



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS CARAUBAS
CURSO BACHAREL EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

JOSÉ ARTHUR BATISTA DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, FÍSICAS E
MECÂNICAS DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS NA CIDADE DE
CRATO/CE**

CARAÚBAS - RN
2016

JOSÉ ARTHUR BATISTA DE SOUSA

**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, FÍSICAS E
MECÂNICAS DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS NA CIDADE DE
CRATO/CE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Ciência e Tecnologia da Universidade
Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA),
como exigência final para obtenção do
título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Prof. Dr. Erica Natasche de
Medeiros Gurgel Pinto - UFERSA

CARAÚBAS – RN
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Campus Caraúbas (BCC)

B719a Batista de Sousa, José Arthur.
Avaliação das características geométricas,
físicas e mecânicas de blocos cerâmicos produzidos
na cidade de Crato-CE / José Arthur Batista de
Sousa. - 2016.
61 f. : il.

Orientadora: Professora Doutora Erica Natasche
Medeiros Gurgel Pinto.

Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2016.

1. Processo produtivo. 2. Bloco cerâmico. 3.
Construção Civil. I. Medeiros Gurgel Pinto,
Professora Doutora Erica Natasche, orient. II.
Título.

JOSÉ ARTHUR BATISTA DE SOUSA

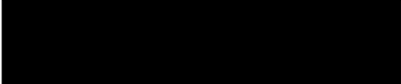
**AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS, FÍSICAS E
MECÂNICAS DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS NA CIDADE DE
CRATO/CE**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA),
como exigência final para obtenção do título
de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientadora: Erica Natasche de Medeiros
Gurgel Pinto – UFERSA

APROVADO EM 26 / 10 / 16

BANCA EXAMINADORA


Prof^ª. Dr^ª. Erica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto - UFERSA
Orientadora - Presidente


Prof. Me. Gilvan Bezerra dos Santos Junior
Primeiro Membro


Sonally Clescica de Lima
Segundo Membro


Prof^ª. Me. Rosilda Sousa Santos
Terceiro Membro

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, por ser mais que Pai, mais que um Salvador; por me fazer ir além, quebrando barreiras, desbravando terras, desafiando os medos. Por ser meu melhor amigo.

A minha mãe Josefa Onilde Batista Lima de Sousa e meu pai José Antônio de Sousa obrigada por tudo. Pelo amor, dedicação, paciência e todo apoio necessário, mesmo que abdicassem seus desejos para realizar os meus.

As minhas irmãs Karoanne Batista de Sousa e Katianne Batista de Sousa por serem minhas amigas e sempre me ajudarem para que eu buscasse meus objetivos.

A minha tia Nenilde Nery Custódia por todo amor e apoio dado.

A professora Erica Natasche de Medeiros Gurgel Pinto, pela orientação, paciência, compreensão na realização deste trabalho e em tantas outras horas em que sempre foi compreensiva a me ajudar.

Aos meus amigos e companheiros de casa Aeferson, Anderson, Enilson, Helder e Italo por sempre estarem ao meu lado me ajudando nas tarefas diárias de casa e da universidade, ajudando a superar o convívio longe de casa. Obrigada por tudo.

A Helder Holanda pela ajuda e companheirismo na realização e desenvolvimento dos ensaios e conseqüentemente, bons resultados para esse trabalho.

A minha amiga e irmã que sempre me ajudou e auxiliou nesses anos de estudos, Fernanda Beatriz.

A Sonally Lima por ter acolhido tão prontamente meu pedido para que fizesse parte da Banca, além do apoio acadêmico, por meio de dúvidas e questionamentos.

Aos meus amigos e familiares que sempre me apoiaram e tiveram presentes de alguma forma em minha vida: Beatriz Almeida, Yan Viniccus, Pedro Henrique, Lucas Pereira, Stella Maria, Ivisson Maciel, Alex Moraes, Toinho Fernandes, Mara Fernandes, Tiago Fernandes, Luyne Aragão, Amanda Barreto, Larissa Barreto, Igor de Sá, Laynara Santiago, Isnara Victória, Myrelle Câmara, Leticia Ainoan, Sara Nunes, entre outros.

Aos professores que de alguma maneira me passaram conhecimentos com toda paciência e compreensão, em um momento profissionalmente tão importante para mim.

E aos demais que, de alguma forma, contribuíram na elaboração deste trabalho.

RESUMO

O setor da construção civil é de grande importância para a economia brasileira. Devido ao seu crescimento em grande escala, assume posição respeitável no subsetor da indústria cerâmica, que gera milhares de empregos diretos e indiretos, informais em sua grande maioria. Dirigindo as atenções no processo produtivo de blocos cerâmicos de vedação, pode-se perceber o campo fértil para melhorias e intervenções positivas, de modo a alavancar o crescimento do setor oleiro-cerâmico nacional sendo visto de forma necessária, pois é notório a falta de controle, padronização e qualidade dos produtos gerados. Este trabalho, baseado na norma regulamentadora NBR 15270, se propõe a realizar análises físicas, mecânicas e geométricas de blocos cerâmicos produzidos no município de Crato/CE. São avaliados a identificação, propriedades visuais, dimensões, espessura das paredes externas e septos, o desvio em relação ao esquadro, planeza das faces, área bruta e resistência a compressão. Com os resultados obtidos pelas empresas, pode-se observar o baixo grau de aptidão alcançado devido a rejeição dos lotes nos ensaios de maneira geral, pois os mesmos não atendem as suas exigências normativas. Os testes de maiores deficiências foram os de espessura das paredes externas e septos, desvio em relação ao esquadro, planeza das faces e resistência a compressão. Logo, conclui-se que as empresas devem buscar melhorias, propor novas diretrizes, métodos para ajudar no crescimento e desenvolvimento das indústrias cerâmicas estudadas; tanto no que tange à mão de obra, padronização e infraestrutura das unidades de produção devido sua importância, levando-a atender os requisitos e se tornarem aptos ao uso na construção civil.

Palavras-chaves: Processo produtivo, Blocos cerâmico, Construção civil.

ABSTRACT

The construction sector is of great importance for the Brazilian economy. Because of its growth on a large scale, it is on a very important position the sub-sector of the ceramic industry, which generates thousands of direct and indirect jobs, informal mostly. Directing attention in the process of production of ceramic sealing blocks, it can be seen the fertile ground for positive improvements and interventions, in order to leverage the growth of the national potter-ceramic sector is seen in a necessary way, it is evident the lack of control, standardization and quality of the products generated. This work, based on the standard regulatory NBR 15270, proposes perform physical analysis, mechanical and geometric analysis of ceramic blocks produced in the municipality of Crato/CE. Are evaluated to identify, visual properties, dimensions, thickness of external walls and septa, the deviation from the square, flatness of faces, gross floor area and resistance to compression. With the results obtained by the companies, it can be observed the low level of degree of aptitude due to rejection of lots in the general tests, because they do not meet their regulatory requirements. The major deficiencies of tests were the thickness of external walls and septa, deviation from the square, a flatness of the faces and compression resistance. Therefore, it is concluded that companies should seek improvements, propose new guidelines, methods to assist in the growth and development of ceramic industries studied; both in terms of manpower, infrastructure and standardization of production units due to its importance, leading to meet the requirements and become able to use in construction.

Keywords: Production process, ceramic blocks, civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Local de Fabricação de Blocos Cerâmicos.	21
Figura 02 – Depósito de Argila.	22
Figura 03 – Processo de Fabricação dos Blocos Cerâmicos.	23
Figura 04 – Processo de Secagem dos Blocos Cerâmicos.	25
Figura 05 – Processo de Queima dos Blocos Cerâmicos.	26
Figura 06 – Controle de Qualidade dos Blocos Cerâmicos.....	27
Figura 07 – Região do Cariri.	35
Figura 08 – Fluxograma das Etapas de Estudo.	36
Figura 09 – Amostras dos blocos cerâmicos.	38
Figura 10 – Medição das dimensões efetivas. (A) largura (B) altura (C) comprimento.	39
Figura 11 – Medição das paredes e septos dos blocos cerâmicos.	40
Figura 12 – Desvio em relação ao esquadro.....	41
Figura 13 – Planeza das faces.....	42
Figura 14 – (A) Amostra de um bloco cerâmico capeado; (B) Grupo de amostras preparadas para ensaio.....	43
Figura 15 – Ensaio de compressão nos blocos cerâmicos.....	44
Figura 16 – Identificação da empresa A nos blocos cerâmicos.....	45
Figura 17 – Identificação da empresa B nos blocos cerâmicos.....	46
Figura 18 – Identificação da empresa C nos blocos cerâmicos.....	46
Figura 19 – Identificação visual das empresas estudadas. (A) Amostra da empresa A, (B) Amostra da empresa B, (C) Amostra da empresa C.	47
Figura 20 – Comparativo dimensional das cerâmicas estudadas.	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dimensões Individuais e Médias das cerâmicas estudadas.	48
Tabela 02 – Espessura das paredes externas e septos da cerâmica A (SUP = Superior, L1 = Lado 1, L2 = Lado 2, INF = Inferior, SEP = Septo).....	49
Tabela 03 – Espessura das paredes externas e septos da cerâmica B (SUP = Superior, L1 = Lado 1, L2 = Lado 2, INF = Inferior, SEP = Septo).....	50
Tabela 04 – Espessura das paredes externas e septos da cerâmica C (SUP = Superior, L1 = Lado 1, L2 = Lado 2, INF = Inferior, SEP = Septo).....	50
Tabela 05 – Resultados do desvio em relação ao esquadro das cerâmicas estudadas...	51
Tabela 06 – Resultados da Planeza de Faces da cerâmica A (S = Superior, C = Centro, I = Inferior.).	53
Tabela 07 – Resultados da Planeza de Faces da cerâmica B (S = Superior, C = Centro, I = Inferior.).	53
Tabela 08 – Resultados da Planeza de Faces da cerâmica C. (S = Superior, C = Centro, I = Inferior.).	54
Tabela 09 – Média da área bruta das três cerâmicas de estudo.	55
Tabela 10 – Resultados de resistência a compressão das cerâmicas estudadas.....	56
Tabela 11 – Resultado Geral dos Ensaios.	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS:.....	14
2.1. OBJETIVO GERAL:	14
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO:	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO:	15
3.1 ARGILA:	15
3.1.1. Definição:	15
3.1.2. Classificação das Argilas:	16
3.1.3. Histórico da Argila:.....	17
3.1.4. Propriedades das Argilas:	18
3.2. MATERIAL CERÂMICO:.....	20
3.2.1. Conceito dos Materiais Cerâmicos:	20
3.2.2. Histórico dos Materiais Cerâmicos:	20
3.2.3. Fabricação Materiais Cerâmicos:.....	21
3.2.3.1. Extração da argila:	22
3.2.3.2. Moldagem:.....	23
3.2.3.3. Secagem:.....	24
3.2.3.4. Queima ou Cozimento:	25
3.2.3.5. Controles de Processo:.....	26
3.2.4. Classificação do Material Cerâmico:	27
3.2.5. Blocos cerâmicos:	29
3.3. INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA:.....	30
3.4. IMPORTÂNCIA DA PADRONIZAÇÃO:	32
3.5. CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS:.....	33
4. METODOLOGIA:.....	35
4.1. CLASSIFICAÇÃO DOS ESTUDOS:	36
4.2. COLETA DAS AMOSTRAS:.....	37
4.3. PLANO DE ANÁLISE DE DADOS:	38
4.4. MÉTODOS DOS ENSAIOS:	38
4.4.1. Identificação Visual dos Blocos Cerâmicos:	38
4.4.2. Propriedades Visuais:	39
4.4.3. Medidas das Dimensões Efetivas:	39

4.4.4. Determinação da espessura das paredes externas e septos dos blocos:..	40
4.4.5. Determinação do Desvio em Relação ao Esquadro:.....	40
4.4.6. Determinação da Planeza das Faces:.....	41
4.4.7. Determinação da Área Bruta:	42
4.4.8. Determinação da Resistência à Compressão:	42
5. RESULTADOS:	45
5.1. IDENTIFICAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS:	45
5.2. PROPRIEDADES VISUAIS:	46
5.3. DIMENSÕES EFETIVAS:.....	47
5.4. DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS BLOCOS:.....	49
5.5. ANÁLISE DE DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO:.....	51
5.6. ANÁLISE DA PLANEZA DAS FACES OU FLECHAS:	52
5.7. ÁREA BRUTA:	55
5.8. RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO:	55
6. CONCLUSÃO:.....	57
7. REFERÊNCIAS:	59

1. INTRODUÇÃO

A indústria cerâmica, em termos históricos, é uma das mais antigas do mundo, com relatos de fabricação desde a chegada dos colonizadores, devido a sua facilidade de fabricação e abundância de matéria-prima. Analisando o desenvolvimento tecnológico, as peculiaridades, avanços e crescimento, percebe-se grande influência da cultura europeia, onde ainda hoje dentro da própria produção buscam melhorias, devido ainda terem características altamente artesanais. Pode-se dizer que o primeiro impulso à industrialização do setor cerâmico brasileiro ocorreu no final do século XIX, com a instalação da olaria dos Falchi, com um motor de 40 cavalos de potência, dois amassadores de argila e equipamento capaz de produzir telhas (BELLINGIERI, 2003).

Como produto industrializado, o tijolo cerâmico ganha rapidamente o mercado da construção civil, devido às suas características de facilidade de execução da alvenaria e formas geométricas, maior conforto térmico, acústico e resistência mecânica. Com o passar dos anos, foi ocorrendo crescente especialização nas empresas do setor, resultando em duas categorias: as olarias, especializadas em blocos e telhas, e as cerâmicas propriamente ditas, focadas na produção de azulejos, louças, potes, tubos e outros produtos decorativos (SILVA, 2009).

Segundo Bauer (2013), chama-se cerâmica à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas. Nos materiais cerâmicos a argila fica aglutinada por uma pequena quantidade de vidro, que surge pela ação do calor de cocção sobre os componentes da argila. Dentre os materiais cerâmicos, o bloco cerâmico é fabricado com matéria-prima (argila) em uma linha de produção bem definida, com preparação da matéria-prima em equipamentos como desagregadores, homogeneizadores e laminadores, constituindo em uma matéria-prima de qualidade superior à utilizada em blocos comuns, e são moldados em marombas saindo da matriz de forma contínua, onde são cortados nos tamanhos desejados quanto ao seu comprimento.

Atualmente, há uma forte demanda por produtos de cerâmica vermelha. Devido ao alto valor agregado, baixo custo com a matéria-prima abundante, muitas empresas atuam e se instalam nesse mercado, buscando sempre novas técnicas que maximizem sua produção e minimizem seus custos e perdas. A concorrência no mercado que tem

poucas barreiras de entrada, baixo custo de investimento inicial e tecnologia bem acessível se dá na sua maioria por empresas de pequeno porte, do tipo familiar, com forte presença da economia informal disputando o consumidor final. Porém se tem pouca iniciativa dessas empresas em atrair o consumidor com algo diferencial, produtos com qualidade superior em que o consumidor tenha certa preferência. Em muitas ocasiões esses produtos encontram-se até mesmo abaixo das exigências normativas, devido a diversos aspectos, tais como mão de obra não qualificada, falta de controle de qualidade, dos quais resultam produtos que não atingem as exigências mínimas estabelecidas pelas normas regulamentadoras, deixando o comprador insatisfeito e podendo causar fatores negativos de grande importância na construção civil, além do surgimento de patologias nas construções.

Se sobressaem no setor ceramista empresas com melhor tecnologia incorporada à fabricação do objeto cerâmico, de grande porte e com atuação no mercado internacional, e aquelas que produzem itens não-conformes, geralmente são deixadas para o mercado interno. Esta produção em desconformidade com as normas técnicas se tornou forma de competição predatória, sem visão social e impulsionada pela falta de critério do consumidor para a seleção deste ou aquele produto, que visam estritamente a parte financeira, mas que acabam provocando a saída de alguns fabricantes do mercado.

Considerando os problemas relativos ao setor cerâmico nacional, mais notadamente do cearense, ficam claras as perdas sofridas na produtividade, em especial na qualidade do produto final. Desse modo, os conceitos de gestão dos processos produtivos podem e devem ser implementados na solução dos problemas das empresas. Exemplos de alternativas é a localização da matéria-prima, ou seja, à proximidade em que se encontram as minas de argila das empresas que se acumulam em grande quantidade, especialmente no Crato, se tornando um dos principais motivos e favorecendo assim a investimentos e produções utilizando essa matéria-prima, evitando assim maiores custos. Um produto final de boa qualidade não apenas atrai o consumidor, mas favorece o desenvolvimento do setor como um todo, no instante em que acirra a competitividade entre as empresas no ramo.

Com a grande produção de materiais cerâmicos no Crato-CE, a realização de testes e aperfeiçoamento dos estudos e conformidades normativas são primordiais para materiais com características qualificadas para aplicação e desempenho em obras que satisfaçam as necessidades mínimas, diminuindo assim os eventuais defeitos de fabricação.

2. OBJETIVOS:

Esse trabalho tem como principal desempenho conseguir os seguintes objetivos:

2.1. OBJETIVO GERAL:

O objetivo geral deste trabalho é discorrer de modo breve sobre o processo produtivo dos blocos cerâmicos de vedação, abordando questões relevantes e realizando ensaios que verifiquem a qualidade e exigências normativas da ABNT NBR 15270-3 (2005), assim afunilando o foco e reduzindo a abrangência para a presente situação no município de Crato/CE, sem ter nenhuma pretensão de esgotar o tema.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO:

Com ensaios no laboratório em blocos cerâmicos de vedação de furos na horizontal, mais precisamente de 8 furos, onde será feito:

- Selecionar empresas que serão estudadas;
- Realizar ensaios de caracterização geométrica dos blocos cerâmicos;
- Realizar ensaios de caracterização físicas dos blocos cerâmicos;
- Realizar ensaios de caracterização mecânica dos blocos cerâmicos.

3. REFERENCIAL TEÓRICO:

3.1 ARGILA:

3.1.1. Definição:

A argila é a matéria-prima básica da cerâmica, composta por grande quantidade de material amorfo, predominando o material cristalizado. Os cristais da argila podem agrupar em espécies mineralógicas bem definidas. Formada pela alteração de rochas, podem ser encontradas próxima de rios, muitas vezes formando barrancos nas margens. Esse material é conhecido por apresentar muitos minerais em sua composição, dentre eles sais solúveis, matéria orgânica e partículas de quartzo, pirita, mica, calcita, dolomita e outros minerais residuais. Caulins, bentonitas, argilas refratárias, terra fuller são tipos especiais de argilas que têm definições particulares decorrentes de aplicações tecnológicas, composição química/mineralógica ou origem geológica. (SILVA, 2013).

Segundo a ABNT (2005), as argilas são compostas de partículas coloidais de diâmetro inferior a 0,005 mm, com alta plasticidade quando úmidas e que, quando secas, formam torrões dificilmente desagregados pela pressão dos dedos.

Conforme Bauer (2013), as argilas são materiais terrosos naturais que, quando misturadas com água, adquirem a propriedade de apresentar alta plasticidade. Hoje se sabe-se que as argilas são constituídas essencialmente de partículas cristalinas extremamente pequenas, formadas por um número restrito de substâncias. Essas substâncias são chamadas argilo-minerais, que são silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio. Junto com esses elementos básicos vem sílica, alumina, mica, ferro, cálcio, magnésio, matéria orgânica etc.

3.1.2. Classificação das Argilas:

São diversas as abordagens quanto à classificação de argilo-minerais pela indústrias cerâmicas, com o intuito de organizar separadamente os principais tipos de argilas e assim, melhor classificá-las.

Existe uma grande variedade de tipos de argilas, o que impede que se tenha uma definição precisa e única. Conforme Bauer (2013), as argilas podem ser encontradas na superfície de rochas, resultantes de uma decomposição superficial de si mesma, nos veios e trincas das rochas e, nas camadas sedimentares, onde foram depositadas por ventos e chuvas.

Argila refratária, que adquire este nome em função de sua qualidade de resistência ao calor é outro tipo comumente encontrado. Suas características físicas variam, umas são muito plásticas finas, outras não, comumente misturadas com alumina e sílica entre 25% a 45% de alumina, com a maior temperatura possível ao longo da faixa de composição sem que ocorra a formação de uma fase líquida é de 1587°C. Apresentam geralmente alguma proporção de ferro e se encontram associadas com os depósitos de carvão. São utilizadas nas massas cerâmicas dando maior plasticidade e resistência em altas temperaturas, bastante utilizadas na produção de placas refratárias que atuam como isolantes e revestimentos para fornos (CALLISTER, 2002).

Em função da dureza, trabalho e trituração, as argilas podem ser categorizadas na escala de Mohs, em Duras (6-7 Mohs), Semiduras (5-6 Mohs) ou Moles (menor que 4 Mohs) (DANTAS NETO, 2007).

De acordo com Silva (2007) as principais formas de classificação das argilas são dadas por critérios de estrutura dos minerais e emprego do material. Conforme o emprego do material, as argilas são classificadas em: estrutura laminar e estrutura foliácea. As estruturas de caráter laminar têm seus minerais arranjados em lâminas e são utilizadas na fabricação de produtos cerâmicos. Entre as argilas de estrutura laminar podemos destacar:

- Caolinita: As consideradas argilas puras. Utilizadas na fabricação de materiais refratários, cerâmicas sanitárias e porcelanas;
- Montmorilonita: Por ser absorvente é pouco utilizada e passa a ser aplicada em misturas de caolinitas com o desejo de corrigir a plasticidade;
- Micáceas: Utilizadas na fabricação de blocos.

Baseado na geologia, quanto ao modo de formação das suas jazidas, as argilas são classificadas como residuais, as quais não são transportadas pelos agentes naturais e, portanto, se matem no local de sua formação, por vezes são associadas a restos de rochas de origem (granito, gnaisses ou feldspato) e as sedimentares as quais foram transportadas de seu lugar de formação pelos agentes naturais como chuva, vento, rios, mares, sendo depositadas em baixadas e várzeas. Esse transporte resulta uma granulidade fina e uma mistura com várias matérias orgânicas. Na superfície da terra há uma grande diversidade de argilas, isso permite a obtenção de produtos cerâmicos com várias características, assimilando desde produtos rústicos, como blocos e telhas (BETINI, 2007).

Entre as inúmeras utilidades da argila conhecidas atualmente destaca-se a fabricação de revestimentos cerâmicos, louças, utensílios domésticos e decorativos; porém a argila também pode ser utilizada em tratamentos estéticos e de saúde.

3.1.3. Histórico da Argila:

A argila é utilizada como material de construção desde 4.000 a.C., mas não se sabe ao certo época e local de origem do primeiro bloco cerâmico. O homem passou a utilizar blocos secos ao sol quando ocorreu a escassez de pedras naturais, e percebeu a gama de aplicação que poderia ser feita nas construções. O registro mais antigo de um bloco foi encontrado nas escavações arqueológicas na cidade de Jericó, no Oriente Médio, datado do período Neolítico inicial (ANICER, 2002).

A história da cerâmica caminha junto com a história da humanidade. A argila é utilizada em todas as sociedades – das mais antigas às modernas. Há achados arqueológicos datados de 5.000 a.C., na região de Anatólia (Ásia Menor). Na Grécia, eram comuns as pinturas em cerâmicas retratando cenas de batalhas e conquistas bélicas, e, na China, a produção de peças estava relacionada à tradição religiosa (ITAÚ, 2016).

Há séculos se manipula a argila, transformando-a em utensílios domésticos, ornamentos, cosméticos, base para tratamentos terapêuticos, arte e mais recentemente está sendo empregado na indústria da tecnologia, tornando possível a fabricação de supercomputadores, supercondutores, próteses dentárias, medicamentos,

semicondutores, revestimentos de naves espaciais, revestimentos de alto-fornos, na construção, com diversas aplicações nas alvenarias, revestimentos, louças, telhados, pintura, entre outras.

3.1.4. Propriedades das Argilas:

De acordo com as pesquisas teóricas, as propriedades mais importantes das argilas são a plasticidade, a retração, efeito do calor, impurezas e porosidade.

a) Plasticidade:

A plasticidade é um estado intermediário entre o estado sólido e o líquido, conferindo ao material, propriedade dos dois estados simultaneamente. Essa propriedade varia de acordo com a quantidade de água, a argila seca apresenta plasticidade nula, ao acrescentar água ela vai ganhando plasticidade até um limite máximo. Acima desse limite, as lâminas se separam e a argila torna-se um líquido viscoso. As argilas necessitam de água para obterem a plasticidade suficiente para moldagem, inevitavelmente sofrendo retração durante os processos de secagem e queima (CAVALCANTI, 2009).

b) Retração:

É a propriedade que um corpo possui de variar seu volume conforme o teor de umidade. A retração ocorre de forma diretamente proporcional à saída de água, ou seja, quanto maior a redução da umidade (saída de água), maior a redução do volume, sendo a recíproca verdadeira. Nos materiais cerâmicos, isso ocorre porque a água ocupa um volume considerável no interior desses materiais e, com a sua saída, esses espaços são preenchidos pela massa, tornando o conjunto mais denso e, conseqüentemente, diminuindo seu volume. Essa propriedade deve ser levada em conta durante a obtenção de um produto acabado de melhor qualidade (CAVALCANTI, 2009).

c) Ação do calor:

De acordo com Bauer (2013), quanto maior a temperatura de aquecimento que a argila é submetida, maior é a quantidade de água que deve perder. Até chegar a uma temperatura de aproximadamente 600°C, a argila sofre apenas alterações físicas, a partir daí, começam as alterações químicas em três estágios. Num primeiro estágio ocorre a desidratação química; resultando o endurecimento e as matérias orgânicas queimadas. O segundo estágio é a oxidação. A partir do terceiro estágio, há a vitrificação, dando dureza, resistência e compactação ao conjunto, assim aparecendo à cerâmica propriamente dita.

d) Impurezas:

Agentes das argilas têm capacidade de aperfeiçoar suas propriedades, e alguns podem causar defeitos aos produtos. Compostos de sílica e de alumínio fazem parte da constituição principal das argilas. A sílica pode estar presente de maneira livre ou combinada. Quando livre, segundo Itaú (2016), aumenta a brancura do produto cozido, diminui a plasticidade, reduz a retração, diminui a resistência à tração e à variação de temperatura e causa variações na refratariedade. Os compostos de alumínio diminuem o ponto de fusão e a plasticidade e aumentam a resistência, a densidade e a impenetrabilidade do produto cozido. Compostos alcalinos e de ferro diminuem a plasticidade e a refratariedade, o último dá cor vermelha ao material. Compostos cálcicos desprendem calor e aumentam de volume, podendo ocasionar rompimento da peça.

e) Porosidade:

Outra propriedade importante a ser citada é a porosidade, que é definida pela relação entre o volume de poros e o volume total de material, onde, quanto maior a porosidade, maior a absorção de água e menor a massa específica, a condutibilidade térmica, a resistência mecânica e a resistência à abrasão. Quanto maior a comunicação entre os poros, maior é a permeabilidade, ou seja, a facilidade de líquidos e gases de circularem pelo material (BETINI, 2007).

3.2. MATERIAL CERÂMICO:

3.2.1. Conceito dos Materiais Cerâmicos:

Segundo Bauer (2013), chama-se cerâmica à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas. Nos materiais cerâmicos a argila fica aglutinada por uma pequena quantidade de vidro, que surge pela ação do calor de cocção sobre os componentes da argila.

De acordo com Padilha (1997), os materiais cerâmicos são normalmente, combinações de metais com elementos não metálicos. São materiais resistentes à altas temperaturas, a ambientes corrosivos, mais que os metais e polímeros, e também, são muito duros, porém frágeis.

3.2.2. Histórico dos Materiais Cerâmicos:

O termo Cerâmica (do grego, keramike, derivação de keramos) envolve todos os materiais inorgânicos, não-metálicos, moldados durante sua fase plástica e submetidos à cocção, a temperaturas entre 900°C e 1.000°C. Neste processo, denominado Queima, a argila plástica adquire rigidez e resistência, mediante a fusão de alguns elementos da massa. A história da cerâmica anda junto com a história da humanidade, onde a utilização da argila é feita por todas as sociedades, observando também em artefatos artísticos e atividade industrial, produzindo artefatos utilitários (ROCHA, 2013).

No Brasil, a cerâmica tem sua origem na Ilha de Marajó, que compreendia técnicas de raspagem, incisão, excisão e pintura. Os colonizadores, instalando as primeiras olarias, apenas estruturaram e concentraram mão de obra, modificando o processo nativo, muito rudimentar, com as tecnologias da época, a exemplo do uso do torno e das “rodadeiras”, conferindo simetria e acabamento mais refinado às peças (SEBRAE, 2008).

As regiões Sul e Sudeste, com maior densidade demográfica, apresentam a maior concentração de indústrias de todos os segmentos cerâmicos. Deve-se considerar,

ainda, a proximidade de jazidas e matérias-primas, além da disponibilidade de energia, centros de pesquisa, universidades e escolas técnicas. No entanto, a região Nordeste tem apresentado crescente desenvolvimento, onde a demanda por edificações e instalações industriais tem crescido de maneira acentuada, aumentando, consequentemente, a demanda por materiais cerâmicos, em especial dos ligados à construção civil (ABC, 2002a).

3.2.3. Fabricação Materiais Cerâmicos:

A partir da captação da matéria-prima, a argila, é efetuado um processamento, onde ela é laminada, com a finalidade de se diminuir a quantidade de grãos de calcário e reduzir futuras quebras nos equipamentos. Daí, adiciona-se água e aditivos que, em geral, têm a finalidade de fazer correções nas características químicas e mineralógicas que podem prejudicar o trabalho. Isto melhora as condições de plasticidade, dando mais garantias a moldagem feita em máquinas extrusoras. Após a extrusão, os blocos são cortados, segundo as dimensões desejadas, e postos para secar. Por fim, são cozidos a temperaturas que variam entre 800 e 1.000°C e, após o resfriamento (ANICER, 2002).

Nestas várias etapas, podem ocorrer problemas que provoquem a perda de qualidade do produto final. O bom gerenciamento de todas as fases contribui tanto para evitar os desperdícios como para garantir a qualidade e a conformidade com as normas técnicas vigentes. A figura 01 a seguir exhibe o local de fabricação dos blocos cerâmicos.

Figura 01 – Local de Fabricação de Blocos Cerâmicos.



Fonte: Autor.

3.2.3.1. Extração da argila:

Grande parte das argilas utilizadas na indústria cerâmica é natural, sendo encontradas em depósitos terrestre. A extração ocorre geralmente no verão, já que, em períodos chuvosos, as cavas são inundadas, não necessitando a perda de tempo com a secagem. A extração é realizada com a utilização de máquinas retroescavadeiras a céu aberto ou de maneira rudimentar. Após a mineração, as argilas passam por uma transformação que consiste numa previa seleção, na redução grãos, mistura e homogeneização. Devem ser levadas em consideração umidade, jazida, clima da região e métodos de trabalho aplicados no processo produtivo. A condição ideal para a aplicação da moagem é que a argila seja cotada como dura ou semidura e apresente umidade não maior que 18% (DANTAS NETO, 2007).

Os objetos cerâmicos são, normalmente, fabricados a partir da composição de dois ou mais tipos diferentes de argilas. A dosagem é feita em equipamentos denominados misturadores, é uma das etapas fundamentais do processo de fabricação de produtos cerâmicos e deve seguir, com rigor, os percentuais previamente determinados nos ensaios de caracterização.

A escolha do tipo de barro é tão importante que muitas das vezes as indústrias escolhem jazidas localizadas a grande distância das fábricas, instaladas onde há abundância de energia, transporte e mão-de-obra (BAUER, 2013).

A figura 02 apresenta o depósito de argila de uma das empresas estudadas.

Figura 02 – Depósito de Argila.



Fonte: Autor.

3.2.3.2. Moldagem:

A moldagem cerâmica se dá de diversas maneiras, onde as quais podemos citar: colagem, prensagem, extrusão e torneamento. Esses processos são escolhidos fundamentalmente de acordo com a geometria e características do produto desejado. A massa da matéria prima ainda úmida e na fase plástica, é colocada numa extrusora, também conhecida como maromba, onde é compactada e forçada (compactada), por um pistão a passar através da boquilha ou matriz que dá forma ao produto. Teríamos então, uma coluna extrusada, com seção transversal no formato e dimensões desejados, que é, logo após, cortada, obtendo-se, assim os blocos cerâmicos, tubos, telhas etc. (ZADONADI & IOSHIMOTO, 1994 apud SOARES, 2007).

Bauer (2013) classifica a operação de moldagem da seguinte maneira:

- a) moldagem a seco ou semi-seco (4% a 10% de água);
- b) moldagem com pasta plástica consistente (20% a 35% de água);
- c) moldagem com pasta plástica mole (25% a 40% de água);
- d) moldagem com pasta fluída (30% a 50% de água).

A figura 03 mostra uma máquina em ação no processo de fabricação dos blocos cerâmicos.

Figura 03 – Processo de Fabricação dos Blocos Cerâmicos.



Fonte: Autor.

3.2.3.3. Secagem:

O processamento térmico, que compreende as etapas de secagem e queima, é de extrema importância para a obtenção de um produto cerâmico de qualidade, onde o correto desenvolvimento de suas características e propriedades finais são obtidos.

Após a conformação, as peças ainda contêm água. Para evitar o aparecimento de tensões e futuros defeitos, precisa-se eliminá-la, de forma lenta e gradual, com a exposição ao calor e a ambientes ventilados, com controle da taxa de aquecimento, ventilação e umidade relativa do ar. Isto pode ser feito em secadores intervalados ou contínuos, com temperaturas variando entre 50°C e 150°C (SANTOS, 2016).

Segundo Bauer (2013) há quatro métodos de secagem:

- a) Secagem natural: É bastante demorado e exige grandes superfícies. Apesar disso, é a mais comum nas olarias, é feita em telheiros extensos, ao abrigo do sol e com controle de ventilação;
- b) Secagem por ar quente-úmido: os produtos são colocados nos secadores, recebendo calor quente com alto teor de umidade, até que a água absorvida desapareça. Dessa forma, passa a receber apenas o ar quente, para que a água de capilaridade seja perdida;
- c) Secadores de túnel: são túneis extensíveis, responsáveis pela passagem do calor residual dos fornos. As peças são colocadas em vagonetas e percorrem lentamente todo o túnel seguindo o sentido de menor temperatura para maior;
- d) Secagem por radiação infravermelha: é razão do alto custo e da utilização em peças delgadas, é pouco utilizada. Porém, dá alto rendimento e pouca deformação.

O método mais utilizado nas olarias do Crato-CE é o de secagem natural devido as condições naturais favoráveis e o baixo custo de implementação. Porém há necessidade de cuidados adicionais, pois, podem provocar o aparecimento de tensões e trincas, que inviabilizam a ida da peça para o forno (queima). A fim de evitar isto, a distribuição das peças no secador deve permitir fluxo de ar uniforme, mas resguardadas de ventilação ou calor excessivos.

A figura 04 apresenta os blocos cerâmicos durante o processo de secagem em ambiente coberto.

Figura 04 – Processo de Secagem dos Blocos Cerâmicos.



Fonte: Autor.

3.2.3.4. Queima ou Cozimento:

A queima ou sinterização é o processo em que o calor provoca transformações físico-químicas na massa argilosa, modificando as características de cru em propriedades cerâmicas. O tratamento térmico é realizado entre 800°C a 1700°C, em fornos do tipo contínuos ou intermitentes, que operam em três fases: (a) Aquecimento até a temperatura desejada; (b) Permanência em um platô, durante certo tempo à temperatura especificada; e (c) Resfriamento até temperaturas inferiores a 200°C (SILVA, 2009).

Durante a queima ocorrem uma série de transformações: perda de massa (por perda de água), desenvolvimento de novas fases cristalinas e etc. A resistência mecânica, a contração, a absorção e a porosidade são aspectos adquiridos pela boa uniformidade, controle da massa argilosa, perfeita secagem e boa operação do forno (ANICER, 2008).

A escolha do forno é outro fator importante que deve ser levado em consideração, onde o tipo de produto a ser fabricado e as características do tipo de argila de que se dispõe são essenciais. Devem ser analisados, também, o espaço disponível,

pois determinados fornos exigem áreas maiores para funcionar, o volume de produção e os combustíveis disponíveis.

Atualmente, o forno tipo túnel é tido como um dos melhores pela maioria dos ceramistas, por garantir baixo consumo energético aliado à uniformidade de queima, o que resulta em produtos com tonalidade aproximada e boa qualidade. Alguns equipamentos, tidos como auxiliares, são excelentes ferramenta para o ceramista, como controladores de pressão dentro do forno, indicadores de dureza da massa, indicadores de corrente na maromba (para evitar esforço exagerado do motor), softwares para monitoramento, registro e controle da curva de queima, dentre outros, certamente promovem economia de combustível, além de interferirem na qualidade final do produto. Porém, não são muitos utilizados nas olarias estudadas, que utilizam métodos mais rústicos, devido ao alto custo e necessidade de mão de obra qualificada para utilização (ANICER, 2009).

A figura 05 exibe um forno túnel utilizado no processo de queima dos blocos cerâmicos.

Figura 05 – Processo de Queima dos Blocos Cerâmicos.



Fonte: Autor.

3.2.3.5. Controles de Processo:

Após a retirada do forno, as peças são inspecionadas e remetidas ao consumo para controle de qualidade onde são selecionadas em três partes da produção: entrada,

saída e carregamento do material. Existe o reaproveitamento da matéria prima em três etapas da produção: após a moldagem (quando apresenta algum defeito, o material volta para as máquinas extrusoras.), após a secagem (quando apresenta algum defeito, o material é molhado para se dissolver e ser novamente utilizado.), e após a queima (quando apresenta algum defeito, o material é triturado e utilizado como aterro) (SILVA, 2009).

Uma estratégia para que a empresa atinja uma maior eficiência e consequentemente a produtividade, é a produção mais limpa, que tem como foco não só questões econômicas, mas também ambiental (MACIEL; FREITAS, 2013).

A figura 06 mostra a inspeção na etapa de controle e qualidade dos blocos cerâmicos.

Figura 06 – Controle de Qualidade dos Blocos Cerâmicos.



Fonte: Autor.

3.2.4. Classificação do Material Cerâmico:

O setor cerâmico é extremamente heterogêneo e pode ser classificado em diversos segmentos diferentes, função das matérias-primas, propriedades e áreas de aplicação.

A cerâmica vermelha; compreende os materiais com coloração avermelhada, empregados na construção civil, tais como blocos, telhas, lajes, tubos cerâmicos, argilas expandidas, e utensílios de uso doméstico e decorativos bem comuns (ABC, 2002c). A matéria-prima da cerâmica vermelha, possui grandes quantidades de silte e areia, variando sua cor de preto, cinzenta, vermelha, castanha, amarela ou verde. O teor em fração argilosa é baixo, mas suficiente para permitir o desenvolvimento da plasticidade necessária para a moldagem dos corpos cerâmicos. A cor dos corpos se dá após a queima devido a características oriundas da argila, como por exemplo a presença de argila calcária que torna o corpo mais claro.

A cerâmica branca; é um material constituído por um corpo branco agrupado por causa da cor branca da massa, necessária por razões estéticas e/ou técnicas, recoberto por camada vítrea transparente e incolor, com características química, elétrica, térmica e mecânica bem distintas. A cerâmica branca se destaca pela produção de louças, porcelanas, sanitários, entre outros que demonstram esse tipo de classificação, que se diferenciam, entre outros fatores, pela queima e pela composição da massa, conhecido o tipo de fundente (MOTA et al, 2001).

Os materiais de revestimento (Placas Cerâmicas), são aqueles em forma de placas, usados na construção civil para revestimento de pisos, paredes, bancadas e piscinas, tanto em ambientes internos como em externos: azulejo, pastilha, lajota, piso, porcelanato etc.

As argilas com alto ponto de fusão e consideravelmente puras são constituintes principais das argilas refratárias, misturadas com alumina e sílica entre 25% a 45% de alumina, com a maior temperatura possível ao longo da faixa de composição sem que ocorra a formação de uma fase líquida é de 1587°C. Os materiais refratários têm a capacidade de suportar aquecimento e resfriamento, a temperaturas elevadas, o que envolve esforços mecânicos, ataques químicos e outras solicitações são considerados refratários, oriunda das argilas mais puras. A partir de diversas matérias-primas ou associações entre elas, vários tipos diferentes de refratários foram desenvolvidos, categorizando-os quanto à matéria-prima ou componente químico principal. Os blocos refratários são usados para a construção de fornos, confinando atmosferas contra temperaturas extremas. São aplicáveis a fabricação de vidros, isolantes, tratamento térmico metalúrgico e geração de energia (CALLISTER, 2002).

Os vidros consistem em silicatos não cristalinos que também contêm outros óxidos, notavelmente CaO, Na₂O, K₂O e Al₂O₃, os quais influenciam as suas

propriedades (CALLISTER, 2002). É um segmento cerâmico importante que, por suas peculiaridades, não são enquadrados como tal, e considerados como segmentos autônomos.

Alguns abrasivos são obtidos a partir de matérias-primas cerâmicas e por processos semelhantes aos da cerâmica. Podem ser citados o óxido de alumínio eletrofundido e o carbetto de silício.

3.2.5. Blocos cerâmicos:

Os blocos cerâmicos, ou tijolos, como são conhecidos, são um dos componentes básicos de qualquer construção, tendo a argila como matéria-prima e a queima como parte essencial do seu processo de formação, contém a forma de paralelepípedo, coloração avermelhada e apresentam furos ao longo de seu comprimento. Os furos se apresentam de diversos formatos, paralelos a qualquer um dos seus eixos. Sua flexibilidade e peso são características favoráveis nas construções, se tornando bastante importante no mercado nacional (BAUER, 2013).

Para a Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica (APICER, 2000), os blocos cerâmicos podem ser classificados de acordo com suas características e quanto ao tipo de aplicação.

Quanto às características, destacam-se:

- Maciço – o volume de argila cozida não é inferior a 85% de seu volume total aparente;
- Furado – apresenta furos ou canais de formas e dimensões variadas, paralelos às suas maiores arestas;
- Perfurado – com furos perpendiculares ao leito.

Quanto ao tipo de aplicação:

- Face à vista – destinados a permanecer aparentes no interior ou exterior da edificação;
- Enchimento – sem função resistente, suportando apenas seu peso próprio; e
- Estruturais – com função estrutural na construção.

Outra classificação, proposta pelo Inmetro (2001), divide os blocos cerâmicos utilizados na construção civil, produzidos no Brasil como sendo de vedação ou estruturais.

Blocos de vedação são os destinados à execução de paredes, que suportam seu peso próprio e pequenas cargas de ocupação (armários, pias, prateleiras etc). Mais comumente utilizados com os furos na horizontal, a despeito de já ser sentida tendência do uso com furos na vertical.

Os produtos de cerâmica estruturais são mais duráveis como os blocos de construção, as manilhas de esgotos e as de águas servidas, telhas, azulejos. A principal diferença, é que constituem a estrutura resistente da edificação, podendo substituir pilares e vigas de concreto além de exercer função de vedação, sendo assim multifuncional. Utilizados com furos sempre na vertical, proporcionam alta resistência mecânica e dimensões padronizadas, fazendo com que tenha uma competição direta com o concreto armado (CALLISTER, 2002).

Os blocos cerâmicos de vedação apresentam as seguintes vantagens sobre os blocos maciços (ANAMACO, apud ANICER, 2008):

- 1) São normalmente fabricados em marombas a vácuo apresentando-se com aspecto mais uniforme, arestas e cantos mais firmes, faces planas e melhor esquadrejados.
- 2) Tem menos peso por unidade de volume aparente.
- 3) Dificultam a propagação de umidade e favorecem a dessecação das paredes.
- 4) São mais absorventes do som e melhores do ponto de vista de isolamento térmico.
- 5) Apesar da redução da seção carregada, pelas melhores qualidades intrínsecas provenientes do apuro na produção podem ter tensões de utilização, referidas à seção plena, da mesma ordem de grandeza dos blocos maciços.

3.3. INDÚSTRIA DA CERÂMICA VERMELHA:

Nas últimas décadas, as mudanças ocorridas no mundo tornaram as relações no campo econômico cada vez mais dinâmicas, obrigando as empresas a encontrar soluções para enfrentar novos desafios. Distâncias geográficas já não se configuram mais como problemas, dados os avanços nas áreas da aviação, logística e a criação de mercados de livre comércio. Isto impulsionou investimentos em tecnologia, sistemas de informação e capacitação de mão de obra, além de permitir às empresas diversificação de mercados consumidores (JÚNIOR, 2010).

A Cerâmica Vermelha é caracterizada pelos produtos feitos com matérias-primas argilosas, que após a sua queima apresentam coloração avermelhada em seus produtos, tais como bloco, telha, lajes, vasilhames e outros. Dentro desse contexto, as cerâmicas vermelhas compreendem os materiais com coloração avermelhada empregados na construção civil (tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas) e também utensílios de uso doméstico e de adorno (SILVA, 2009).

O Setor Cerâmico Brasileiro, devido ao enorme número de empresas informais que as compõem, tem poucas informações disponíveis para que haja o acompanhamento do desempenho de qualquer atividade econômica. Com crises econômicas, este setor também sofreu impactos negativos em sua produção por falta de investimentos, ocasionando até o fechamento das empresas. Após a retomada do crescimento, a indústria trabalhou com capacidade ociosa em função da grande parada econômica, mas conseguiu manter níveis razoáveis de produção para desenvolvimento de novos produtos. O setor começou a atuar de maneira mais prática em relação a questões consideradas até então como de menor importância, como a embalagem de seus produtos e a movimentação dos estoques nas revendas e canteiros de obras (JÚNIOR, 2010).

Santos (2003, apud SEBRAE, 2008b) propôs classificação das empresas cerâmicas, baseada no consumo de argila e volume de produção. Destarte, são consideradas Microempresas as que consomem até 150m³/mês de argila e produzem até 100 mil peças; pequenas empresas, as que consomem entre 150 e 700m³/mês de argila e produzem entre 100 e 300 mil peças; Médias, as que consomem entre 700 e 1.000m³/mês de argila e produzem entre 300 e 800 mil peças; e Grandes, as que consomem mais de 1.000m³/mês de argila e produzem acima de 800 mil peças.

Apesar de sua importância, a indústria cerâmica apresenta uma série de problemas, muito dos quais provenientes de processos produtivos ultrapassados, evidente defasagem tecnológica e obsolescência de maquinário. A escassez de conhecimento técnico para a preparação da argila, a ausência de critérios bem definidos para a dosagem de resíduos, erros durante a fase de extrusão, falta de regulação das boquilhas ou do sistema de vácuo seguem caminho no processo produtivo, levando por água abaixo o bom desempenho da fábrica (ANICER, 2007(b)). Isto seguramente conduz à baixa produtividade e à perda de receita, dificultando o almejado deslanche do Setor Oleiro Cerâmico Brasileiro.

Fatores que corroboram com o setor oleiro cerâmico estão relacionados há problemas com a conformidade dos materiais. Os principais problemas relacionados são: trincas, fissuras, empenamentos e variações dimensionais que os tornam desconformes em relação às normas técnicas. Muito comumente, estas deficiências ocorrem em consequência da falta de controles de processo e da pouca ou nenhuma qualificação da mão de obra (ANICER, 2007a).

3.4. IMPORTÂNCIA DA PADRONIZAÇÃO:

Todos esses problemas citados, somado à inadequada alimentação do equipamento e à falta de controles apropriados, constituem os principais motivos de paradas e de retrabalho, sendo, também, os grandes entraves à obtenção da desejada ‘peça perfeita’.

O retorno da peça fora de padrão ao processo produtivo é um retrabalho. A despeito de alguns ceramistas não considerarem a volta das peças com defeito à maromba como desperdício, pelo fato de elas poderem entrar novamente no processo, este procedimento requer tempo, mão de obra e energia extras, além de provocarem desgaste precoce dos equipamentos, o que causa custos adicionais e perda de faturamento. E o que se perdeu na linha de produção é lucro desperdiçado. Sendo assim, quem busca ‘perda zero’ tem o dever eliminar ou minimizar ao máximo os defeitos e, da mesma forma, o descarte das peças que após a queima são tidas como desconformes (SILVA, 2009).

A exigência crescente do mercado e o aumento da competitividade têm tornado cada vez mais importante a gestão da qualidade e da produtividade no setor da construção civil. Para não perder o bonde de tais mudanças, faz-se necessário acompanhar de perto todas as fases do processo produtivo, desde a preparação de massa até o pós-venda. E para alcançar tal coisa, o ceramista precisa conhecer em detalhes cada etapa da produção, começando pelo tipo de argila a ser utilizada, realizando mapeamento das jazidas de argila e os ensaios laboratoriais preliminares, finalizando com os controles de processos (ANICER, 2007a).

É fato que a evolução da indústria brasileira não foi acompanhada de corpo normativo que assegurasse a qualidade e a padronização, de forma a contribuir para a

racionalização do processo de produção integralmente. Preocupações deste tipo têm partido normalmente de grandes fabricantes, cujos produtos têm alto grau de tecnologia incorporado e demandam investimentos significativos em desenvolvimento tecnológico. Estes buscam por si mesmos a produção em conformidade com normas técnicas, porque têm em mente que esse investimento compensa, o que não acontece com as dezenas de milhares de pequenas empresas espalhadas pelo país, boa parte delas, como já atestado anteriormente, na informalidade (SILVA, 2009).

3.5. CARACTERIZAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS:

As características dos blocos cerâmicos acompanham uma série de requisitos, fiscalizados pela NBR 15270 (2005), classificando-as como visuais, geométricas, físicas e mecânicas. De início é exigido que qualquer que seja o bloco, a sua identificação é primordial, devem possuir em uma de suas faces externas, a identificação do fabricante e do respectivo bloco. São utilizados na execução das alvenarias de vedação, com ou sem revestimentos, por argamassa ou similar, devem atender à norma já citada, a qual, além de definir termos, regulamenta os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento dos produtos.

As características têm classificações visuais, geométricas, físicas e mecânicas. Primeiramente a identificação em uma face externa do bloco é de fundamental importância, contando informações do fabricante e do respectivo bloco, em baixo relevo, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura. O bloco cerâmico deve constar no mínimo as seguintes características:

- a) Identificação da empresa;
- b) Dimensões de fabricação, expressa em centímetros, sequenciada com largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida em centímetros.

Na determinação das características geométricas, por exemplo, o objetivo é verificar a homogeneidade da fabricação dos blocos cerâmicos de um determinado fornecedor, através dos ensaios de desvio em relação ao esquadro, planeza das faces ou flecha e espessura das paredes externas. Os detalhes técnicos, tais como: definições,

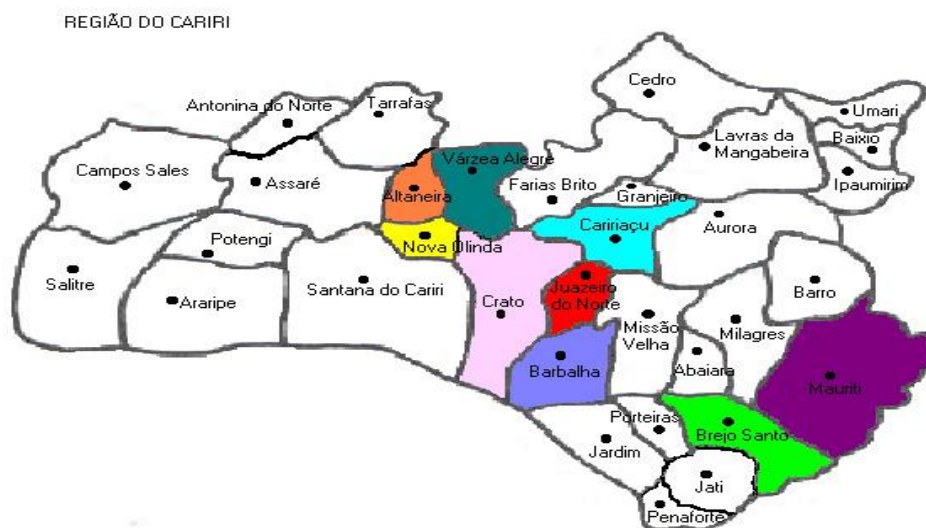
metodologias, ensaios e parâmetros de conformidade, podem ser consultados diretamente nos textos das Normas. Nas inspeções, também são investigadas as Marcações (inscrições em alto ou baixo relevo, com as dimensões nominais e o nome do fabricante) (INMETRO, 2001).

4. METODOLOGIA:

O trabalho foi realizado na cidade do Crato/CE, onde as amostras de blocos cerâmicos conseguidas com o auxílio dos donos/responsáveis de três empresas cerâmicas que as cederam e posteriormente seriam utilizados nos métodos de ensaios. Inicialmente foram pesquisadas sete empresas localizadas no Crato/CE, posteriormente escolhidas de acordo com a disponibilidade de materiais e retorno a procura efetuada as mesmas. Cada empresa disponibilizou uma visita técnica, conhecendo assim todo processo de fabricação dos blocos cerâmicos e 20 corpos de prova doados (amostras) para realização dos ensaios afim de verificar a padronização dos materiais de acordo com os quesitos normativos.

A figura 07 mostra o mapa da região do cariri.

Figura 07 – Região do Cariri.

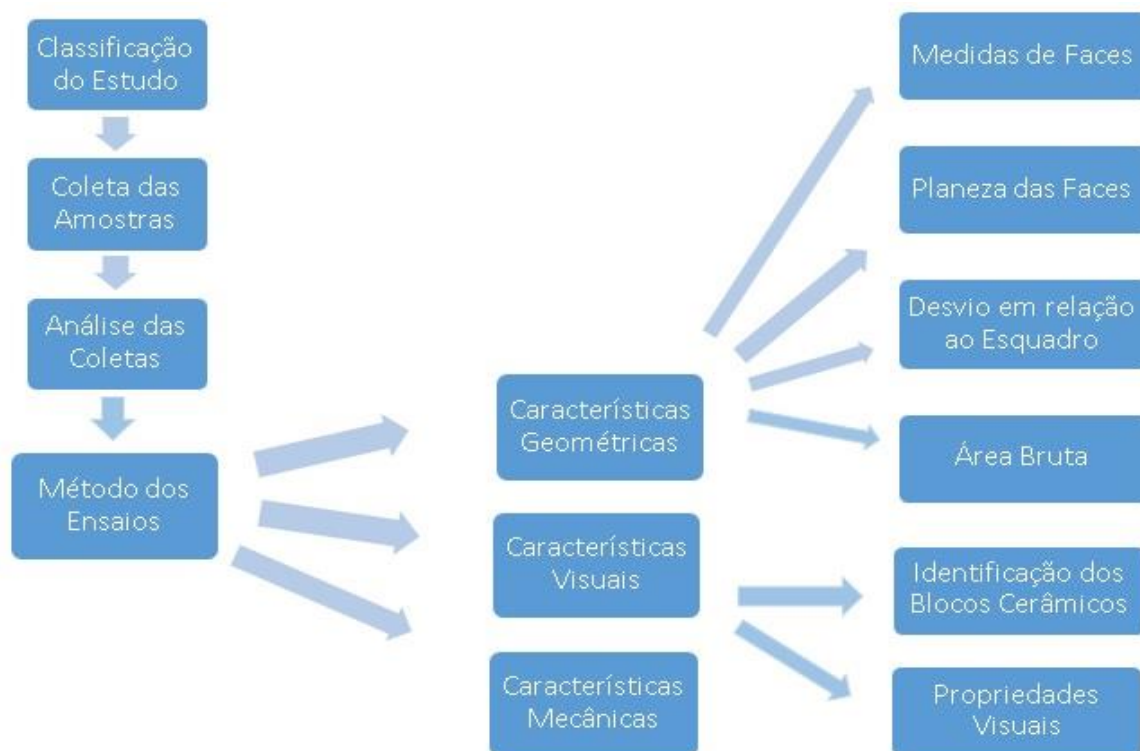


Fonte: http://www.profala.ufc.br/dados_cidades.html.

Inicialmente foi feito a Classificação dos Estudos, por meio do levantamento e análise da região escolhida como base para os estudos, e logo em seguida foi coletado amostras de empresas da região, e ponderando-as com o intuito de poder implementar a execução dos ensaios regidos pela NBR 15270-3 (2005), responsáveis por avaliar as características visuais, geométricas, físicas e mecânicas das amostras.

A figura 08 apresenta o fluxograma das etapas de estudo.

Figura 08 – Fluxograma das Etapas de Estudo.



Fonte: Autor.

4.1. CLASSIFICAÇÃO DOS ESTUDOS:

Inicialmente para a concretização deste trabalho, foi realizado todo um estudo sobre os materiais cerâmicos, a cerâmica vermelha, abordando, ainda, classificação dos segmentos cerâmicos e informações acerca do processo de produção das peças, a matéria-prima utilizada e sua importância econômica. Após uma base científica, foi feita uma pesquisa a respeito das cerâmicas existentes no município do Crato/CE. Escolheu-se para a análise, os blocos cerâmicos de vedação com furos na horizontal, mais especificadamente, tijolos de 8 furos (9x19x19). Muito utilizado e bastante comum na construção civil, fabricado em grandes escalas, devido ao seu alto consumo. Os blocos cerâmicos foram avaliados quantitativamente através de amostras coletadas

baseadas nas normas específicas. Este trabalho está associado diretamente a averiguação dessas amostras com as Normas Técnicas da ABNT, verificando sua conformidade e comparando-as com os padrões estabelecidos pela NBR 15270 (2005). Sua iniciação se deu a partir da iniciativa por possíveis melhorias no setor ceramista desse município, com a regulação de seus produtos.

4.2. COLETA DAS AMOSTRAS:

As amostras foram coletadas no dia 25 de maio de 2016 diretamente das cerâmicas escolhidas para a análise desse estudo. A visita foi realizada para coleta das amostras autorizada por responsáveis. No mês seguinte, as amostras foram encaminhadas ao laboratório onde os ensaios foram realizados. Na amostragem realizada adotou-se um critério aleatório de escolha de unidades, objetivando a caracterização individual de grande parte dos produtos a serem comercializados. Foram selecionadas três empresas da cidade, escolhidas pela disponibilidade e por possuírem índices maiores quanto à procura na região. No total, foram coletados 3 grupos de amostras contendo os blocos cerâmicos. Cada amostra foi composta por 20 corpos-de-prova, chegando a uma totalidade de 60 corpos-de-prova recolhidos.

Para o ensaio de determinação das características geométricas e determinação da resistência à compressão, as amostras são constituídas de 13 corpos-de-prova, onde os mesmos são utilizados para mais de um ensaio. Os demais, assumiram papel de reserva assegurando qualquer eventualidade que possa ter ocorrido.

Seguindo as exigências da norma, temos ainda que analisar a aceitação ou rejeição do lote. Para isso, só é permitido que apenas 2 unidades do lote de 13 amostras estejam fora dos padrões de conformidade, a partir de 3 unidades não conformes o lote deve ser rejeitado. Essa determinação vale para todos os ensaios realizados na pesquisa.

As amostras dos blocos cerâmicos estão expostas na figura 09.

Figura 09 – Amostras dos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor.

4.3. PLANO DE ANÁLISE DE DADOS:

Após a coleta das amostras junto às empresas fornecedoras, estas foram encaminhadas para o laboratório do campus da UFERSA – Caraúbas/RN, onde foram analisados de acordo com os procedimentos descritos pela NBR 15270-3 (Componentes cerâmicos. Parte 3: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio). Os resultados obtidos foram confrontados com os descritos nas normas específicas, verificando-se assim os padrões de características geométricas, físicas e mecânicas.

4.4. MÉTODOS DOS ENSAIOS:

4.4.1. Identificação Visual dos Blocos Cerâmicos:

O bloco cerâmico de vedação deve trazer, obrigatoriamente, gravado em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco, em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso, e que contenha no mínimo a identificação da empresa e as dimensões efetivas do bloco cerâmico. O não atendimento em qualquer corpo-de-prova é suficiente para a rejeição do lote.

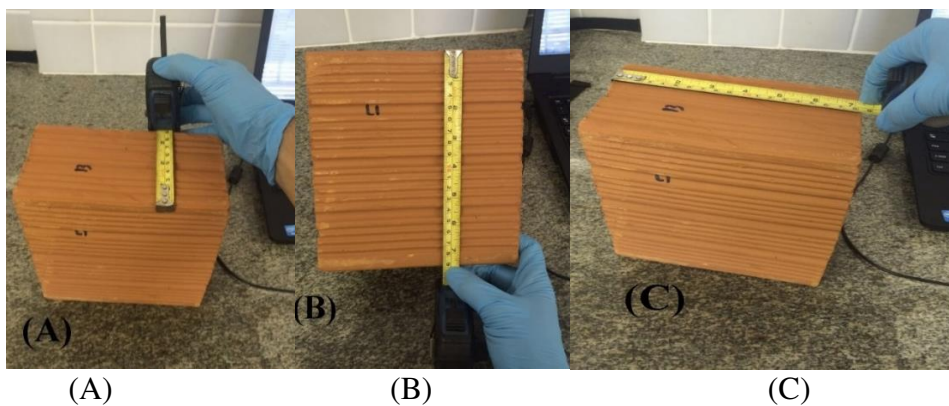
4.4.2. Propriedades Visuais:

O bloco cerâmico de vedação não deve apresentar defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu emprego na função especificada. As características visuais do bloco cerâmico face-à-vista devem atender aos critérios de avaliação da aparência especificados. Classificou-se os blocos cerâmicos devido aos defeitos para melhor representa-los em: Bom, Regular e Ruim, de acordo com a quantidade de defeitos sistemáticos presentes nos blocos cerâmicos, onde bom seriam as amostras que possuíam até 2 defeitos, até 4 classificado como regular, mais de 4 classificada como ruim. No caso de haver rejeição do lote em mediante acordo entre fabricante e comprador, pode-se proceder à inspeção de todos os blocos do lote, comprometendo-se o fabricante a repor todos os blocos não-conformes.

4.4.3. Medidas das Dimensões Efetivas:

Para a realização deste ensaio foram utilizados 13 corpos-de-prova de cada empresa, os mesmos foram identificados e numerados. Colocados em uma superfície plana e indeformável e, com o auxílio de uma trena, os valores de largura (L), altura (H) e comprimento (C) foram obtidos por medições nas partes centrais de cada bloco, sempre levando em conta a análise das duas faces. A figura 10 demonstra a medição das dimensões efetivas dos blocos cerâmicos.

Figura 10 – Medição das dimensões efetivas. (A) largura (B) altura (C) comprimento.



Fonte: Autor.

4.4.4. Determinação da espessura das paredes externas e septos dos blocos:

Coloca-se os corpos de provas em uma superfície plana e indeformável, e com o auxílio do paquímetro mede-se a espessura das paredes externas, em alguns pontos indicados, buscando a menor espessura. As medições das espessuras dos septos devem ser obtidas na região central destes, utilizando no mínimo quatro medições. A figura 11 mostra a medição das paredes e septos dos blocos cerâmicos.

Figura 11 – Medição das paredes e septos dos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor.

4.4.5. Determinação do Desvio em Relação ao Esquadro:

Coloca-se o paquímetro e o esquadro metálico ao mesmo tempo, mede-se o desvio em relação ao esquadro entre uma das faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento do bloco. As medidas foram feitas em ambas as faces dos blocos, posicionando a parte destinada ao assentamento no centro, mantendo o bloco centralizado para uma obtenção de melhores resultados. Utilizando o recuo do paquímetro a medição foi executada na região em que se observava o maior desvio (D). A figura 12 exibe a medição do desvio em relação ao esquadro.

Figura 12 – Desvio em relação ao esquadro.



Fonte: Autor.

4.4.6. Determinação da Planeza das Faces:

A determinação foi realizada nas faces do bloco que se aplica o revestimento. O corpo-de-prova foi colocado sobre uma superfície plana e indeformável. Empregando-se os mesmos materiais do ensaio de desvio, foram determinados a planeza de faces destinadas ao revestimento através da flecha formada na diagonal. A flecha pode ser identificada no meio do bloco, e medida em ambas as faces, sempre na procura por um espaço que apresente maior flecha, provocados um afundamento neste local, ou nas extremidades deste bloco, em consequência do estofamento da parte central do bloco. Neste ensaio foi verificado se havia ou não presença de concavidades ou convexidades nas faces dos blocos, buscando justamente identificar os defeitos de fabricação que provocam essa eventualidade. A figura 13 exibe a medição da planeza das faces.

Figura 13 – Planeza das faces.



Fonte: Autor.

4.4.7. Determinação da Área Bruta:

Cada bloco cerâmico constituía um corpo-de-prova. Da mesma forma que os anteriores se fez necessário treze corpos-de-prova de cada empresa identificados e numerados. Com as medidas das dimensões efetivas, já obtida através da caracterização geométrica, a área bruta de cada bloco foi calculada a partir da seguinte expressão:

$$A_b = L \times C$$

4.4.8. Determinação da Resistência à Compressão:

Neste ensaio, os corpos-de-prova passaram por uma preparação antes da medição do seu limite de resistência, recomenda-se que, esse ensaio seja efetuado após os ensaios de planeza das faces, desvio em relação ao esquadro e de dimensões por questões de racionalidade. Foi necessário realizar o capeamento desses blocos. Sobre

uma superfície plana e indeformável recoberta com sacos plásticos umedecidos a pasta de cimento foi aplicada à face destinada ao assentamento, exercendo sobre o bloco uma pressão manual a fim de refluir a pasta interposta, de modo a definir uma espessura de no máximo 3 mm. O nível bolha foi utilizado para que se chegasse a um nivelamento mais preciso. O capeamento foi aplicado em ambas faces de assentamento. A figura 14 a seguir mostra a finalização desse preparo antes de ensaiar sua resistência, sendo separado pelo capeamento de cada empresa.

A figura 14 apresenta as amostras capeadas para ensaio de compressão.

Figura 14 – (A) Amostra de um bloco cerâmico capeado; (B) Grupo de amostras preparadas para ensaio.



Fonte: Autor.

Os blocos foram ensaiados na condição saturada de modo que a carga fosse aplicada na direção do esforço que o bloco deve suportar durante o seu emprego uma resistência maior que 1,5 MPa, sempre perpendicular ao comprimento e na face destinada ao assentamento. O corpo-de-prova foi colocado na prensa de modo que o seu centro de gravidade esteja no eixo de carga dos pratos da prensa.

Na inspeção do ensaio referente à resistência à compressão individual, a aceitação ou rejeição do lote fica condicionada a 2 unidades não conformes, ou seja, 3 unidades não conformes representa a rejeição do lote.

A figura 15 exibe a realização do ensaio de compressão nos blocos cerâmicos.

Figura 15 – Ensaio de compressão nos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor.

5. RESULTADOS:

Os resultados dos ensaios realizados com os blocos cerâmicos coletados serão apresentados neste capítulo. Os blocos cerâmicos de vedação analisados, mas especificadamente tijolos de 8 furos, avaliados por ensaios dimensionais, físicos e mecânicos, analisando e comparando com os valores exigidos e aceitados de acordo com a ABNT NBR 15270 (2005).

5.1. IDENTIFICAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS:

Uma característica obrigatória que deve constar nos blocos cerâmicos é a identificação do fabricante e suas devidas dimensões de fabricação de maneira impressa. Nesse quesito, apenas uma empresa não atende as obrigações da norma. A cerâmica B não apresenta essas características em suas amostras, sendo assim, não-conformes nesse quesito. A cerâmica C tem as informações impressas em ótima qualidade, já a cerâmica A mesmo apresentando a identificação pouco apagado atende ao critério, portanto conforme com a norma.

As figuras 16, 17 e 18 mostram as identificações das empresas nos blocos cerâmicos.

Figura 16 – Identificação da empresa A nos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor.

Figura 17 – Identificação da empresa B nos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor.

Figura 18 – Identificação da empresa C nos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor.

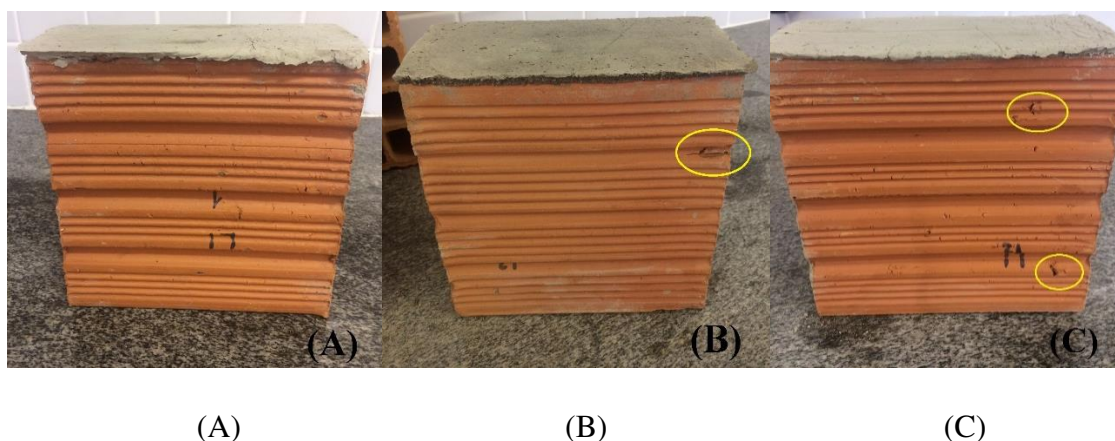
5.2. PROPRIEDADES VISUAIS:

De acordo com a NBR 15270, nos blocos cerâmicos não devem conter quebras, trincas, deformações e superfícies irregulares. Classificou-se os blocos cerâmicos devido aos defeitos para melhor representa-los em: Bom, Regular e Ruim. A cerâmica A foi classificada como boa devido a maioria de suas amostras não conterem defeitos

aparentes. A cerâmica B e C foram classificadas como regular, devido apresentarem algumas trincas e quebras nas suas amostras.

A figura 19 apresenta a identificação visual de defeitos aparentes dos blocos cerâmicos.

Figura 19 – Identificação visual das empresas estudadas. (A) Amostra da empresa A, (B) Amostra da empresa B, (C) Amostra da empresa C.



Fonte: Autor.

5.3. DIMENSÕES EFETIVAS:

A NBR 15270 (2005) estabelece tolerâncias dimensionais para a análise dos resultados, através de limites baseados nas medidas de dimensões individuais, que devem ser obedecidas rigorosamente, em relação a dimensão efetiva com os valores individuais de 5 milímetros para mais ou para menos, e uma tolerância dimensional relacionada à média das dimensões efetivas de 3 milímetros para mais ou para menos.

Os resultados das dimensões efetivas estão expostos na tabela 01 a seguir, mencionando as dimensões individuais, medianas e desvio padrão para as três empresas. Os blocos devem atender as medições de (9x19x19), largura, altura e comprimento, respectivamente.

Tabela 01 – Dimensões Individuais e Médias das cerâmicas estudadas.

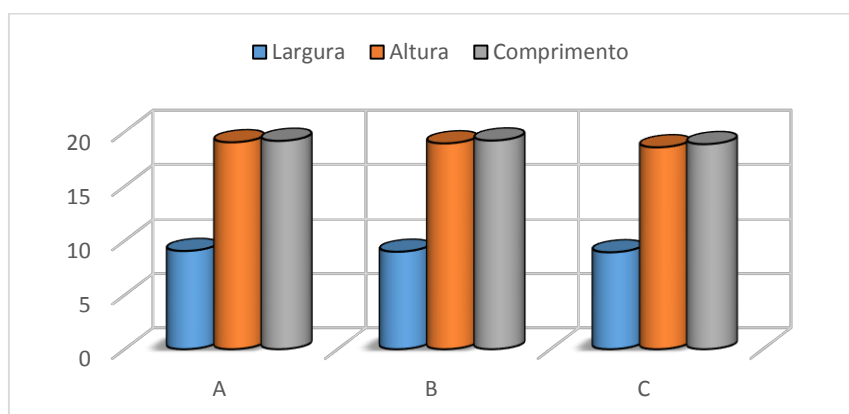
Amostra	Cerâmica A			Cerâmica B			Cerâmica C		
	L	A	C	L	A	C	L	A	C
1	9	18,8	19	9	19	19,5	8,9	18,7	18,9
2	9	19	19,3	9	18,9	19,3	8,9	18,5	18,9
3	9	19	19	9	19	19,5	8,9	18,6	18,9
4	9	19,4	19,3	9	18,8	19,5	9	18,7	18,9
5	9,1	18,9	19	9	18,9	19,5	9	18,5	19
6	9	19,1	19,3	9	19	19,5	8,9	18,6	19
7	9,2	19	19,1	9	18,9	19,2	8,9	18,5	18,8
8	9	19,1	19,4	9	18,9	19	8,9	18,5	18,8
9	9,1	19	19	9	19	19,1	8,9	18,6	18,8
10	9,1	19,1	19,2	8,8	18,8	19,1	9	18,5	19
11	9	19	19,1	9	19	19,1	8,9	18,5	18,6
12	9,1	19	19,2	9	18,9	18,9	8,9	18,5	18,6
13	9,1	19	19,2	9	19	18,3	9	18,8	19
Média	9,05	19,03	19,16	8,98	18,93	19,19	8,93	18,57	18,86
Desvio Padrão	0,0660	0,1378	0,13868	0,0555	0,0751	0,3451	0,0480	0,1013	0,1387

Fonte: Autor.

De acordo com a tabela 1, as cerâmicas A, B e C expõem resultados individuais e médias que obedecem aos padrões exigíveis, sendo conformes em dimensões efetivas individuais e médias. Portanto, o lote foi aceito.

Fez-se um comparativo através de gráficos com todos os resultados reunidos expressos por cada cerâmica, como mostra a figura 20.

Figura 20 – Comparativo dimensional das cerâmicas estudadas.



Fonte: Autor.

Com essa análise comparativa pode-se observar na figura 20, que apesar de todas as cerâmicas estarem dentro dos padrões da norma, a cerâmica A apresenta resultados mais satisfatórios por não conterem nenhum corpo de prova fora dos padrões exigidos. As cerâmicas B e C apresentam maiores variações de irregularidade nas suas características visuais, mas seus resultados nessa análise foram considerados bons, estando dentro de todos os limites aceitáveis de dimensões. O gráfico auxilia a comparação entre os números analisados, considerando os resultados obtidos na realização dos ensaios.

5.4. DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS BLOCOS:

As medições das espessuras dos septos devem ser obtidas na região central destes, utilizando no mínimo quatro medições, buscando também os septos de menor espessura. Nos blocos cerâmicos estruturais de paredes vazadas, a espessura mínima dos septos deve ser de 6 mm e das paredes externas deve ser no mínimo de 7mm.

Tabela 02 – Espessura das paredes externas e septos da cerâmica A (SUP = Superior, L1 = Lado 1, L2 = Lado 2, INF = Inferior, SEP = Septo).

Amostra	SUP	L1	L2	INF	SEP
1	8,04	6,93	6,71	7,54	6,82
2	7,98	7,53	6,87	8,1	6,42
3	9,06	5,75	7,76	7,8	6,34
4	7,31	6,4	7,91	7,97	6,76
5	8,15	7,91	6,7	8,35	6,88
6	6,87	8,25	8,4	8,48	6,15
7	7,77	7,28	7,08	10,85	6,26
8	8,75	7,83	6,67	8,88	5,96
9	8,16	8,4	8,04	7,74	6,33
10	9,16	6,66	8,42	7,62	6,66
11	9,29	7,3	9,45	6,26	5,87
12	7,95	8,33	9,51	6,79	6,27
13	7,24	6,6	8,79	7,03	6,15

Fonte: Autor.

A cerâmica A expõe resultados que não obedecem aos padrões exigíveis, sendo não conformes em espessura de paredes externas e septos individualmente, de acordo com a tabela 2. Portanto, o lote foi rejeitado.

Tabela 03 – Espessura das paredes externas e septos da cerâmica B (SUP = Superior, L1 = Lado 1, L2 = Lado 2, INF = Inferior, SEP = Septo).

Amostra	SUP	L1	L2	INF	SEP
1	8,15	8,04	6,81	6,75	5
2	6,64	7	6,32	6,83	4,8
3	6,71	6,49	6,26	6,65	4,42
4	6,73	6,56	6,31	6,43	4,54
5	5,39	6,36	6,27	6,14	4,45
6	6,53	6,45	6,29	6,28	4,58
7	6,74	5,69	5,56	6,35	4,37
8	5,78	7,18	6,34	6	5,28
9	5,48	7,88	7,53	6,4	5,43
10	6,76	6,49	6,36	6,45	5,58
11	5	5,92	7,4	5,87	5,88
12	5,42	6,46	6,39	5,79	5,29
13	7,57	6,87	7,31	6,31	4,81

Fonte: Autor.

O lote representando a cerâmica B também foi rejeitado sem nenhum corpo-de-prova nos padrões exigidos, individuais e médios, de acordo com a tabela 3, logo o lote foi rejeitado.

Tabela 04 – Espessura das paredes externas e septos da cerâmica C (SUP = Superior, L1 = Lado 1, L2 = Lado 2, INF = Inferior, SEP = Septo).

Amostra	SUP	L1	L2	INF	SEP
1	6,16	6,27	6,53	6,6	6,79
2	7,09	6,35	5,25	5,91	6,18
3	7,18	6,59	6,02	6,95	5,63
4	6,18	6	6,97	7,58	5,72
5	6,15	5,74	5,42	6,2	6,07
6	6,51	5,98	5,3	7,22	5,13
7	6,48	4,95	5,77	5,65	5,83
8	5,78	5,59	5,75	7,31	5,22
9	6,4	6,31	5,58	7,29	5,8
10	6,11	5,25	5,37	5,38	5,77
11	6,08	5,03	5,61	5,27	5,34
12	6,05	5,15	5,45	7,89	5,27
13	5,7	6,18	5,87	6,03	5,97

Fonte: Autor.

A cerâmica C possui resultados não conformes de acordo com os padrões exigíveis, não possuindo nenhuma amostra com valores individuais e médios aceitáveis, como mostra a tabela 4. Portanto, o lote também foi rejeitado.

Pode-se observar o baixo número de aceitação neste ensaio desde a inspeção visual realizado no ensaio de propriedades visuais, onde percebeu-se deficiências nos blocos, tanto nas paredes externas, como nos septos.

5.5. ANÁLISE DE DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO:

De acordo com a NBR 15270 (2005), foram medidos os desvios em relação ao esquadro em ambas as faces do bloco cerâmico, contendo a exigência já estabelecida de que não se pode ultrapassar 3 mm para mais ou para menos. Utilizando o mesmo limite de aceitação já mostrado nas dimensões efetivas, os blocos foram avaliados para determinar as rejeições do lote, e através disso fazer comparativos entre as empresas.

Tabela 05 – Resultados do desvio em relação ao esquadro das cerâmicas estudadas.

Amostra	Cerâmica A		Cerâmica B		Cerâmica C	
	Face 1	Face 2	Face 1	Face 2	Face 1	Face 2
1	2,6	5,36	4,62	3,33	2,29	0,2
2	3,8	2,02	3,49	0,82	9,33	8,43
3	0,75	2,14	3,52	1,41	0,14	1,33
4	1,64	1,24	1,6	1,11	3,12	2,94
5	1,72	5,79	1,95	0,86	0,51	2,28
6	0,81	2,96	2,16	1,69	4,68	2,19
7	1,38	4,05	1,13	1,89	2,15	2,52
8	3,37	5,65	1,11	2,11	2,18	0,98
9	4,27	4,43	5,62	4,14	4,19	4,9
10	4,6	2,52	3,81	1,19	2,63	1,25
11	1,81	2,3	3,76	2,51	2,8	2,39
12	2,66	2,33	3,6	2,15	4,06	1,95
13	1,99	1,39	3,41	2,88	0,95	0,73

Fonte: Autor.

A tabela 5 nos mostra que sete corpos-de-prova estão fora do limite aceitável, sendo eles: 1, 2, 5, 7, 8, 9 e 10. Logo, o lote da cerâmica A será rejeitado, pois, ultrapassava o número limite de aceitação.

A cerâmica B teve oito corpos-de-prova não conformes as exigências para aceitação do lote, sendo eles: 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13. Logo, será rejeitado devido ao seu alto grau de desconformidade com muitos blocos fora do padrão.

A cerâmica C também não teve sucesso na aprovação do seu lote, 5 corpos-de-prova ultrapassaram o limite estabelecido, sendo eles: 2, 4, 6, 9 e 12, ocasionando, portanto, a rejeição do lote.

Pode-se observar que todas as empresas tem deficiência em atingir as exigências da norma nesse teste, muitas vezes ocasionados por falhas no processo de fabricação, onde esse problema pode ser originado de alguma deficiência nas suas fôrmas. Porém, devemos destacar a empresa cerâmica C que teve a maior aproximação dos limites toleráveis.

5.6. ANÁLISE DA PLANEZA DAS FACES OU FLECHAS:

Esse ensaio é realizado em ambas as faces de revestimento dos blocos com o intuito de analisar sua conformidade de acordo com flechas existentes nas extremidades ou no centro do bloco, que tem seu limite máximo de 3 mm estabelecidos pela NBR 15270 (2005). Similar ao desvio em relação ao esquadro, também mostraremos resultados comparativos entre as empresas e avaliação para aval de rejeição ou não.

A tabela 6 apresenta os resultados do ensaio de planeza de faces da cerâmica A.

Tabela 06 – Resultados da Planeza de Faces da cerâmica A (S = Superior, C = Centro, I = Inferior.).

Amostra	Lado 1						Lado 2					
	Diagonal 1			Diagonal 2			Diagonal 1			Diagonal 2		
	S	C	I	S	C	I	S	C	I	S	C	I
1	0,84	1,52	1,02	0,76	1,82	1,13	0,38	1,74	0,59	1,76	2,34	0,36
2	1,16	1,24	0,97	1,07	1,41	0,58	0,39	0,85	0,7	1,47	1,71	1,17
3	0,96	0,55	0,83	0,49	0,54	0,62	1,4	1,54	1,48	1,26	1,95	1,13
4	0,61	1,26	0,57	0,82	1,15	0,18	1,51	1,62	0,69	0,78	1,06	0,75
5	1,61	1,93	1,17	0,62	0,7	0,52	2,22	3,91	0,66	3,25	4,03	1,27
6	0,82	1,1	1,7	0,84	0,52	0,6	0,77	1,76	1,03	0,98	0,99	0,21
7	1,53	1,58	0,83	1,6	1,94	1,68	2,61	2,79	1,35	2,31	2,27	1,08
8	1,18	0,28	0,21	0,71	0,59	0,47	1,88	2,55	1,03	1,4	2,03	0,61
9	1,8	2	0,65	0,77	1,22	0,65	1,9	2,45	0,65	1,25	1,38	0,47
10	1,36	1,62	1,01	0,94	1,15	0,51	1,11	1,91	0,81	0,44	1,45	1,11
11	1,47	1,82	1,23	1,95	1,65	0,98	0,78	0,34	0,12	0,91	1,01	0,57
12	1,22	1,18	1,81	2,5	3,1	0,21	0,98	1,06	0,03	0,15	1,17	0,23
13	0,76	1,45	0	0,18	1,93	1,01	0,81	1,39	0,08	0,04	1,16	0,22

Fonte: Autor.

A cerâmica A, como exposto na tabela 6, apenas duas amostras não estão nos padrões, as demais demonstram resultados que obedecem aos padrões exigíveis, sendo conformes em planeza de faces individuais e ficando dentro do limite de aceitação. Portanto, o lote foi aceito.

Tabela 07 – Resultados da Planeza de Faces da cerâmica B (S = Superior, C = Centro, I = Inferior.).

Amostra	Lado 1						Lado 2					
	Diagonal 1			Diagonal 2			Diagonal 1			Diagonal 2		
	S	C	I	S	C	I	S	C	I	S	C	I
1	5,79	3,16	0,6	3,52	2,14	1,25	1,23	0,64	1,45	0,34	2,28	4,59
2	1,57	5,56	9,94	0,65	0,37	2,5	1,6	1,92	0,11	8,2	5,99	2,03
3	0,55	0,19	0,94	0,5	1,04	2,03	2,31	0,07	1,04	0,38	0,25	0,9
4	3,17	1	0,13	0,17	3,38	5,69	7,08	3,42	0,38	1,21	3,08	5,72
5	3,9	0,88	0,27	0,4	0,73	1,91	0,99	1,12	1,12	1,89	4,19	4,53
6	1,12	1,64	1,83	1,07	1,8	1,23	3,4	0,78	0,71	2,85	1,94	0,31
7	2,15	0,02	0,02	3,44	2,39	0,76	0,28	0,1	0,95	2,01	3,04	0,56
8	1,65	3	2,59	3,26	2,28	1,03	1,3	2,26	2,47	2,06	0,75	0,09
9	4,18	3,96	2,15	6,29	5,35	1,61	1,18	3,12	6,78	1,03	1	2,08
10	3,99	3,42	1,07	0,51	0,44	1,1	1,05	0,88	0,66	0,37	0,08	1,68
11	1,52	2,98	2,11	1,23	1,02	1,13	1,14	1,81	0,22	2,5	1,62	0,03
12	1,7	2,35	1,43	7,13	6,09	2,13	1,75	3,56	4,9	1,67	0,89	0,63
13	1,56	0,34	0,6	0,17	0,7	1,24	1,65	0,42	0,26	0,38	0,66	0,13

Fonte: Autor.

A cerâmica B, tem seus resultados expressos na tabela 7, demonstram resultados fora dos padrões exigíveis, sendo desconformes em planeza de faces individuais, assim, o lote não foi aceito por não está dentro dos limites de aceitação.

Tabela 08 – Resultados da Planeza de Faces da cerâmica C. (S = Superior, C = Centro, I = Inferior.).

Amostra	Lado 1						Lado 2					
	Diagonal 1			Diagonal 2			Diagonal 1			Diagonal 2		
	S	C	I	S	C	I	S	C	I	S	C	I
1	0,54	0,51	0,25	0,33	0,72	0,41	1,1	3,2	7,56	0,36	0,52	2,93
2	1,09	0,18	0,09	0,81	0,4	5,9	5,27	4,67	1,46	1,49	0,93	0,33
3	0,41	1,26	5,26	0,42	0,22	1,76	0,82	0,53	0,33	2,64	2,81	0,46
4	5,87	3,74	0,25	0,77	0,96	0,36	2,06	1,31	0,23	0,76	1,8	3,8
5	3,11	7,41	13,38	0,81	1,35	3,84	6,82	7,01	0,8	16,01	9,97	0,67
6	1,53	1,6	0,86	0,36	1,09	0,65	0,93	0,13	0,51	0,59	0,3	2,11
7	1,71	1,7	0,41	1,86	2,28	0,6	0,61	0,37	1,17	0,94	0,3	0,61
8	6,35	4,1	0,26	1,71	2,21	0,73	0,67	1,82	5,42	0,53	2,64	5,76
9	4,36	3,56	0,38	5,66	4,53	0,51	0,55	0,83	3,11	0,89	1,82	4,4
10	8,18	5,38	0,2	2,02	4,21	5,27	4,46	1,1	0,31	0,42	4,8	10,74
11	6,62	4,5	0,21	5,56	4,05	0,4	0,39	1,08	4,83	0,32	1,63	4,85
12	2,63	2,73	0,16	4,3	3,21	0,28	0,29	1,7	4,79	0,15	0,77	3,46
13	5,03	2,09	0,09	5,44	3,39	0,8	0,63	1,93	5,12	0,41	1,71	4,02

Fonte: Autor.

A cerâmica C, tem seus resultados expressos na tabela 8, demonstram resultados fora dos padrões exigíveis, sendo desconformes em planeza de faces individuais e médias, assim, o lote não foi aceito por não está dentro dos limites de aceitação.

A análise das flechas apresentou divergências entre as empresas quanto ao resultado de aceitação do lote. As empresas B e C apresentaram valores irregulares muito elevados em relação a norma. Observa-se que a cerâmica C tem maior escala deficiência no seu centro, originadas pelo processo de expansão, e a cerâmicas B é mesclada nessa visão das flechas.

5.7. ÁREA BRUTA:

O cálculo da área bruta é um ensaio auxiliar que apoia o ensaio de resistência à compressão, pois seu valor separadamente não representa para os blocos cerâmicos nenhuma parâmetro de conformidade. Tem-se com os valores padrões, 9 centímetros para largura e 19 centímetros para o comprimento, logo a área bruta deve resultar 171 centímetros quadrados.

Os valores médios da área bruta das três empresas estão impressos na tabela 16 a seguir:

Tabela 09 – Média da área bruta das três cerâmicas de estudo.

Cerâmicas	Área Bruta Média
A	173,48 cm ²
B	172,44 cm ²
C	168,45 cm ²

Fonte: Autor.

5.8. RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO:

O ensaio de resistência a compressão analisa as características mecânicas dos blocos cerâmicos, calculada na área bruta, com furos na horizontal deve ter uma resistência $\geq 1,5$ MPa, onde para sua aceitação o lote não pode conter mais de 2 unidades não conformes.

Tabela 10 – Resultados de resistência a compressão das cerâmicas estudadas.

Amostra	Cerâmica A	Cerâmica B	Cerâmica C
	Tensão Máxima(MPa)	Tensão Máxima(MPa)	Tensão Máxima(MPa)
1	0,92	2,45	1,89
2	1,02	1,25	1,43
3	1,35	1,84	2,26
4	1,21	1,18	0,97
5	1,3	1,66	1,38
6	1,24	1,52	1,18
7	1,06	1,07	1,97
8	1,08	0,78	1,72
9	0,91	1,23	1,48
10	1,11	0,70	1,15
11	0,96	1,10	1,23
12	1,51	1,20	2,15
13	0,49	1,52	1,26
Média	1,09	1,34	1,54

Fonte: Autor.

A cerâmica A não teve seu lote aceito devido a apenas uma amostra e também de forma média não está dentro dos padrões exigíveis, todas as outras ficaram abaixo das exigências propostas na norma. A cerâmica B também não teve seu lote aceito devido a 8 amostras e a média não estarem nos padrões exigíveis, estando assim abaixo dos limites de aceitação. Por último, a cerâmica C identicamente a cerâmica B também teve seu lote rejeitado devido a 8 amostras não estarem nos padrões exigíveis, estando assim abaixo dos limites de aceitação, porém, contém a média nos padrões normativos exigidos. Todas as informações constam na tabela 10.

O elevado número de rejeição e o fato de que as 3 cerâmicas não terem seus lotes aceitos pela NBR 15270 (2005), comprova a fragilidade no processo de fabricação dos blocos cerâmicos. Alguns dos resultados obtidos eram previstos devido as falhas encontrados nas características visuais, nos testes de desvio em relação ao esquadro e de planeza de faces comprometendo assim os lotes estudados. Esses problemas devem ser corrigidos, pois colocam em risco as estruturas das edificações.

6. CONCLUSÃO:

Um dos grandes desafios do setor oleiro-cerâmico é vencer a divisão que o afeta, onde de um lado baseia-se na facilidade do processo de fabricação, desprezando as normas, obtendo lucro fácil, e do outro, o esforço de quem quer fidelizar o consumidor consciente, que opta pela qualidade, e exige isso dos produtos que adquire.

Nesse segmento de qualidade e segurança impostas pelas normas, o presente trabalho analisa seus materiais e a importância de produtos regularizados, onde V representa conforme e X não conforme nos ensaios. De modo a serem levados a obter padrões com alto desempenho, gerando satisfação para ambas as partes, fabricantes e compradores, sempre buscando o melhor para a indústria cerâmica representados na tabela 11.

Tabela 11 – Resultado Geral dos Ensaios.

Ensaios	Cerâmica A	Cerâmica B	Cerâmica C
Identificação	V	X	V
Propriedades Visuais	BOM	REGULAR	REGULAR
Dimensões Efetivas	V	V	V
Espessura Paredes e Septos	X	X	X
Desvio em Relação ao Esquadro	X	X	X
Planeza das Faces	V	X	X
Resistência à Compressão	X	X	X

Fonte: Autor.

Fazendo o comparativo entre os ensaios e as empresas, a cerâmica A teve dados aceitáveis nos quesitos padrões visuais, dimensionais, na identificação dos blocos e planeza das faces, sendo aceita nos testes e correspondendo a todos esses quesitos. A cerâmica B apresentou resultados não muito favoráveis, estando em conformidade com a norma apenas nas propriedades visuais e dimensionais. Os ensaios para a cerâmica C resultaram que a empresa foi regular tendo êxito nos quesitos visuais, dimensionais e de identificação. No geral, observa-se que a cerâmica B obteve os resultados mais

desfavoráveis, gerando blocos cerâmicos frágeis e não aptos a aceitação de seu lote devido a diversos fatores como processo de fabricação, matéria prima, entre outros.

Os ensaios de espessura das paredes externas e septos, desvio em relação ao esquadro e resistência a compressão tiveram rejeição total dos lotes, observando-se a necessidade de um aperfeiçoamento de algumas partes no processo de fabricação dos blocos cerâmicos que tem fundamental importância em evitar possíveis problemas patológicos, e assim serem comercializados de maneira correta na indústria cerâmica do município do Crato/CE.

De maneira geral, pode-se destacar que os blocos cerâmicos comercializados pelas empresas estudadas apresentaram características deficientes, já que nenhuma empresa atendeu as exigências da norma, que tem caráter obrigatório, tendo a necessidade de alertar e incluir nas olarias, estudos que viabilizem melhorias e ideias tecnológicas pouco existentes de que pode haver acréscimo na qualidade e na produtividade que diminuam os riscos dentro das edificações. Essas análises devem ser feitas desde a matéria-prima argila, no processo de fabricação e nas demais etapas, para que possa corrigir e leva as cerâmicas a atender os requisitos, sendo mais justo para quem compra e quem vende.

7. REFERÊNCIAS:

1. ABC – Associação Brasileira de Cerâmica. **Cerâmicas no Brasil – Considerações Gerais**. 2002. Disponível em < <http://abceram.org.br/consideracoes-gerais/>>. Acesso em 14 ago. 2016.
2. ABC. **Informações Técnicas – Definição e Classificação**. 2002. Disponível em < <http://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>>. Acesso em 14 ago. 2016.
3. ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Manuais – Bloco. Rio de Janeiro, 2002.
4. ANICER. **Artigo “Fornos - Existe um tipo especial para a sua empresa”**. Revista da ANICER, Ano 11, edição 56, Fevereiro, 2009.
5. ANICER. **Artigo “Segredos da Secagem e Queima”**. Revista da ANICER, Ano 11, edição 53, Agosto, 2008.
6. ANICER. **Matéria “Clínicas tecnológicas Senai/Anicer”**. Revista da ANICER, Seção Conhecimento, Ano 10, edição 48, Setembro, 2007.
7. ANICER. **Matéria “Como identificar e corrigir problemas na fábrica”**. Revista da ANICER, Seção Melhorias, Ano 10, edição 47, Julho, 2007(a).
8. APICER - Associação Portuguesa da Indústria de Cerâmica. Manual de Alvenaria de Tijolo. Associação Portuguesa de Industriais de Cerâmica de Construção, Coimbra, 2000.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270. **Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
10. BAUER, L. A. F. **Materiais de Construção 2**. Revisão técnica João Fernandes Dias. 5ª Edição, Rio de Janeiro: LTC, 2013.
11. BELLINGIERI, J. C.. **A indústria cerâmica em São Paulo e a ‘invenção’ do filtro de água: um estudo sobre a Cerâmica Lamparelli – Jaboticabal (1920-1947)**. V Congresso Brasileiro de História Econômica, Conferência Internacional de História de Empresas, Associação Brasileira de Pesquisadores em História Econômica – ABPHE, Caxambu, 2003.
12. BETINI, D. G. **Inovação de Tecnologia de Produtos de Cerâmica Vermelha com Uso de Chamote em São Miguel do Guamá**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Instituto de Tecnologia - UFPA, Belém-PA, 2007, 110 p.

13. CALLISTER, W. D. Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 5. ed. LTC, São Paulo, 2002.

14. CAVALCANTI, Rafael Bezerra; SOUZA, Maria Rosimar. MATÉRIAS-PRIMAS DO VALE DO APODI PARA USO NA INDÚSTRIA CERÂMICA ESTRUTURAL, 2009.

15. DANTAS NETO, Silvrano Adonias. Notas de Aula do Professor, na Disciplina Mecânica dos Solos I, do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, durante o primeiro semestre letivo de 2007.

16. INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Portal do Consumidor. Bloco Cerâmico (Tijolo). Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>>. Acesso em 15 Jun 2009.

17. ITAÚ. Enciclopédia Itaú Cultural de Artes Visuais. Cerâmica – Definição. Disponível em : <http://www.itaucultural.org.br/aplicExternas/enciclopédia_IC/index.cfm?fuseaction=termos_texto&cd_verbete=4849>. Acesso em 10 jul. 2016.

18. JÚNIOR, G. B. Avaliação do Processo Industrial da Cerâmica Vermelha na Região do Seridó-RN. 2010. 201 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Mecânica do centro de tecnologia, Universidade Federal Rio Grande no Norte, Natal, 2010.

19. MACIEL, Dayanna dos Santos Costa; FREITAS; Luzia Santana. Análise do processo produtivo de uma empresa do seguimento de cerâmica vermelha à luz da produção mais limpa. **Rev. Produção online.** v.13, n. 4, p. 1355-1380, out-dez, 2013.

20. MOTTA J. F. M.; ZANARDO A.; CABRAL Jr. M. As Matérias-Primas Cerâmicas. Parte I: O Perfil das Principais Indústrias Cerâmicas e Seus Produtos. Cerâmica Industrial V.6 n.2, São Paulo, março/abril 2001, p 28-39.

21. PADILHA, A. F., Materiais de Engenharia, São Paulo: Editora Hemus, 349p, 1997.

22. ROCHA, Fernando Nogueira. A química das argilas e cerâmica - uma abordagem para o ensino médio. 2013. 63 f. TCC (Graduação) – Curso de Licenciatura em Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

23.SANTOS, Angela Maria Oliveira dos. GESTÃO DA QUALIDADE NA EMPRESA DE PRODUÇÃO DE TIJOLOS EM NOVA PALMEIRA – PB. 2016. **25p.** Trabalho de conclusão de curso – Curso de Ciências Contábeis, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.

- 24. SEBRAE/ESPM. Cerâmica Vermelha.** Estudos de Mercado SEBRAE/ESPM – Relatório Completo, Sebrae Nacional, São Paulo, 2008b.
- 25. SEBRAE. Cerâmica Vermelha para construção: Telhas, tijolos e tubos.** Relatório completo, 2008a.
- 26. SILVA, Amanda Vieira e. Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no Estado do Ceará - da extração da matéria-prima à fabricação.** 2009. 104 f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- 27. SILVA, E. J. Acompanhamento do processo de cerâmica vermelha em uma perspectiva ergonômica: estudo do caso.** Monografia de Bacharelado em Ciência e Tecnologia. Angicos/RN, Abril 2013.
- 28. SILVA, V.P.. Impactos Ambientais da Expansão da Cerâmica Vermelha em Carnaúba dos Dantas-RN.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRN, Natal, 2007.
- 29. SOARES, R. A. L.; NASCIMENTO, R. M. O processo produtivo e a Qualidade do produto cerâmico estrutural.** II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica – CONNEPI, João Pessoa, 2007.
- 30. ZANDONADI, A. R. & IOSHIMOTO, E. Cerâmica Vermelha.** Curso Internacional de Treinamento em Grupo em Tecnologia Cerâmica. São Paulo: IPT/ JICA, 1994. 20 p