de Cerâmica, Natal, 2013.

[6] Oliveira, F. E. M.; **Acompanhamento da produção industrial em cerâmica da microrregião do vale do Assú: estudo de caso.** Monografia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Angicos - RN, 2011, 64f.

[7] Oliveira, A. A.; Palestra- **Importância da queima para a indústria cerâmica**, Seminário Gestão, Sustentabilidade e Inovação, 40 anos do SINDCERÂMICA do Ceará, Fortaleza, 2013.

[8] Pinheiro, B.C.A; Holanda, J.N.F, **Efeito da temperatura de queima em algumas propriedades mecânicas de cerâmica vermelha**, Revista Tempo Técnico, Edição 07, pg 20, 2013.

THE BURNS RED CERAMIC INDUSTRY IN THE BRAZILIAN NORTHEAST STATES

ABSTRAT

The combustion has been studied since the day man discovered fire centuries ago. We know that for combustion to occur there must be oxidizing the fuel and a spark. It is important we have a correct amount of fuel and oxidizer that can be air, to have an excellent combustion. Technological advancement has given to man a position to dose the fuel air mixture and terms correct fuel consumption in combustion indefinite losses excess fuel in the combustion chamber, where we can cite as an example the internal combustion engines that burn gasoline as fuel alcohol natural gas. The present study is an analysis of burns, or as combustion occurs in some industries that produce red ceramic tiles, bricks and ceramic structural etc. Analyzed where the fumes from the chimneys of the furnace and the thermal efficiency of some ovens in the states of Ceará and Rio Grande do Norte

Key words: red ceramic, burning.