

Diagnóstico da indústria de cerâmica vermelha de São Roque do Canaã, ES

Elvis Pantaleão Ferreira ^{1*} , Alessandra Savazzini dos Reis ¹ , Geovana Carla Girondi Delaqua ² , Afonso Rangel Garcez de Azevedo ² , Carlos Mauricio Fontes Vieira ² 

¹ Instituto Federal do Espírito Santo, IFES, Rodovia ES 080 km 97, 29660-000, Santa Teresa, ES, Brasil

² Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Av Alberto Lamego 2000, 28013-602, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil

*e-mail elvispf@ifes.edu.br

Resumo

São Roque do Canaã está localizado na região central do estado do Espírito Santo, é um dos maiores produtores de cerâmica vermelha do estado. Apesar de ser uma atividade de longo tempo, não há trabalhos publicados de cunho científico que apresentem uma análise do setor no tocante a seus processos tecnológicos implantados e desenvolvidos, desafios, dificuldades e limitações do setor. A presente pesquisa, portanto, visa apresentar um pioneiro diagnóstico deste importante setor produtivo. Para tanto, mediante pesquisa exploratória e descritiva in loco, foi possível apresentar um levantamento dos principais produtos concebidos, mercados consumidores, temperatura de queima, tipo de combustível, tipo de forno, e desafios do setor. De modo geral, as limitações do aumento da oferta de produtos estão associadas à falta de linhas de crédito para a modernização do setor, baixa disponibilidade de mão de obra, falta de caracterização tecnológica das matérias-primas, falta de controle de qualidade dos produtos fabricados entre outros. Contudo, importantes iniciativas visando o desenvolvimento do setor têm sido lideradas pelo Sindicer, SEBRAE, FINDES e SENAI ES.

Palavras-chave: Indústria cerâmica; cerâmica vermelha; São Roque do Canaã, ES.

1. INTRODUÇÃO:

A indústria de cerâmica vermelha, também denominada de cerâmica estrutural, é um segmento produtivo da indústria de transformação de minerais não-metálicos, tendo como matéria-prima a argila. Trata-se de empreendimentos que dependem da exploração de jazidas, tendo que atender uma complexa legislação do setor ambiental e mineral [1,2]. Os produtos designados de cerâmica vermelha são materiais com coloração avermelhada, empregados sobretudo na indústria da construção civil, dentre eles, blocos e tijolos de vedação e estruturais, telhas, elementos vazados, tubos, entre outros, e os empregados como utilitários de uso doméstico, como potes, vasos, painéis, filtros de barro [3].

O tom avermelhado dos produtos é resultado da presença de minerais ferruginosos nas argilas. De um modo geral, o setor de cerâmica vermelha brasileiro destinado à construção civil apresenta-se deficiente em indicadores de desempenho e levantamentos da evolução do número de empresas e dados estatísticos precisos. Contudo, estima-se que o segmento é composto por pouco mais de 7 mil

empresas, com destaque nas regiões Sudeste, Sul, e Nordeste, distribuídas em diversos polos [4], as quais geram muitos empregos locais e apresentam forte apelo social [5].

A produção média anual brasileira é estimada em cerca de 100 bilhões de peças cerâmicas, sendo 30% correspondente à produção de telhas e 70% em blocos cerâmicos, com faturamento anual estimado em R\$ 30 bilhões de reais, responsável por cerca de 300 mil postos de trabalho direto e pouco mais de 900 mil empregos indiretos [6,4]. Segmento industrial de fundamental e de notória importância para o suporte à construção civil, por terem seus produtos majoritariamente destinados a este setor, impulsionando também o desenvolvimento econômico e social, regional e local.

O Espírito Santo, estado da região Sudeste do Brasil, apresenta importante contribuição no cenário nacional no âmbito do segmento produtivo da Indústria de Cerâmica Vermelha, ICV, com polos presentes nas regiões Norte, Centro e Sul do Estado (Fig.1), destinados à produção sobretudo de peças cerâmicas como telhas diversas, tijolos furados e maciços, blocos de vedação e estruturais, entre outros, e em menor escala, manilhas e tubos.

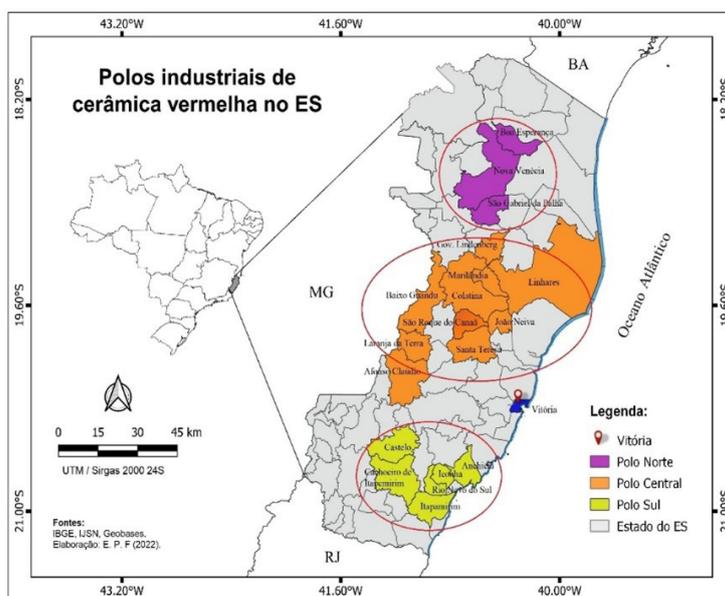


Figura 1. Polos ceramistas no ES

As indústrias de cerâmica vermelha presentes do polo central do estado do Espírito Santo possuem o maior potencial de produção de telhas e de blocos de vedação. Com destaque para os municípios de São Roque do Canaã, Colatina e Linhares, nessa ordem de importância. O município de São Roque do Canaã destaca-se no polo industrial de cerâmica vermelha da região central capixaba, com o maior número de empresas dedicados ao setor, de médio e pequeno porte. Município de tradição na confecção de produtos de cerâmica vermelha, pioneirismo marcante que traz símbolos relacionados ao setor em sua bandeira municipal.

Segundo o Anuário Mineral Brasileiro, o município possui 4% das reservas de argila no Espírito Santo, o que representa cerca de 4 milhões de t [7]. A atividade ceramista em São Roque do Canaã é uma importante fonte geradora de empregos e receita para o município. Setor de expressiva relevância econômica e social, responsável por aproximadamente 30% dos postos de trabalho da população economicamente ativa do município [8], o que representa algo em torno de 500 empregos diretos, distribuídos nas empresas do setor, e por cerca de 300 postos de trabalho indiretos.

Apesar da ICV ser uma atividade de longo tempo na região, não há trabalhos publicados de cunho científico que apresentem a análise do setor no tocante a seus processos tecnológicos implantados e desenvolvidos, desafios, dificuldades e limitações do setor no município pesquisado. A presente pesquisa, portanto, visa apresentar um pioneiro diagnóstico da indústria cerâmica vermelha de São Roque do Canaã, ES. Almejando assim, fornecer subsídios que contribuam para futuros investimentos e pesquisas visando o fortalecimento deste importante setor cerâmico e potencializando a qualidade dos produtos e o desenvolvimento socioeconômico da região.

1.1. Evolução da indústria cerâmica vermelha no Brasil e no estado do Espírito Santo:

A confecção de peças cerâmicas é uma das atividades mais antigas da humanidade, com registros que remontam ao período pré-histórico. As primeiras peças surgiram para fins utilitários, destinadas para armazenar alimentos e água. Sendo consideradas as primeiras manifestações artísticas desenvolvidas pelos seres humanos [9,10]. A descoberta do fogo trouxe um grande impulso para a produção de cerâmica. O domínio do fogo permitiu aos primeiros ceramistas perfeição em suas técnicas e criação de peças mais complexas e duráveis. A queima das peças cerâmicas no fogo transformava a argila em cerâmica, tornando-a mais resistente [11].

À medida que as civilizações antigas evoluíram, a cerâmica ganhou um papel cada vez mais importante na sociedade. Além de seu uso funcional, ela também foi usada para fins artísticos e cerimoniais, como a criação de vasos ornamentais e decorativos religiosos e posteriormente destinada a construções, mediante produção sobretudo de tijolos e telhas [12]. No Brasil contemporâneo, o mercado de cerâmicas tradicionais divide-se nos segmentos de (a) cerâmicas brancas como louças de mesa, louças sanitárias; (b) cerâmicas artísticas; (c) cerâmica de revestimento, que se enquadram as placas cerâmicas para azulejos e pisos e os porcelanatos, e as (d) cerâmicas vermelhas como telhas e blocos. Em linhas gerais são materiais produzidos a partir de processos semelhantes [13].

A partir da industrialização do Brasil na década de 1960-1970 e consequente expansão da urbanização foi observada uma acelerada demanda por produtos cerâmicos destinados à construção civil, sobretudo blocos e telhas. Impulsionando, assim, o surgimento de várias indústrias ceramistas, chamadas muitas vezes de olarias, com o uso intensivo de mão de obra não qualificada, e caracterizada por perfil essencialmente artesanal, de baixa eficiência. Além disso, grande parte das olarias apresentam organização simples e familiar [14]. Nos dias de hoje, embora haja o Programa Setorial de Qualidade PSQ do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat PBQP-H, ainda prevalece a pouca modernização no setor, e, portanto, são consideradas em sua grande maioria tecnologicamente atrasadas [3,15].

As regiões Sudeste, Sul, e Nordeste do Brasil têm destaque no segmento da indústria cerâmica vermelha, composto por cerca de 7 mil empresas formais, distribuídas em diversos polos [4] muito pulverizadas por todo o país e apresentando unidades próximas aos mercados consumidores [14], estratégia devido ao custo agregado dos produtos de cerâmica vermelha serem baixos, e com isso, o frete influenciar bastante no valor final. Pesquisas apontam que a indústria cerâmica brasileira apresenta participação na ordem de 1,0% no Produto Interno Bruto PIB, e no PIB industrial 2,5%, o que representa grande importância econômica para o país. Especificamente, o segmento de cerâmica vermelha representa cerca de 0,4% do PIB nacional, valor equivalente a pouco mais de R\$ 7 bilhões/ano [16,17,14].

Em estudo realizado sobre os blocos cerâmicos produzidos no polo ceramista central do ES foi constatado que 74% das 19 empresas pesquisadas não atendiam aos requisitos dimensionais, 90% não atendiam aos requisitos geométricos, 79% não obedeceram ao limite de absorção de água e nenhum bloco atendeu à resistência mecânica estipulada em norma [18], o que corrobora a necessidade de melhoria tecnológica no setor cerâmico capixaba. Na época do estudo a produção do polo central do ES variava de 56 mil a 1 milhão de peças produzidas ao mês e atendia à região do ES e outros estados vizinhos.

No estado do Paraná, em estudo similar foi constatado que as dimensões de blocos cerâmicos fabricados em uma olaria pesquisada não atendiam ao desvio limite dimensional da norma para os blocos [19]. E, em Chapecó, SC, blocos de dez empresas de cerâmica foram analisados, os resultados mostraram que 30% das empresas tiveram blocos rejeitados na análise geométrica, 40% na absorção de água e 60% na resistência à compressão [20]. Pesquisa semelhante realizada de blocos cerâmicos fabricados no estado do Maranhão também apontaram a necessidade de controle de qualidade nas olarias presentes no estado, pois elas não atenderam critérios de qualidade [21]. O que reafirma mais uma vez a necessidade de se conhecer o perfil das olarias e suas demandas de produção e de tecnologia que influenciam na qualidade final dos produtos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS:

2.1. Área de estudo:

O município de São Roque do Canaã está localizado especificamente na mesorregião central espírito-santense, entre as coordenadas 19° 44' 19" latitude sul e 40° 39' 32" longitude oeste (Fig.2). Possui área de 341,944 km², está inserido na porção média da bacia hidrográfica do Rio Santa Maria do Rio Doce, o qual banha todo o município, nas proximidades do vale do Canaã que abrange o município vizinho de Santa Teresa.

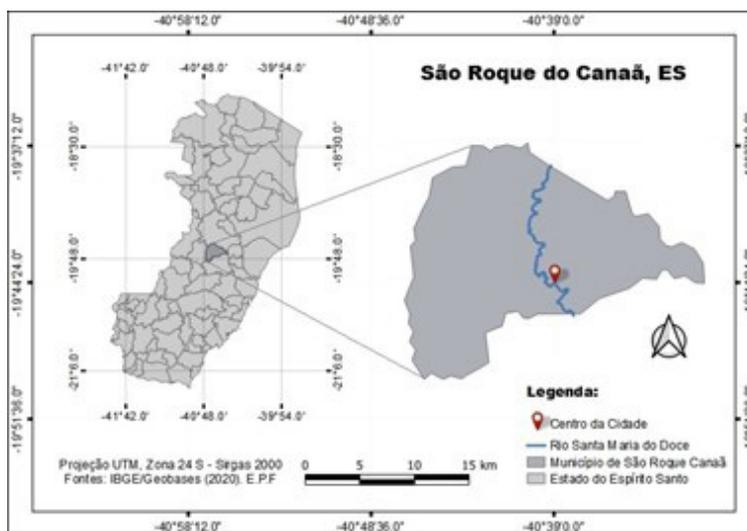


Figura 2. Localização espacial do município de São Roque do Canaã, ES

O município se distancia cerca de 110 km de Vitória, capital do ES. Apresenta base econômica centrada na agropecuária, com destaque na cafeicultura e fruticultura, pequenas agroindústrias destinadas ao processamento de frutas como a goiaba, e recentemente o cacau, fábricas de esquadrias de madeira, produção de cachaça artesanal e sobretudo as tradicionais indústrias de cerâmica vermelha [8]. Atualmente há no município 10 empreendimentos dedicados ao ramo ceramista. A distribuição espacial das indústrias de cerâmica vermelha está situada ao longo das Rodovias Estaduais ES 080 e ES 448 (Fig.3) que formam os principais corredores de escoamento da produção. Sendo os principais centros comerciais os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia, além de abastecer também o mercado interno do Espírito Santo, o qual apresenta obras de grande vulto em andamento.

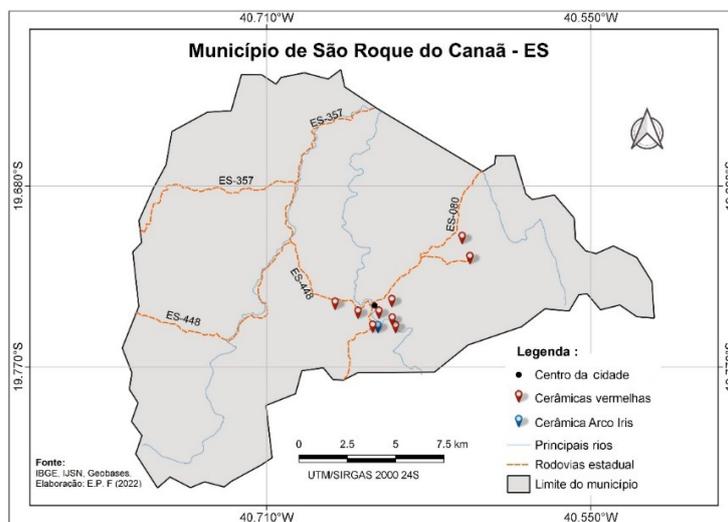


Figura 3. Localização espacial das ICV em São Roque do Canaã

2.2. Métodos:

O estudo é baseado em pesquisa exploratória e descritiva in loco, momento em que foram visitadas as indústrias cerâmicas e áreas de extração das matérias-primas. Ocasão para coleta de dados, entre eles os principais produtos fabricados, mercados consumidores, temperatura de queima, tipo de combustível, tipo de forno, entre outras informações, necessárias para obtenção do diagnóstico do setor cerâmico de São Roque do Canaã. Concomitantemente foram obtidos registros fotográficos e coordenadas geográficas por Global Positioning System GPS, das áreas visitadas.

A coleta de dados foi guiada por entrevistas não estruturadas, mediante contato direto e interativo do pesquisador com a situação objeto de estudo, apresentando como característica essencial o enfoque descritivo. A pesquisa também constou da elaboração de mapas de localização espacial dos empreendimentos já descritos nas Fig.1, Fig.2 e Fig.3. Os mapas foram elaborados com uso do software de sistema de informação geográfica SIG, o Quantum GIS, versão 3.16 Hannover, mediante planos de informações disponibilizadas nos portais do Instituto Jones dos Santos Neves IJSN/ES, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE, e pelo Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo Geobases.

Posteriormente, foram realizadas análises termogravimétricas por TG/DTG de oito massas argilosas, adquiridas de distintas cerâmicas presentes no município. A análise termogravimétrica é uma ferramenta útil no estudo das propriedades físicas e químicas de materiais durante o aquecimento, mediante análise do termograma, em especial para as matérias-primas argilosas. Para tanto, foi empregado o analisador térmico Netzsch TG 209 F1 Libra®, presente no Laboratório de Tecnologia em Cerâmica do IFS campus Santa Teresa. Os parâmetros de leitura foram variação de temperatura entre 25 e 1100 °C, em atmosfera inerte com nitrogênio (N₂), sob fluxo de 15 mL/min e taxa de aquecimento de 10°C/min.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO:

O segmento industrial de cerâmica vermelha, presente no município de São Roque do Canaã, teve início na década de 1960, município pioneiro entre todos dedicados ao setor em âmbito estadual. Quanto ao processo produtivo predominam empreendimentos de pequeno e médio porte, de propriedade e estrutura de gestão familiar, muitas delas transmitidas de uma geração para outra. O processo de produção de telhas e blocos empregado na ICV assemelha-se parcialmente aos demais produtos do segmento cerâmico. Os processos de fabricação podem diferir conforme o tipo de material desejado. Contudo, de forma geral as etapas compreendem a extração das matérias-primas, formulação e mistura da massa, conformação, secagem, e queima, sendo alguns produtos submetidos à esmaltação [22,3]. A seguir, são apresentadas e discutidas as principais etapas do processamento para blocos e telhas implementados nas indústrias cerâmicas de São Roque do Canaã.

A primeira etapa para a confecção dos produtos cerâmicos consiste na extração da matéria-prima. O processo envolve conhecimento geológico, caracterização tecnológica da argila, a posse da jazida e a legalização da exploração por órgãos competentes, entre eles a Agência Nacional de Mineração ANM, o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos IEMA/ES e da secretaria municipal de meio ambiente [23]. É importante que o processo da extração das argilas respeite sempre os limites legais das legislações, em especial as ambientais. Os materiais argilosos da região são de origem geológica de bacia sedimentar fanerozóica [24] que proporcionou depósitos argilosos com potencial para produção de cerâmica vermelha e de revestimento.

As cerâmicas de São Roque do Canaã estão localizadas nas proximidades do vale do Canaã, que apresenta geomorfologia local formada por vales e colinas, e poucas zonas aplainadas do relevo. Os materiais argilosos coletados exibem comportamento térmico análogo de argilas caulínicas, conforme apontou as análises termogravimétricas de oito massas argilosas, adquiridas de diferentes indústrias cerâmicas (Fig.4).

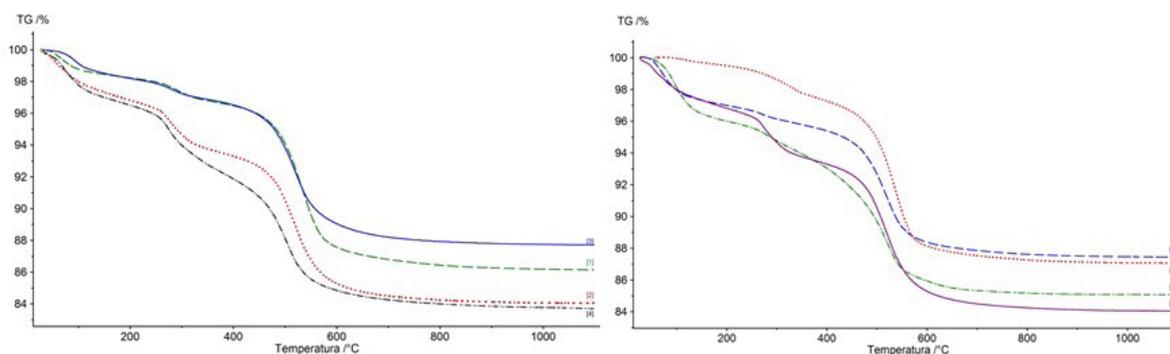


Figura 4. Caracterização térmica das argilas coletadas

As massas argilosas apresentam eventos térmicos similares de perda de massa. Os primeiros eventos estão associados à perda de água higroscópica e adsorvida nas intercamadas dos argilominerais. Por volta de 285 °C ocorrem picos endotérmicos, momento em que é registrada a perda de massa conexas à desidratação da gibbsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Na faixa de temperatura entre 250 a 350 °C também há processo de decomposição de material orgânico e sulfetos, presentes na composição do material argiloso, e igualmente ocorre a transformação da goethita ($\alpha\text{-FeO(OH)}$) em hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$) [25,26,27].

Na temperatura de 540 °C ocorrem reações com pronunciada perda de massa, que compreende a desidroxilação da caulinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), momento térmico que consiste na perda de grupos hidroxila da estrutura da argila na forma de água de constituição. Nesta ocasião as propriedades das argilas passam a ser irreversíveis [28]. No estágio final dos eventos térmicos as amostras apresentam perda de massa variando de 10,3 a 12,6%, que pode estar relacionada à ausência de argilas expansivas e carbonato de cálcio (CaCO_3). A partir dos eventos registrados na análise das matérias-primas, pode-se dizer que apresentam comportamento térmico conveniente às argilas usadas na cerâmica vermelha.

Para a obtenção das argilas, as empresas comumente possuem jazidas próprias para extração, há também empresas que arrendam áreas para extração que apresentem características adequadas ao processo/etapa produtiva. É comum também as olarias trabalharem com massas cerâmicas contendo mais de um tipo de argila, de modo a promover “ajuste” de trabalhabilidade na massa. Na Fig.5(a) é apresentado exemplo de área em estágio inicial de extração da argila. Após isso a matéria-prima é transportada em caminhões caçamba para o pátio das empresas, onde o material fica em “descanso”, processo denominado tecnicamente de sazonalamento. Período necessário para que a matéria-prima fique mais homogênea e estável, por meio de processos físico-químicos, como a decomposição de material orgânico, dissolução de sais, e desagregação de aglomerados (Fig.5(b)).



Figura 5. (a) Extração da argila; (b) sazonalamento da argila no pátio da ICV

O sazonalamento deve ser realizado a céu aberto com cada tipo de argila, que pode ser separada em porções específicas ou em camadas, em forma de “sanduíche”, em períodos que variam de dias, meses ou anos, isso vai depender das características das matérias-primas, para posteriormente compor a massa, destacam [29,13]. Por falta de espaço, é comum as olarias fazerem o sazonalamento nas mesmas áreas de extração das argilas. Pesquisas [29,30] apontam que o processo de sazonalamento confere às argilas melhores características tecnológicas, além de proporcionar melhor trabalhabilidade nos equipamentos de conformação em relação àquelas imediatamente extraídas da jazida e submetidas ao processo industrial.

Após o sazonalamento, a próxima etapa consiste na formulação das massas. De posse das características tecnológicas as argilas são misturadas e homogeneizadas em proporções específicas, e seu teor de umidade, umidade de conformação, é “ajustado” à produção. Embora essa etapa envolva conhecimento técnico de profissionais qualificados, em boa parte das industriais cerâmicas no Brasil a composição das massas é realizada pelo conhecimento empírico [31,3]. Tal prática é a utilizada na região em questão, onde a grande maioria das empresas elabora suas massas baseadas na experiência empírica dos profissionais.

As massas cerâmicas locais são geralmente elaboradas com uso de dois, três e até quatro tipos de materiais argilosos de características distintas, denominadas de argilas fortes e fracas, conforme maior ou menor plasticidade, almejando uma mistura ideal para obtenção de massa cerâmica destinada para conformação das peças. No processo é comum misturas de resíduos de rochas e pó de minério de ferro, porém por falta de pesquisa, cada indústria adota sua quantidade a ser adicionada a massa.

Além da caracterização tecnológica individual das argilas a serem utilizadas, os critérios a serem considerados na composição das massas vão depender, também, das condições de processamento a serem utilizadas, propriedades finais desejadas do produto a ser fabricado, das características do processo de fabricação e do procedimento empregado. Trabalho publicado [3] ressalta a importância de manter as proporções constantes das misturas, permitindo e ou minimizando problemas de não conformidade. Os principais equipamentos utilizados para preparação da massa são o caixão alimentador, desintegradora, laminador e misturador. A massa preparada fica acondicionada em depósito coberto (Fig.6), em seguida é direcionada ao processo produtivo.



Figura 6. Depósitos de massas preparadas

A extrusão é a etapa seguinte que ocorre dentro da unidade de produção, na Fig.7 é mostrada uma vista parcial do interior de unidade produtiva de cerâmica vermelha, presente no polo. O procedimento de extrusão é realizado por equipamento a vácuo denominado extrusora, com objetivo de promover a retirada de ar da massa, compactá-la. Em seguida, através de uma boquilha com saída única (Fig.7(a)) ou múltipla (Fig.7(b)) ocorre a conformação do produto desejado, como tijolos vazados ou maciços, blocos de vedação ou estruturais, entre outros. No caso da produção de telhas, os bastões ou “tarugos” ora conformados são encaminhados para prensagem, moldando assim o formato da telha desejado.



Figura 7. Vista parcial de unidade de produção de cerâmica vermelha presente no polo: (a) boquilha com saída individual e (b) boquilha com saída dupla

Para adequada extrusão a massa deve estar o mais uniforme possível, além de garantir boa plasticidade e possuir adequado teor de umidade. Nas empresas ceramistas de São Roque do Canaã essa umidade varia entre 26-30% para blocos e de 28-31% para telhas, conforme as características da massa argilosa. A plasticidade e grau de umidade são muito relevantes, sendo responsáveis pela adequada moldagem da massa argilosa extrudada, e por manter a forma geométrica das peças produzidas. Pesquisa [3] aponta que, caso o sistema argila-água não esteja adequado, pode haver aumento do consumo de energia elétrica pela elevada corrente do equipamento ou ocorrer a deformação dos produtos. Apesar de relevante, é comum a plasticidade e a umidade serem determinadas pela habilidade do operador de forma empírica.

Após a conformação é necessário eliminar o máximo possível da umidade contida nos produtos, ideal que após esse processo a umidade esteja inferior a 3%. Sendo este um grande gargalo do processo produtivo, uma vez que poucos ceramistas conseguem este valor, o que danifica os produtos na etapa de queima. Pesquisas [32,33] apontam que secagens ineficientes contribuem para promover perdas excessivas de materiais, sobretudo por trincas, fissuras e estouros de materiais no interior do forno quando submetidos à etapa de queima, ocasionada pela repentina saída da água durante o aquecimento (Fig.8(a)), o que tem contribuído para o descarte de produtos que se tornam resíduos.

Nas indústrias ceramistas de São Roque do Canaã, o processo de secagem ocorre de forma natural em galpões com cobertura com uso de ventilação forçada para blocos e tijolos, e secagem artificial em estufas e secadores para telhas, onde é empregada ventilação e exaustão forçada com ar quente para remoção da água de conformação. Não é empregada secagem ao ar livre. Dependendo da composição das massas este processo requer de 12 a 36 h para completar o ciclo de secagem (Fig.8(b)).



Figura 8. (a) Peças defeituosas descartadas; (b) secagem dos blocos/telhas, em galpões

Após o processo de secagem as peças cerâmicas são encaminhadas ao tratamento térmico, processo comumente denominado de queima. É oportuno destacar que uma adequada eficiência de secagem contribui diretamente para minimizar custos da demanda energética nos fornos, uma vez que reduz o tempo de queima. Os fornos utilizados pelas ICV variam conforme cada região, mas todos comumente são compostos com painéis equipados com sensores termopares indicadores de temperatura.

As indústrias de cerâmica vermelha de São Roque do Canaã majoritariamente utilizam o forno tipo paulistinha, embora haja também um do tipo abóbada e um Hoffmann, esse último em desuso (Fig.9). O combustível utilizado nos fornos para a queima das peças cerâmicas são a madeira de reflorestamento e resíduos da serragem de madeira, sendo este último predominante e de valor mais atrativo, uma vez que há na região muitas fábricas de esquadrias de madeira. Quanto à temperatura de queima das peças cerâmicas, comumente para a queima de blocos e tijolos as temperaturas variam de 750 a 800 °C e para produção de telhas temperaturas entre 850 e 950 °C.



Figura 9. (a) Forno tipo paulistinha; (b) forno tipo Hoffmann

Após a queima, os produtos são classificados, momento em que as peças são selecionadas conforme a exigência de cada centro consumidor. Neste momento os produtos defeituosos que sofreram algum dano como produtos mal queimados, trincados, entre outros são separados/descartados. No caso das telhas, após serem classificadas, são comercializadas na forma rústica, ou encaminhadas ao processo de esmaltação, agregando maior valor ao produto, sendo possível a produção de telhas esmaltadas com diversas cores. As telhas também podem ser submetidas a hidrofugação, que consiste em impregnar a telha com solução impermeabilizante. Para serem submetidas aos processos as peças são devidamente limpas com jatos de ar comprimido, para eficaz otimização da aplicação.

Em seguida, as peças são destinadas ao mercado consumidor, por intermédio de empresas de materiais de construção ou negociadas diretamente com as construtoras. O transporte ocorre em caminhões com uso de paletes, sendo carregado com auxílio de empilhadeiras, ou carregamento manual, conforme o destino da carga. O tom avermelhado dos produtos, como pode ser visto na Fig.10, é resultado da ação de minerais portadores de compostos de ferro entre eles a goethita ($\alpha\text{-FeO(OH)}$), ferrihidrita ($\text{Fe}_5\text{HO}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), lepidocrocita ($\gamma\text{-FeOOH}$), hematita ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$), responsáveis por esta pigmentação [34].



Figura 10. Transporte de blocos em paletes

A produção das ICV de São Roque do Canaã é destinada ao mercado interno do estado do Espírito Santo e aos estados de Minas Geras, Bahia e Rio de Janeiro nessa ordem de importância. Dados publicados por [16] apontam que para tijolos/blocos a distância comumente viável para o transporte rodoviários aos mercados consumidores é em geral cerca de 300 km, para o mercado de telhas, pode chegar até 700 km no caso de telhas especiais. Contudo, dados obtidos in loco, relatam que devido à qualidade das telhas especiais produzidas em São Roque do Canaã, estas de modo não raro são destinadas a mercados consumidores a distâncias de até 1800 km.

O grande propulsor da ICV é o mercado da construção civil, que foi afetado pelas limitações impostas pela pandemia da Covid-19, o que impactou fortemente as indústrias do setor, inclusive com fechamento de empresas. Após enorme demanda reprimida o setor vem se recuperando lentamente e já demonstra força na retomada do consumo de produtos cerâmicos em todo país [4]. Os maiores mercados consumidores são os conjuntos habitacionais e os Programas de Habitação de Interesse social HIS, entre eles o Programa Minha Casa, Minha Vida do Governo Federal. Estes juntamente com o setor privado são potenciais consumidores de materiais cerâmicos, estimulando a economia local e regional, e responsável por milhares de empregos [35].

Neste contexto, trabalho publicado [3] destaca que o Brasil possui um déficit habitacional na ordem de 8 milhões de moradias. Para tanto, grande é o potencial de crescimento da construção civil e conseqüentemente o segmento de cerâmica vermelha. Levantamentos realizados in loco apontam que no município de São Roque do Canaã há uma produção anual da ordem de 84 milhões de peças, destes cerca de 57% correspondem à produção de telhas e 43% de blocos de vedação, com faturamento do setor estimado em R\$ 176,7 milhões. A produção mensal de peças cerâmicas do município representa 15,5% da produção estadual, contribui com cerca de 10% da produção de blocos furados e 25% de telhas, condição que torna o município como principal protagonista da produção de telhas do estado do Espírito Santo.

Apesar do grande destaque na produção de cerâmica vermelha, as indústrias cerâmicas instaladas no município de São Roque do Canaã, assim como grande parte das empresas de igual segmento presentes no Brasil, mesmo que situadas em regiões que apresentem melhores desenvolvimentos tecnológicos, possuem mão de obra pouco qualificada e baixa automação industrial, utilizando em grande parte da atividade a propulsão humana para o deslocamento de estantes e materiais (Fig.11). Essa deficiência da automação industrial tem limitado uma maior produtividade em um menor intervalo de tempo, assim como tem prejudicado enormemente as empresas quando ocorrem faltas do trabalhador de forma intempestiva. E há pouco controle sistemático das etapas produtivas, o que pode resultar em peças que não atendem aos requisitos de normas destinadas ao setor. Estes efeitos refletem negativamente nos sistemas construtivos de vedação e cobertura nas obras, onde são empregados os blocos e as telhas, respectivamente.



Figura 11. Baixa automação industrial

A ausência de implantação do Programa Setorial da Qualidade PSQ demonstra também o desinteresse dos ceramistas para que os produtos cumpram requisitos mínimos de qualidade estabelecidos nas normas NBR 15270-1/2017 [36] e NBR15310/2019 [37], o que também não se pode negar, a acomodação dos mercados consumidores. Além disso, há a falta de incentivo por parte do governo para as olarias investirem em inovação tecnológica, até mesmo, estudos de novos materiais cerâmicos incorporando resíduos.

Para tanto, é imperativo que o setor ceramista precisa modernizar-se para o atendimento às demandas crescentes, assim como, produzir materiais inovadores e que atendam aos requisitos de desempenho estabelecidos na NBR15575-4/2021 [38] e na NBR15575-5/2021 [39] para concorrer com sistemas construtivos nacionais e internacionais, que também prosperam, como blocos de concreto, telhas não cerâmicas, *drywall*, *wood frame*, *steel frame*, ente outros, que passam a ocupar espaços significativos no mercado [21,3].

Convém destacar que importante iniciativa das indústrias cerâmicas, juntamente com demais empresas, com apoio de órgãos públicos, foi a criação do Projeto ECCO, Unidos pela ecologia, que vem sendo implementado desde 2011 em São Roque do Canaã e demais municípios vizinhos. O projeto vem promovendo contínuas ações e suporte em defesa, conservação, preservação e recuperação do meio ambiente na bacia hidrográfica do rio Santa Maria do Doce [40,41]. Ressalta-se também que as indústrias cerâmicas presentes em São Roque do Canaã já estão implantando parques de energia solar para atendimento de suas demandas de energia elétrica. A exemplo da Arco-Íris, cerâmica pioneira a implantar e fazer uso da energia solar, que já não depende exclusivamente da energia elétrica fornecida pela concessionária local, responsável pela transmissão e distribuição da energia elétrica.

4. CONCLUSÕES:

O setor cerâmico de São Roque do Canaã é composto de dez empresas de pequeno e médio porte, de origem familiar, que produzem telhas e blocos com uma produção anual de cerca de 84 bilhões de peças que atendem ao mercado consumidor dos estados de MG, BA, RJ e o ES. As empresas seguem todas as etapas do processo produtivo da cerâmica vermelha com a extração de argilas feita em jazidas próprias.

A caracterização termogravimétrica das matérias-primas argilosas apontou eventos típicos de argilas caulínicas, comumente usadas em cerâmica vermelha, e com perda de massa máxima de 12,6%. Para o processo de extrusão as umidades variam entre 26-30% para blocos, e de 28-31% para telhas. O processo de secagem ocorre em galpões com cobertura e artificial em estufas. A queima ocorre com predominância de fornos do tipo paulistinha com temperaturas variando de 750 a 950 °C para a queima dos produtos. O combustível utilizado nos fornos para a queima das peças cerâmicas são a madeira de reflorestamento e resíduos da serragem de madeira.

O setor ceramista de São Roque do Canaã tem potencial para cada vez mais aumentar sua capacidade produtiva. Todavia, a baixa disponibilidade de mão de obra, o alto índice de trabalhadores faltosos, baixa automação do setor, baixa otimização do processo e a pouca adesão das empresas em busca da caracterização tecnológica das matérias-primas e do controle de requisitos normalizados dos produtos fabricados são alguns dos entraves vividos pelo setor.

Sabe-se também que limitadores do aumento da oferta de produtos igualmente estão associados à falta de linhas de crédito para o investimento e modernização do setor, elevada carga tributária, alto custo da energia, burocracia na legislação ambiental, entre outros. Contudo, há que se registrar que, nos últimos anos, importantes iniciativas lideradas pelo sindicato do setor cerâmico Sindicer, pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas SEBRAE e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI/ES vêm implementando importantes avanços no perfil do setor ceramista de São Roque, embora com adesão lenta, mas, gradual.

A partir desse diagnóstico sobre a cerâmica vermelha da região de São Roque do Canaã pode-se propor um maior incentivo às parcerias já registradas e constatar a necessidade de implementação de tecnologia e de conhecimento das matérias-primas utilizadas nas olarias para assim resultar em melhorias nos produtos fabricados.

AGRADECIMENTOS:

As empresas ceramistas de São Roque do Canaã e demais colaboradores que contribuíram para a realização desta importante pesquisa. Ao Ifes, Sindicer, Senai e ao Findes pela oportunidade do uso do Laboratório de Tecnologia em Cerâmica presente no Instituto Federal do Espírito Santo campus Santa Teresa.

REFERÊNCIAS:

- [1] Santos P S, 1992. Ciência e Tecnologia das Argilas. 2.ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda.
- [2] MME, 2019. Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos. Brasília: Departamento de Transformação e Tecnologia Mineral. Ministério de Minas e Energia.
- [3] Araújo A C P, 2020. Uma década da indústria de cerâmica vermelha no Brasil. 1° edição. Rio de Janeiro: Walprint.
- [4] ANICER, 2021. Mercado para os produtos cerâmicos. Revista da Associação Nacional da Indústria Cerâmica. <https://revista.anicer.com.br/mercado-para-os-produtos-ceramicos/>
- [5] ABCERAM, 2023. Cerâmica no Brasil. Números do setor 2023. Associação Brasileira de Cerâmica. <https://abceram.org.br/numeros-do-setor/>
- [6] ANICER, 2015. Dados Oficiais. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. <https://www.anicer.com.br/anicer/setor/dados-oficiais/ano>
- [7] DNPM, 2010. Anuário Mineral Brasileiro 2010. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral 35.
- [8] IBGE, 2022. IBGE Cidades. São Roque do Canaã. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/sao-roque-do-canaa/panorama>
- [9] Cooper E, 1993. História de la ceramica. Barcelona: Ediciones CEAC.
- [10] Ghosh P, 2012. Arqueólogos descobrem pedaço mais antigo de cerâmica na China. BBC News. https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2012/06/120629_china_ceramica_fn
- [11] Chiti J F, 1994. El libro del ceramista. Buenos Aires: Condorhuasi, 1994.
- [12] Barreto C, Lima H P, Betancourt C J, 2016. Cerâmicas arqueológicas da Amazônia: rumo a uma nova síntese. Belém: IPHAN/MPEG.
- [13] Oliveira A A, 2011. Tecnologia em Cerâmica. Blumenau: Nova Letra.
- [14] Prado U S, Bressiani J C, 2013. Panorama da indústria cerâmica brasileira na última década. Cerâmica Industrial 18, 1, 7-11.
- [15] ANICER, 2022. Tudo que você precisa saber sobre o PSQ. Associação Nacional da Indústria Cerâmica <https://www.anicer.com.br/revista-anicer/revista-103/qualidade/>
- [16] Bustamante G M, Bressiani J C, 2000. A indústria cerâmica brasileira. Cerâmica Industrial 5, 3, 31-36.
- [17] BNB, 2010. Informe setorial cerâmica vermelha. Brasília: Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste do Brasil, Banco do Nordeste.
- [18] Savazzini-Reis A, Silva M S, 2017. Análise do desempenho de blocos cerâmicos produzidos na região de Colatina, ES. Cerâmica Industrial 22, 3, 39-46. <http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2017.018>
- [19] Kaczam F, Santos R V, Santos J A A, Schmidt C A P, 2016. Análise da capacidade do processo produtivo: verificação da conformidade das dimensões geométricas de blocos cerâmicos. Foz do Iguaçu: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia (CONTECC).
- [20] Pilz S E, Pavan R C, Ritter M G, Cavalheiro E K, Narciso M V, 2015. Verificação da qualidade dos blocos cerâmicos conforme NBR 15270 comercializados em Santa Catarina. Revista de Engenharia Civil IMED 2, 2, 19-26. <http://dx.doi.org/10.18256/2358-6508/rec-imed.v2n2p19-26>
- [21] Lisboa D C S, Rocha L N, Zenkner L S, Senna M O, Muller R M L, 2019. Estudo do desempenho, da geometria e da capacidade de absorção de água de blocos cerâmicos fabricados no estado do Maranhão. Revista de Engenharia e Tecnologia 11, 4, 237-245.
- [22] Holanda R M, Paz Y M, Morais M M, 2014. Cerâmica vermelha para construção civil: pesquisas e inovações. 1ª ed. Recife: Editora Universitária da UFRPE.
- [23] ANM, 2022. Licenciamento de mineração. Guia de utilização. Agência Nacional de Mineração. <https://www.gov.br/anm/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/guia-de-utilizacao>
- [24] Motta J F M, Zanardo A, Cabral Jr M, Tanno I C, Cuchierato G, 2004. As matérias-primas plásticas para a cerâmica tradicional: argilas e caulins. Cerâmica Industrial 9, 2, 33-46.
- [25] Cornell R M, Schwertmann U, 1996. The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrence and uses. New York: VCH Publishers.
- [26] In da Jr A V, 2002. Caracterização da goethita e hematita em solos poligenéticos. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFRGS. <http://hdl.handle.net/10183/1660>
- [27] Lechheb M, Harrou A, El Boukili G, Azrou M, Lahmar A, El Ouahabi M, Gharibi E K, 2022. Physico-chemical, mineralogical, and technological characterization of stabilized clay bricks for restoration of Kasbah ait Benhadou-Ouarzazate (South-east of Morocco). Materials Today 58, 4, 1229-1234. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.459>
- [28] El Boukili G, Lechheb M, Ouakrouch M, Dekayir A, Kifani-Sahban F, 2021. Mineralogical, physico-chemical and technological characterization of clay from Bensmim (Morocco): Suitability for building application. Construction and Building Materials 280, 122300. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122300>
- [29] Gaidzinskia R, Duailibi Filho J, Tavares L M M, 2005. Sazonamento e homogeneização de argilas em pilhas. Cerâmica Industrial 10, 5/6, 19-22.

- [30] Amaral L F, 2016. Formulação de massa cerâmica para fabricação de telhas. Campos dos Goytacazes: Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Materiais, Universidade Estadual do Norte Fluminense.
- [31] SEBRAE, 2015. Cerâmica vermelha. Panorama do mercado no Brasil. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas.
- [32] Viera C M F, Feitosa H S, Monteiro S N. 2003. Avaliação da secagem de cerâmica vermelha através da curva de Bigot. *Cerâmica Industrial* 8, 1, 42-46.
- [33] Gondim I L M, 2021. Análise da eficiência do secador rápido do tipo talisca em indústrias de cerâmica vermelha: Produtividade na fabricação de telhas. Estudo de caso localizado na cidade de Russas, CE. Russas: Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará.
- [34] Castro S S, Cooper M. 2019. Fundamentos de micromorfologia de solos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo SBCS.
- [35] MDR, 2023. Dados revisados do déficit habitacional e inadequação de moradias nortearão políticas públicas. Ministério do Desenvolvimento Regional. <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/dados-revisados-do-deficit-habitacional-e-inadeguacao-de-moradias-nortearao-politicas-publicas>
- [36] NBR 15270-1, 2017. Componentes cerâmicos: blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- [37] NBR 15310, 2009. Componentes cerâmicos: telhas. Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- [38] NBR 15575-4, 2021. Edificações habitacionais: desempenho. Parte 4: requisitos para os sistemas de vedação verticais internas e externas SVVIE. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- [39] NBR 15575-5, 2021. Edificações habitacionais: desempenho. Parte 5: requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- [40] Ferreira E P, Pantaleão F S, Ferreira J T P, Ferreira A C, 2012. Diagnóstico ambiental das áreas de extração de argila em município produtor de cerâmica vermelha. Goiânia: Enciclopédia Biosfera 8, 14. <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3943>
- [41] Ferreira E P, Loss J B, Barcellos A, Ferreira A S, 2020. Crise hídrica na bacia hidrográfica do Rio Santa Maria do Doce, ES: caracterização, avanços e desafios. *IFES Ciência* 6, 4, 114-131. <https://doi.org/10.36524/ric.v6i4.745>