

UTILIZAÇÃO DO RESÍDUO CERÂMICO NA INDÚSTRIA

Walter Matos Júnior¹

Ricardo Fonseca de Oliveira²

RESUMO: A cerâmica é uma atividade que remota aos primórdios da civilização, sendo evoluída no decorrer das décadas. No Brasil, a indústria cerâmica é uma fonte de trabalho e renda significativa para boa parte da população. Embora a implementação de sistemas para gestão da qualidade a fim de minimizar as perdas no processo de produção seja uma realidade cada vez mais comum, essa perda nunca será zerada. Sempre haverá uma porcentagem de perdas na indústria que acontece diretamente através do resíduo de bloco cerâmico, chamado chamote. Os resíduos podem prejudicar o meio ambiente e gerar prejuízos à indústria, no entanto o chamote pode ser novamente incorporado à massa cerâmica, possuindo vantagens na melhora dos parâmetros pré-queima. A esse respeito o presente trabalho tem como objetivo conhecer formas de reutilização do chamote na indústria cerâmica. Para tanto, foi realizada uma pesquisa de caráter bibliográfico e documental, por meio da análise teórica da utilização deste resíduo para a fabricação de novas peças na indústria. Foi possível observar que ao reutilizar o chamote, a empresa não gera resíduos no meio ambiente, melhorando a qualidade de vida e do produto final, bem como a redução significativa das perdas no processo produtivo.

Palavras-chave: Chamote; Resíduo Cerâmico; Indústria Cerâmica.

ABSTRACT: Pottery is an activity that is remote from the beginnings of civilization, evolving over the decades. In Brazil, the ceramic industry is a source of significant labor and income for a large part of the population. Although the implementation of quality management systems to minimize losses in the production process is an increasingly common reality, this loss will never be zeroed. There will always be a percentage of losses in the industry that happens directly through the ceramic block residue, called chamote. The residues can harm the environment and generate damages to the industry, however the chamote can be incorporated into the ceramic mass again, having advantages in the improvement of the pre-burning parameters. In this respect the present work has as objective to know forms of reutilization of the chamote in the ceramic industry. For that, a bibliographical and documentary research was carried out, through the theoretical analysis of the use of this residue for the manufacture of new parts in the industry. It was possible to observe that in reusing the shrimp, the company does not generate residues in the environment, improving the quality of life and the final product, as well as the significant reduction of losses in the productive process.

Keywords: Chamote; Ceramic Residue; Ceramics industry.

1 INTRODUÇÃO

¹ Graduando do curso de Engenharia Civil - Fundação Carmelitana Mário Palmério. Contato: waltindm.wm@gmail.com

² Docente do curso de Engenharia Civil - Fundação Carmelitana Mário Palmério - Av. Brasil Oeste, s/n, Jardim Zenith - Monte Carmelo, Fone: (34) 3842 – 5272. Contato: ricardooliveira2013@gmail.com

O resíduo sólido urbano tem se tornado um dos maiores problemas que os grandes centros vêm enfrentando. Isso leva a uma necessidade cada vez maior de buscar não somente maneiras para reduzir o desperdício, mas também para reaproveitar de maneira eficaz e financeiramente viável tudo aquilo que a princípio é visto como inútil ou descartável.

Na indústria cerâmica pode acontecer a perda de blocos cerâmicos durante sua produção. Isso ocorre por diversos fatores, tais como: a qualidade da matéria prima utilizada, o controle de qualidade realizado durante a fabricação, a tecnologia utilizada, modo de prensagem, umidade da argila, entre outros. Dentre os defeitos que impossibilitam a venda, é possível citar trincas, rachaduras, quebras, orifícios, dentre outros.

Golveia e Sposto (2009) explicam que por mais que haja investimento em uma matéria prima de qualidade e que sejam tomados os maiores cuidados, sempre haverá perdas diretas por meio dos resíduos cerâmicos inutilizados chamados de chamote. No entanto, é possível incorporar esse resíduo na massa cerâmica novamente, oferecendo vantagens na melhoria dos parâmetros pré-queima, sendo necessária que o processo de queima aconteça em temperaturas maiores do que ele foi obtido.

Neste trabalho será aprofundado o estudo sobre a cerâmica vermelha comumente utilizada para diversos fins, como os produtos cerâmicos avermelhados que origina os tijolos com furos, os tijolos maciços, as telhas ou lajes, manilhas, os blocos para vedação, telhas e pisos rústicos.

Tendo em vista compreender melhor a destinação do chamote na indústria cerâmica, o presente trabalho tem como tema o reaproveitamento do resíduo cerâmico, buscando conhecer as possíveis razões pelas quais os blocos cerâmicos podem perder a qualidade e como diminuir a produção de resíduos que são descartados.

A pesquisa envolverá um vasto levantamento bibliográfico e uma pesquisa de campo a ser realizada no Laboratório Cerâmico da cidade de Monte Carmelo – MG.

1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho foi conhecer formas de reutilização do chamote na indústria cerâmica.

1.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos foram:

- Conceituar historicamente a definição de indústria cerâmica;
- Definir resíduo cerâmico (chamote) e como pode ser ocasionado;

- Citar formas de reaproveitamento do chamote na indústria cerâmica.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentada uma análise histórica da indústria cerâmica, a indústria cerâmica no Brasil e na cidade de Monte Carmelo/MG. Será comentado ainda sobre a fabricação de tijolos cerâmicos e o padrão de qualidade cerâmico. E, por fim, será apresentado o resíduo cerâmico (chamote) e sua utilização na indústria.

2.1 Análise histórica da indústria cerâmica

A conceituação do termo cerâmica, de acordo com Costa (2017), vem da palavra grega *keramikos*, que quer dizer ‘matéria queimada’, sugerindo que as propriedades esperadas desses materiais são geralmente alcançadas por meio do processo de tratamento térmico às altas temperaturas denominado de cozimento.

Betini (2007) também define a palavra cerâmica como derivada do grego “*kerameikos*”, mas segundo a autora, a palavra significa ‘feito de terra’, denominando a cerâmica vermelha por esta possuir uma coloração avermelhada em seu produto final, devido ao tipo de matéria-prima empregada. A definição de Cerâmica Vermelha, refere-se a produtos como o tijolo e seus derivados.

Gouveia (2008) explana que a utilização de materiais cerâmicos se iniciou nos primórdios da história da humanidade, pois a argila se tratava de uma matéria-prima farta na natureza, cuja utilização foi difundida rapidamente para a fabricação de artefatos cerâmicos obtidos através da moldagem, da secagem e do cozimento da argila ou de misturas envolvendo a argila.

Ferreira (2017) ressalta que estudos arqueológicos apontam a existência de utensílios cerâmicos datados a partir do período Pré-neolítico (25000 a.C.), e de materiais utilizados na construção, tais como tijolos, telhas e blocos, provavelmente de 5000 a 6000 a.C. Conforme uma pesquisa da Faculdade de Tecnologia de Lisboa haviam peças elaboradas com formatos bem definidos, mas seu processo de fabricação não envolvia o cozimento. Desse mesmo período existem indícios do uso de tijolos nas construções que teriam sido fabricados na Mesopotâmia.

Santana (2008) cita que os primeiros tijolos queimados são de 3000 a.C., sendo utilizados para os revestimentos externos e para os muros de proteção, ainda que a técnica tenha se desenvolvido séculos antes, principalmente na queima de objetos de uso doméstico. Entre os anos de 1600 e 1100 a.C. foram descobertos alguns exemplares de tijolos queimados, onde era localizada a Babilônia.

Betini (2007) explana que no século XVIII houveram muitos avanços tecnológicos no processo de fabricação, incluindo a padronização das formas utilizadas e a queima em forno túnel. O surgimento da energia a vapor no século XIX levou à mecanização do processo, permitindo um controle melhor da matéria-prima, uma secagem mais rápida e a moagem de grãos.

Pena et al. (2012) aborda que a produção cerâmica ganhou força a partir da segunda metade da década de 1960, por meio do surgimento do Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e do Banco Nacional da Habitação (BNH), incentivando o crescimento do setor cerâmico dentro da indústria nacional de materiais e elementos da construção civil. O Brasil é responsável por 10% do consumo mundial de objetos cerâmicos, devido à abundância da argila e a facilidade para sua exploração.

Ferreira (2017) afirma que a cerâmica se trata da produção de objetos a partir da argila, que é muito plástica e de fácil modelagem quando umedecida. Após ser submetida a um processo de secagem para a retirada da maior parte da água, a peça que foi moldada e submetida a uma temperatura elevada que lhe confere resistência e rigidez mediante a composição de determinados componentes da massa e, em algumas situações, fixando os esmaltes na superfície. Tais propriedades possibilitariam a utilização da cerâmica na construção de casas, de vasilhames de uso doméstico e para o armazenamento de alimentos, óleos, vinhos, perfumes, bem como na construção de urnas funerárias e até mesmo como "papel" para escrita.

Segundo Costa (2017) os métodos de produção usados pelos vários tipos de cerâmicos são em parte ou totalmente semelhantes entre si, somente distinguindo pelo tipo de peça ou material previsto. Dessa forma, geralmente, a produção é formada pelas seguintes fases: extração do barro, preparo da matéria-prima, moldagem, secagem, cozimento, resfriamento e em diversos casos faz-se a vitrificação especial.

Gouveia (2008) caracteriza a indústria de cerâmica vermelha como sendo a indústria de tijolos, blocos, tubos, telhas, ladrilhos, elementos vazados, dentre outros. As matérias-primas utilizadas são formadas por argilas plásticas (caulinito-iliticas) que apresentam como componentes básicos os argilominerais (silicatos hidratados de alumínio), matéria orgânica, óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio. São retiradas, em sua maior parte, de margens de rios, lagos ou várzeas.

De modo geral os princípios construtivos, de acordo com Betini (2007) tiveram poucas modificações até a metade do século passado. Quando as inovações direcionaram-se para o sentido de melhoramentos na qualidade do produto cerâmico, com a utilização do vácuo nos processos de extrusão, formava-se uma massa mais compacta, e alterações estruturais possibilitaram a expansão das habilidades produtivas das extrusoras, que começaram a ser construídas, com a opção de um misturador conectado que melhora a atuação do vácuo. Sobre a prensagem na fabricação de telhas, o sistema das prensas passou de semiautomático (antes acionado pelo operador), para automático (rotação contínua das matrizes, onde as telhas são prensadas), esse sistema é usado até hoje. Houve também algumas mudanças nos equipamentos de preparação, alimentação, limpeza, classificação da argila e corte, como os desintegradores ou separadores de pedras, as galgas para moagem da argila, os caixões alimentadores, os cortadores pneumáticos, os misturadores de alta capacidade e os laminadores, utilizados ainda.

Utilização do resíduo cerâmico na indústria

2.1.1 A indústria cerâmica no Brasil

Os relatos da utilização cerâmica no Brasil segundo Betini (2007) apontam a cerâmica indígena brasileira como sendo uma das mais antigas das Américas. Foram descobertos objetos fabricados há aproximadamente 5000 anos. Os índios, sobretudo os que habitavam às margens do rio São Francisco, Amazonas e Rio Negro, já usavam o barro. As principais fábricas de tijolos, telhas e manilhas do Brasil surgiram no século XVI, nos Estados da Bahia, Pernambuco e Santa Catarina e eram fábricas de processos manuais responsáveis por fornecer esses produtos para as várias regiões do país.

Santana (2008) cita que no ano de 1575 há sinais da utilização de telhas na construção da vila que se tornaria a cidade de São Paulo. A partir de então tem início o desenvolvimento mais intenso da atividade cerâmica, de modo que o marco inicial dessa indústria em São Paulo foi as olarias. A produção oleira acontecia pela utilização de processos manuais, contando com uma maior concentração nas últimas décadas do século XIX, a fabricação tijolos, tubos, telhas, manilhas, potes, moringas e vasos era em feita estabelecimentos pequenos, os produtos eram comercializados localmente.

Prado e Bressiani (2012) explicam que a indústria cerâmica no Brasil possui uma enorme importância tanto para a geração de divisas quanto para a geração de empregos.

Albuquerque (2009) explana que em razão das várias jazidas de argilas, o Brasil é bastante rico em matérias-primas cerâmicas, nos variados setores deste tipo de indústria. No entanto, essa riqueza ainda é desconhecida ou é explorada de forma errônea, de modo que a maioria destas reservas naturais fica sem o acompanhamento técnico-científico que norteie sua utilização mais racionalmente e com a aplicação industrial.

Costa (2017) cita que a Associação Brasileira de Cerâmica (ABCERAM 2016) qualifica as cerâmicas em: cerâmica vermelha, que consiste na fabricação de materiais de revestimento (placas cerâmicas), há ainda a cerâmica branca, os materiais refratários, os isolantes térmicos, as fritas e corantes, abrasivos. Ainda na indústria cerâmica entra o vidro, o cimento, a cal, e há ainda a cerâmica de alta tecnologia ou cerâmica avançada.

É chamada de indústria de cerâmica vermelha, conforme Gouveia (2008) a indústria de fabricação de tijolos, blocos, tubos, telhas, ladrilhos, elementos vazados entre outros. As matérias-primas utilizadas nesta indústria são compostas por argilas plásticas (caulinito-iliticas) compostas principalmente por argilominerais (silicatos hidratados de alumínio), óxidos e hidróxidos de ferro, matéria orgânica e alumínio. São geralmente extraídas de margens de rios, de lagos ou várzeas.

Betini (2007) destaca que o segmento de cerâmica vermelha, se sobressai dentro do esfera cerâmica, sendo muito importante em toda a rede da construção civil. Sendo milhares de empresas distribuídas pelo país, fabricando sobretudo tijolos maciços, telhas, blocos de vedação, manilhas e pisos.

Gouveia (2008) complementa que a indústria da cerâmica vermelha possui grande relevância no cenário industrial da construção civil, devido à produção nacional significativa de blocos cerâmicos.

Existe ainda o fator cultural, que aponta os blocos cerâmicos como preferidos pelos consumidores na maior parte das regiões do Brasil, mesmo que tenham surgido outros blocos, como o de concreto e concreto celular, por exemplo.

Moreira (2006) explica que o setor industrial da cerâmica é muito amplo podendo ser dividido em segmentos como: o da cerâmica vermelha, os materiais para revestimento, os materiais refratários, as louças sanitárias, os isoladores elétricos de porcelana, as louças de mesa, as cerâmicas artísticas podendo ser decorativa ou utilitária, os filtros cerâmicos de água para utilização doméstica, a cerâmica técnica e os isolantes térmicos. Todos estes segmentos existem no Brasil, com maior ou menor nível de desenvolvimento e capacidade de produção.

Betini (2007) complementa que a intensidade da cor se altera devido à quantidade de óxido de ferro que está presente na argila, bem como em razão da quantidade dos demais minerais e da atmosfera oxidante do tratamento térmico.

Gouveia (2008) afirma que a indústria cerâmica vermelha no Brasil é muito importante para o segmento da construção civil, em razão da grande produção de blocos cerâmicos. Existe ainda o fator cultural, que mostra que os blocos cerâmicos ainda são os preferidos pelo consumidor na maior parte das regiões do país, mesmo com o aparecimento de outros tipos de blocos como o bloco de concreto e concreto celular, por exemplo.

Pereira e Bertan (2012) estimam que existam 6.903 empresas aproximadamente de cerâmica vermelha no Brasil, que compreendem a 293 mil empregos diretos e cerca de 900 mil empregos indiretos. Movimentando em torno de 123.600.000 toneladas de matéria-prima por ano, com reflexos significativos nas vias de transporte e no meio ambiente nas lavras de argila.

Albuquerque (2009) explica que a cerâmica vermelha se trata daqueles materiais de coloração avermelhada utilizados na construção civil como: tijolos, telhas, lajes, blocos, elementos vazados, tubos cerâmicos e argilas expandidas, além de utensílios para uso doméstico e como adornos.

Gouveia (2008) afirma que no Brasil, a indústria cerâmica utiliza métodos de moldagem manuais ou mecânicos podendo ser através de prensagem ou extrusão. As temperaturas para a queima variam entre 950 °C e 1250 °C, de acordo com a natureza da argila, o tipo de produto cerâmico, o forno usado e das condições econômicas do lugar. Dentre os principais produtores nacionais, destacam-se os estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraná, e Bahia.

Betini (2007) afirma que a indústria cerâmica exerce um papel de grande importância na economia do Brasil, com uma participação avaliada em cerca de 1% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, o que lhe garante a quarta posição no *ranking* de produtor mundial de revestimentos cerâmicos, atrás apenas da China, da Itália e Espanha.

Moreira (2006) complementa que de acordo com a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER), em todo o país, existem aproximadamente 5.500 empresas, que geram em torno de 400 mil

Utilização do resíduo cerâmico na indústria

empregos diretos. A parte destas empresas é formada por micro e pequenas empresas com estruturas familiares.

Prado e Bressiani (2012) citam que a cerâmica estrutural tem como particularidade uma indústria muito dispersa espalhada por todo o território nacional e com unidades de certa forma próximas dos mercados consumidores. Ainda que existam exceções, a maioria dessas unidades de produção é formada por pequenas empresas com organização simples e familiar. Mesmo assim, tratam-se de um setor base da construção civil importante que fabrica tijolos maciços e furados, blocos estruturais e de vedação, manilhas, telhas e pisos rústicos. Possui ainda uma função social importante, pois acredita-se que existam no Brasil 7.431 empresas, que geram 293 mil empregos diretos e faturam 18 bilhões anualmente.

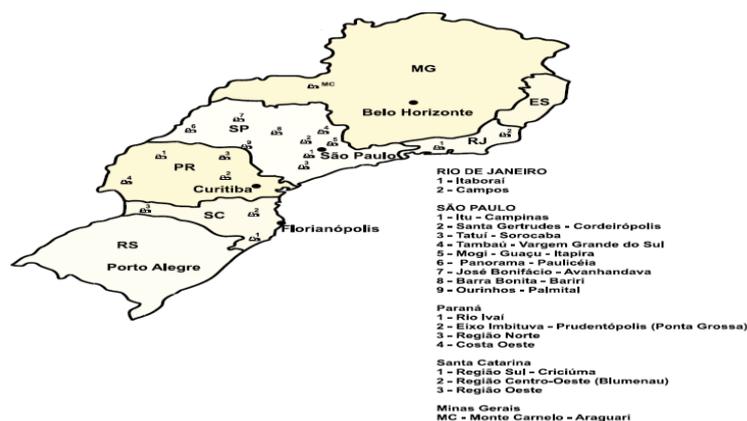
2.1.2 Indústria Cerâmica em Monte Carmelo – MG

Ferreira (2017) realizou um estudo sobre a importância do Arranjo Produtivo Local – APLs, no qual cita a região de Monte Carmelo enquanto território significativo para as indústrias cerâmicas. De acordo com a autora, os APLs são muito importantes para os seus territórios, sobretudo em sua função na geração de emprego e renda para as respectivas regiões. No território onde está o APL de Monte Carmelo (MG), um total superior a 40% das empresas são indústrias cerâmicas. Outro ponto importante se refere às características específicas do segmento da cerâmica estrutural, formado por aglomerados de micro e pequenas empresas, com pouco uso e implementação de novidades tecnológicas, com elevado nível de informalidade, atuando muitas vezes, com uma forma de trabalho quase artesanal. Esse fator é relevante, pois, essas empresas têm concorrentes que fabricam substitutos perfeitos, como blocos e telhas de cimento, telhas de amianto com crisotila e, ainda assim, se mantêm competitivas no mercado.

Diaz et al. (2000) explicam que a região de Monte Carmelo, está localizada no Estado de Minas Gerais, sendo um dos centros de fabricação de cerâmica estrutural no Brasil. Os autores abordam a necessidade de criar subsídios que sejam relacionados com aspectos voltados para a melhoria no atendimento da qualidade dos produtos fabricados, como blocos, tijolos e telhas cerâmicas, por meio da apresentação da caracterização previa dos tipos de argilas atualmente utilizadas para a fabricação dos produtos cerâmicos, pelos produtores da região, bem como seguir as demais normas de qualidade vigentes.

Santana (2008) realizou uma avaliação acerca dos dados do ano de 2005 que estão disponíveis no banco de dados Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) do ano de 2013, apontou que, entre as diversas empresas que fabricam produtos cerâmicos incluindo as cerâmicas vermelhas, a maior parte está na região Sudeste (41,7%), seguida pela região Sul (30,2%), conforme é possível observar na Figura 1.

Figura 1 - Principais polos de cerâmica vermelha em alguns estados do Sul/Sudeste



Fonte: Santana (2008, p. 20).

As regiões Sul e Sudeste de acordo com Medeiros (2006) são as regiões onde está localizada a maior densidade demográfica, maior índice de atividade industrial e agropecuária, a melhor infraestrutura e a melhor distribuição de renda. Por esses motivos há uma grande centralização de indústrias de todos os setores cerâmicos nessas regiões, juntamente com a abundância de matérias-primas, centros de pesquisa, de energia, de universidades e de escolas técnicas.

A esse respeito, Ferreira (2017, p. 67) complementa que:

Os parques cerâmicos existentes no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, que são em número de três e estão localizados em Monte Carmelo, Ituiutaba e Araguari, contam com mais de cem empresas de cerâmica vermelha, segundo o Sindicato das Indústrias de Cerâmica e Olaria do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - SINCOTAP/Ituiutaba e a Associação dos Ceramistas de Monte Carmelo - ACEMC / Monte Carmelo (2015).

Silva (2001) explica que o APL cuja cidade polo é Monte Carmelo, compreende também as cidades de Coromandel, Iraí de Minas e Romaria, de modo que as empresas de cerâmica vermelha são fundamentais para a economia de Monte Carmelo e região, pois, das 69 empresas de transformação habilitadas junto à Prefeitura e à Junta Comercial de Monte Carmelo, no ano de 2000, 49 eram cerâmicas. De acordo com a Associação dos Ceramistas de Monte Carmelo (ACEMC), no ano 2000, as cerâmicas originaram aproximadamente 4 mil empregos diretos. O que significa dizer que 71% das empresas dessa cidade eram cerâmicas e 10% dos empregos estava nelas.

Conforme ressalta Santana (2008) uma grande parcela dos APLs se refere ao setor de cerâmica vermelha, que fabrica materiais que originam índices de insatisfação elevados nos clientes, necessitando assim, de uma ação ordenada na cadeia produtiva, que envolvesse as empresas da construção civil, além de seus fornecedores, objetivando a capacitação técnica, produtiva e gerencial de tais empresas.

2.2 A fabricação de tijolos cerâmicos

Utilização do resíduo cerâmico na indústria

Moreira (2006) explana que os processos de fabricação usados pelos vários setores cerâmicos são parciais ou totalmente semelhantes, podendo se diferenciar conforme tipo de objeto ou material desejado. Geralmente eles envolvem as fases da preparação da matéria-prima e da massa, a etapa de conformação das peças, o tratamento térmico e o acabamento. Muitos produtos são submetidos ainda à esmaltação e à decoração.

Na indústria cerâmica tradicional, Betini (2007) explica que uma boa parte da matéria-prima empregada é natural, obtidas através da mineração. Assim, a primeira etapa de diminuição de partículas e de homogeneização dessas matérias-primas é feita na própria mineração, de modo que depois desta etapa, a matéria-prima ainda precisa passar por beneficiamento, sendo moída ou desagregada, classificada conforme a granulometria e comumente também precisa ser purificada na indústria cerâmica.

Medeiros (2006) observa que é comum que os blocos cerâmicos não atendam às normas técnicas vigentes em relação às suas características geométricas, físicas, mecânicas e visuais, sobrevivendo assim, problemas com a modelagem das paredes, aumentando o consumo de argamassa e revestimento, inexatidão na execução de orçamentos aumentando o desperdício e os custos da obra.

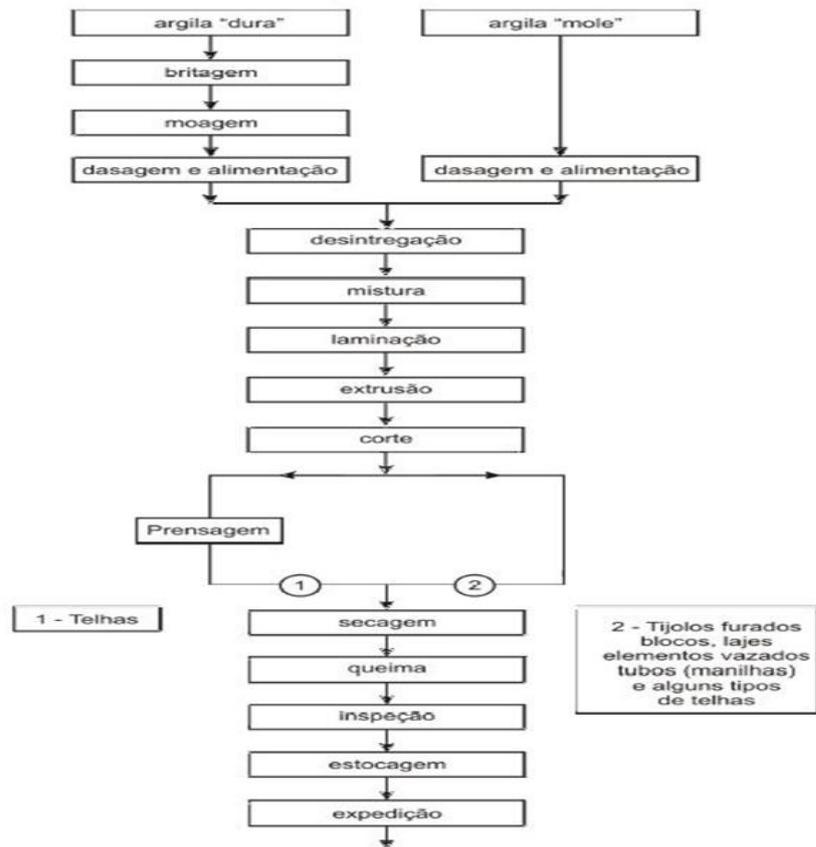
Ripoli Filho (1997) afirma que no Brasil, a indústria de cerâmica utiliza processos de moldagem manuais ou mecânicos podendo ser pela prensagem ou extrusão, a temperatura de queima que varia entre 850 °C e 1000°C, conforme tipo de argila e do forno usado.

Moreira (2006) destaca que os materiais cerâmicos normalmente são produzidos a partir da combinação de duas ou mais matérias-primas, utilizando ainda aditivos e água ou outro elemento. Até para a cerâmica vermelha, que utiliza como matéria-prima somente argila, entram em sua composição dois ou mais tipos de argilas com características distintas, sendo muito raro o uso de uma única matéria-prima.

Moreira (2006) explica que existem vários processos para proporcionar forma às peças cerâmicas, e a escolha deles depende basicamente de fatores econômicos, de geometria e das particularidades do produto. Os processos mais usados são: a colagem, a prensagem, a extrusão e o torneamento. No caso dos tijolos, pode acontecer a conformação por meio da extrusão ou de fôrmas de madeira.

Conforme o site da ABCERAM (2018) a sequência para a fabricação de cerâmica vermelha pode ser explicitada na Figura 2.

Figura 2 – Processo de fabricação da cerâmica vermelha



Fonte: Associação Brasileira de Cerâmica

Betini (2007) explica que no Brasil, antes da extração da argila a céu aberto há a remoção das camadas superficiais do solo, removendo vegetais e raízes, até que a camada de argila seja atingida, depois água do local é drenada, havendo o aproveitamento total da jazida e a concepção de plataformas que tornem o transporte mais fácil. É importante selecionar os depósitos de argila com cuidado, considerando que a rentabilidade da unidade fabril demanda uma produção sem intercorrências durante aproximadamente 20 anos.

Gouveia (2008) esclarece que expor às intempéries ocasiona a lavagem dos sais solúveis, a oxidação e a fermentação da matéria orgânica, ação que provoca a melhoria da plasticidade da argila, tornando a moldagem por extrusão mais fácil, evitando a expansão das peças logo depois da moldagem, e casos de deformações, trincas ou rupturas dos produtos quando estiverem na etapa de secagem, além do surgimento de gases durante o processo de queima.

Nesta etapa, Betini (2007) esclarece que a massa plástica é depositada numa extrusora, ou maromba, para ser compactada e prensada por um pistão ou eixo helicoidal, através de um bocal com formato específico. Obtém-se assim, uma coluna extrudada, com uma seção transversal e em formato e dimensões pretendidos, depois, há o corte dessa coluna, resultando nas peças prontas, como blocos, tijolos vazados, tubos e demais produtos com formato regular.

Utilização do resíduo cerâmico na indústria

Gouveia (2008) ressalta que ao adicionar água, esta merece atenção, pois pode interferir negativamente conforme a quantidade colocada para as próximas etapas do processo de produção. A quantidade de água colocada varia conforme o tipo de conformação (moldagem) pelo qual o produto passará.

Moreira (2006) explica que depois da conformação, as peças (tijolos, blocos, etc.) ainda estão muito úmidas e devem ser colocadas para o processo de secagem. Para que não haja tensões e, por conseguinte, defeito nas peças é preciso retirar essa umidade, lenta e gradativamente, em secadores intermitentes, cujas temperaturas variam entre 50 °C e 150 °C. Nas olarias onde os processos ainda são rudimentares, essa secagem é feita de forma natural.

Na operação de queima, Betini (2007) cita que os produtos contraem suas características finais, sendo de extrema importância na fabricação dos objetos cerâmicos.

O desenvolvimento das características finais destes produtos, tais como cor, brilho, porosidade, resistência a flexão, a altas temperaturas, água, ataque de agentes químicos, entre outras, depende da eficiência desta etapa.

Gouveia (2008) complementa que na fase da queima acontecem reações químicas importantes, que proporcionam aos blocos as suas características finais, tais como a resistência mecânica e a cor. Os aspectos principais que interferem na queima são a temperatura, o tempo, a velocidade para o aquecimento e o resfriamento, a atmosfera do ambiente, o tipo do forno e o combustível usado. Caso a queima seja lenta, a maior parte dos defeitos são extintos, no entanto, ocorre o gasto exagerado de combustível. A queima rápida interessante sob o ponto de vista econômico, mas, pode interferir na qualidade do produto. No entanto, temperaturas baixas ou período de queima curto, colaboram no surgimento de blocos crus, sobretudo em alguns pontos mais frios da câmara de queima.

Betini (2007) ressalta que a temperatura mais adequada para o processo de queima é entre 900°C e 1000°C. É importante que haja um controle rigoroso do aquecimento até que a temperatura máxima desejada seja atingida, para evitar que apareçam defeitos ou ocorra a inutilização do produto.

2.3 Padrão de qualidade cerâmico

Na atual economia globalizada, Betini (2007) explica que existem desafios para aumentar a competitividade no mercado nacional, de modo que as indústrias se veem obrigadas a buscar alcançar padrões de qualidade cada vez superiores, dispendendo de uma relação custo/benefício menor e com menos perdas no processo de fabricação da cerâmica vermelha.

Medeiros (2006) ressalta que no decorrer dos últimos anos, o setor de construção civil tem enfrentado várias mudanças para se manter em um mercado cada vez mais exigente e competitivo. O aparecimento de exigências em relação à qualidade das obras fez com que as empresas do setor de construção a implantassem Sistemas de Gestão da Qualidade efetuando assim, parcerias com

fornecedores melhores qualificados que vendem os produtos como blocos cerâmicos, em conformidade de materiais e componentes.

Moreira (2006) explica que para que as argilas tenham função na fabricação de tijolos, elas precisam ter a capacidade de ser moldadas com facilidade, possuir um valor médio ou alto para a tensão ou módulo de ruptura à flexão, antes e depois da queima; é comum apresentarem a cor vermelha depois da queima a baixas temperaturas, com pouquíssimas trincas e empenamentos.

Em seu estudo Gouveia (2008) constatou que as indústrias cerâmicas que utilizam critérios para controle de qualidade exibem na etapa de queima uma perda entre 0,5% e 1%. No entanto, algumas cerâmicas chegam a apresentar um índice de 10% de perda da produção apenas na etapa da queima. É comum que os rejeitos de peças queimadas sejam alocados no sejam alocados das cerâmicas, em acostamento de estradas ou em terrenos.

Moreira (2006) cita que a qualidade das peças cerâmicas pode ser avaliada quanto à regularidade de formas e as dimensões; se há arestas vivas e cantos resistentes; ausência de fendas, cavidades ou trincas, se é uma massa homogênea; se há o cozimento uniforme, além da facilidade de corte onde a peça apresenta grãos finos e cor uniforme.

Nesse sentido, Matias (2014) afirma que a indústria cerâmica é a responsável pela criação de uma importante quantidade de resíduos, pois a maior parte das fábricas descarta uma grande quantidade de materiais, resultado do produto final, em razão dos critérios de qualidade. É relativamente comum que os materiais que são produzidos exibam, pequenos defeitos, como fendilhação e empenamento, que fazem com que o produto não seja comercializável.

Quando se refere a cerâmica vermelha, devem ser atendidas, além das características técnicas, conforme explica Betini (2007) a exigência de um baixo custo das matérias-primas, levando em consideração que o produto final costuma possuir um valor agregado baixo.

No que se refere ao chamote, Gouveia (2008) explica que ele está diretamente relacionado às perdas originadas durante o processo de produção dos blocos, e quanto melhor for o controle de qualidade durante este processo, menor será o percentual de chamote gerado. Os fornos mais usados na região e na indústria de cerâmica vermelha, são os fornos intermitentes, que são também os que produzem um percentual de perda relativamente alto, em razão das características próprias do processo da queima, que é artesanal, sem muita uniformidade no controle das temperaturas.

2.4 O resíduo cerâmico – chamote

Gouveia e Sposto (2009) explicam que ainda que haja em muitas indústrias cerâmicas a implementação de sistemas para gestão da qualidade para minimizar as perdas ocorridas no processo de produção, essa perda nunca será zerada. Sempre haverá uma porcentagem de perdas na indústria, chamada de perda natural, que acontece diretamente através do resíduo de bloco cerâmico, chamado

Utilização do resíduo cerâmico na indústria

chamote, que pode ser novamente incorporado à massa cerâmica, possuindo vantagens na melhora dos parâmetros pré-queima.

De acordo com Betini (2007) o chamote pode ser conceituado como sendo um subproduto resultante da queima do caulim ou de rejeitos de materiais cerâmicos, sendo um produto originado mediante a queima da argila, até o começo de sua sinterização, quando ele é britado ou moído, dando origem a partículas de tamanhos diversos.

Costa (2017) ressalta que existem os resíduos que são provocados já na etapa final do processo, o chamado chamote, pouco utilizados. Uma vez que já foi queimado, este resíduo cerâmico exibe uma dureza elevada e não podendo, portanto, ser redirecionado para o processo imediatamente antes que haja um tratamento prévio,

Zaccaron et al. (2016) conclui que uma boa parcela dos resíduos gerados após o processo de queima, não são utilizados para outras finalidades, tornando-se um impedimento para seu manuseio, provocando custos com sua locação final nos aterros, assim, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos instituída pela Lei n. 12305/2010 é objetiva ao assegurar que nenhum resíduo pode ter destinação final concretizada de forma irregular.

2.5 Utilização do resíduo cerâmico na indústria

Moreira (2006) afirma que os altos custos da disposição final dos resíduos, as dificuldades e crescentes exigências para o licenciamento dos aterros e a potencialidade de passivo ambiental que estes representam, têm feito com que as empresas promovam a diminuição da geração de resíduos durante seus processos industriais. Quando não é possível, elas buscam alternativas melhores do que simplesmente aterrar os resíduos, pois além de estarem edificando seu desenvolvimento aterrar os colaborando para o desenvolvimento social de modo cada vez mais sustentável. Assim, há uma busca crescente por tecnologias que sejam capazes de desenvolver novas possibilidades para o reaproveitamento dos resíduos de modo ambientalmente seguro e viável do ponto de vista econômico.

Matias (2014) avaliou a viabilidade de incorporar os resíduos de tijolos em lajes e outros produtos cerâmicos, verificando em seus estudos que essa incorporação resulta em menor massa volumica, com menor resistência mecânica e maior absorção de água, no entanto, quando incorporado uma grande quantidade, como em torno de 30 % os resultados já não correspondem aos padrões de qualidade brasileiros.

Rocha e John (2003) explicam que as maneiras adequadas para o aproveitamento dos resíduos como o chamote, ou subprodutos industriais, tais como a matéria-prima secundária, precisam abranger: um amplo conhecimento sobre o processo nas unidades de origem dos resíduos, uma completa caracterização desses resíduos e a identificação da capacidade de aproveitamento e características limitantes da utilização, bem como sua aplicação.

Betini (2007) ressalta que o chamote usado juntamente com a argila serve para a produção de tijolos refratários, de modo que a argila é o elemento plástico que torna possível a moldagem, servindo como composto ligante de sinterização, assim, a mistura entre argila e o chamote pode reduzir as variações naturais das propriedades físicas e químicas.

Betini (2007) destaca que os custos ligados à atual prática de gestão dos resíduos são parte primordial para verificar a viabilidade econômica da reutilização dos resíduos cerâmicos, e por conseguinte, do interesse provocado nas indústrias em elaborar e investir em alternativas de reciclagem.

Por fim, Gouveia (2008) esclarece que o chamote ao ser adicionado na massa cerâmica pode ter resultados positivos no decorrer de todo o processo produtivo, sobretudo, na fase de secagem, por causa dessa adição colaborar para o melhoramento do nível de empacotamento e da morfologia das partículas geradas, precisando, no entanto, apenas da adição do chamote na proporção correta em relação a argila, obtendo-se assim, objetos cerâmicos com qualidade e de acordo com as normas vigentes.

3 METODOLOGIA

Para a compreensão sobre o reaproveitamento do resíduo cerâmico, chamote na fabricação de novos elementos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental, com vistas a compreender e elencar o que outros autores já estudaram sobre o tema, por meio da realização de testes com o reaproveitamento do material residual. Posteriormente, os dados obtidos foram analisados qualitativamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante as pesquisas realizadas foi possível compreender as diversas etapas de fabricação dos produtos da cerâmica vermelha. Após a extração da argila ela é preparada para a fabricação dos utensílios, conforme a Figura 3.

Utilização do resíduo cerâmico na indústria

Figura 3 - Preparação da argila para fabricação dos blocos cerâmicos: homogeneização e laminação.



Fonte: Gouveia (2008, p. 29)

No que se refere à reutilização do chamote para a produção de novos itens, o produto resultante, geralmente do processo de queima, ele primeiro precisa ser moído para que se transforme em pequenas partículas, o moinho pode ser no modelo da Figura 4 a seguir:

Figura 4 – Moinho utilizado para triturar a massa cerâmica



Fonte: Albuquerque (2009, p. 12).

A Figura 5 apresenta um exemplo dos equipamentos usados na etapa de moldagem e corte dos blocos cerâmicos.

Figura 5 – Boquilha de moldagem e mesa de corte



Fonte: Gouveia (2008, p. 30)

Na fase de secagem a área com maior umidade (interior da peça) é submetida a uma tensão de compressão e a parte externa passa por uma tensão de tração, que pode resultar no surgimento de alguns defeitos, que podem ser evitados por uma operação de controle de secagem. A secagem pode ser natural, através do ar e luz solar conforme a Figura 6.

Figura 6 – Blocos cerâmicos em secagem natural



Fonte: Gouveia (2009, p. 32)

Ou ainda pode ser feita a secagem artificial por meio da estufa de secagem, conforme a Figura 7 a seguir.

Figura 7 – Estufa de secagem



Fonte: Gouveia (2008, p. 33)

Por fim, um dos pontos mais importantes para o processo de fabricação dos utensílios cerâmicos é a queima, que pode ser realizada em dois tipos mais comuns de fornos, apresentados na Figura 8 a seguir.

Figura 8 – Forno abobadado e forno túnel respectivamente.

Utilização do resíduo cerâmico na indústria



Fonte: Ferreira (2017, p. 112)

Após a secagem podem ser originados os resíduos cerâmicos ou chamote, que correspondem a uma perda significativa da produção, quando não é reutilizado, gerando ainda prejuízos ambientais, devido ao seu descarte constantemente inadequado.

5 CONCLUSÃO

O chamote resultante do processo de queima pode ser reutilizado como parte na composição de novos blocos cerâmicos.

Dentre os pontos positivos disso é que ao reutilizar o chamote, a empresa não irá gerar resíduos no meio ambiente, além da melhoria da qualidade do produto final, e a redução significativa das perdas no processo produtivo.

E como ponto negativo, é possível citar que a implantação do sistema de moagem possui um custo muito elevado para implantação, que levaria muito tempo para se pagar o investimento.

Após a pesquisa teórica sobre a utilização do chamote na incorporado à massa, foi possível concluir que o mesmo poder ser utilizado na preparação de artefatos que se utilizam de argila na sua composição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L. M. C.. **Reciclagem e estudo de reaproveitamento de resíduos cerâmicos de indústria de louça sanitária.** 2009. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5709>>. Acesso em: 12 maio 2018.

BETINI, D. G.. **Inovação na tecnologia de produtos de cerâmica vermelha com uso de chamote em São Miguel do Guamá.** 2007. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2007. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/ppgec/data/producaocientifica/danielebetini.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2018.

COSTA, J. K. G.. **Reincorporação de resíduo cerâmico da indústria de louça sanitária na linha de produção.** 2017. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Minas, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Araxá, 2017. Disponível em: <http://www.engminas.cefetmg.br/galerias/arquivos_download/Janaxna_Kristina_Gomide_Costa.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2018.

GETEC, v.10, n.30, p.71-89/2021

CRUZ, A. A.. **Análise de viabilidade econômica para reutilização de resíduo de cerâmica vermelha por meio de moagem.** 2016. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7335/1/PB_DAMEC_2016_2_05.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2018.

DIAS, J. F. et al. Caracterização de argilas utilizadas para fabricação de cerâmica estrutural na região de Monte Carmelo, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 14., 2000, São Pedro. **Anais...** . São Pedro: Ufu, 2000. p. 2501 - 2508. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/cd/cbecimat/2000/Docs/TC101-043.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

DONDE, M. ; FABBRI, B. ; MARSIGLI, M. “**Resenha das experiências de reciclagem de resíduos industriais e urbanos na produção de tijolos**”. *Cerâmica Informação*, n. 1, p.17-29, nov./dez. 1998.

FERREIRA, J. B.. **Arranjos Produtivos de Cerâmica Estrutural:** uma análise comparativa dos arranjos localizados em Monte Carmelo (MG), Porangatu (GO) e Itabaianinha (SE). 2017. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/19771/1/ArranjosProdutivosCeramica.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

GOUVEIA, F. P.. **Efeito da Incorporação de Chamote (Resíduo Cerâmico Queimado) em massa cerâmicas para a Fabricação de Blocos Cerâmicos para o Distrito Federal:** Um Estudo Experimental. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/33529417.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

GOUVEIA, F. P.; SPOSTO, R. M.. **Incorporação de chamote em massa cerâmica para a produção de blocos:** Um estudo das propriedades físico-mecânicas. 2009. 5 f. Monografia (Especialização) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ce/v55n336/12.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

MAGALHÃES, S. F. B.. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos na fábrica nova São José de Itacoatiara/AM:** um estudo de caso. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Processos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2016. Disponível em: <<http://ppgep.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao2016-PPGEP-MP-CileneFariasBatistaMagalhaes.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2018.

MATIAS, G. M. L.. **Argamassas de reabilitação com resíduos de cerâmica.** 2014. 341 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2014. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/26467/1/Argamassas%20de%20Reabilita%C3%A7%C3%A3o%20com%20Res%C3%ADduos%20de%20Cer%C3%A2mica.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

MEDEIROS, E. N. M.. **Sistema de gestão da qualidade na indústria de cerâmica vermelha:** estudo de caso de uma indústria que abastece o mercado de Brasília. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estruturas e Construção Civil, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M06-4A-Elisandra-de-Medeiros.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2018.

MOREIRA, A. S.. **Avaliação da utilização de resíduo gerado em sistemas úmidos de filtragem de particulados de fundição como matéria-prima na construção civil:** estudo em tijolos de cerâmica

Utilização do resíduo cerâmico na indústria

vermelha. 2006. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/BUOS-8DXNPH>>. Acesso em: 15 set. 2018.

OLIVEIRA, J. N. et al. Caracterização e avaliação das propriedades cerâmicas de argila utilizada em cerâmica estrutural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 21., 2014, Cuiabá. **Anais...** . Cuiabá: Cbecimat, 2014. p. 630 - 637. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/21cbecimat/CD/PDF/104-046.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

PENA, S. D. et al. **Melhoria do processo produtivo de uma empresa do setor oleiro-cerâmico por meio da utilização de técnicas de produção enxuta e de avaliação de impactos ambientais.** 2012. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Estado do Pará, Belém, 2012. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/spolm/sites/www.marinha.mil.br/spolm/files/102810.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

PEREIRA, C.; BERTAN, F. M.. **Adição de chamote em massa de cerâmica vermelha para a produção de telha natural branca.** 2012. 18 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Cerâmica e Vidro, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/994/1/Cristiano%20Pereira.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2018.

POSSA, S. A.; ANTUNES, E. G. P. Proposta de reutilização do resíduo de cerâmica vermelha proveniente da construção civil e demolições no município de Criciúma, SC. **Tecnologia e Ambiente**, [s.l.], v. 22, p.147-161, 1 dez. 2016. Fundação Educacional de Criciúma- FUCRI. <http://dx.doi.org/10.18616/ta.v21i0.2968>.

PRADO, U. S.; BRESSIANI, J. C.. Panorama da indústria cerâmica brasileira na última década. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 56., 2012, Curitiba. **Anais...** . Curitiba: Lining Consultoria Ltda, 2012. p. 3035 - 3047. Disponível em: <<https://www.ipen.br/biblioteca/2012/eventos/cbc/18423.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2018.

RIPOLI FILHO, F.. A Utilização do Rejeito Industrial Cerâmico - Chamote - como Fator de Qualidade na Fabricação de Elementos Cerâmicos:: um Estudo Experimental. **Cerâmica**, Santa Maria, v. 01, n. 43, p.132-138, jan. 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/ce/v43n281-282/4841.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

ROCHA, J. C.; JOHN, V. M. Introdução. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional.** Porto Alegre: ANTAC, 2003. Cap. 1, p. 5-7.

SANTANA, A.. **Cerâmica vermelha para construção:** telhas, tijolos e tubos. Brasília: Sebrae, 2008. 95 p. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/09/ESTUDO-CERAMICA-VERMELHA.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2018.

SILVA, P. R.. Cotidiano e Trabalho: trabalhadores ceramistas em Monte Carmelo de 1970 a 2000. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2001. **Dissertação** de mestrado.

ZACCARON, A. et al. Adição de chamote na massa de cerâmica vermelha como valorização de resíduo na fabricação de blocos de vedação: estudo em escala laboratorial. **Revista de Engenharia e Construção Civil**, Curitiba, v. 3, n. 1, p.1-16, Não é um mês valido! 2016. Semestral. Disponível em: <<http://ceramicaindustrial.org.br/pdf/v19n3/v19n3a06.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

