



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS ANGICOS
CURSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

JURANDI ALVES CARAU JUNIOR

**QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS
COMERCIALIZADOS EM ANGICOS, RN: UMA ANÁLISE
PRELIMINAR**

ANGICOS-RN
2011

JURANDI ALVES CARAU JUNIOR

QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS COMERCIALIZADOS
EM ANGICOS, RN: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Campus Angicos, para a obtenção do título de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof^o. Dr. Joselito Medeiros de
Freitas Cavalcante

ANGICOS – RN
2011

Catálogo na Fonte

Biblioteca Universitária Campus Angicos (BCA-UFERSA)

C1767q Carau Junior, Jurandi Alves.

Qualidade dos blocos cerâmicos comercializados em Angicos, RN : uma análise preliminar / Jurandi Alves Carau Junior. – Angicos, RN : UFERSA, 2011.
48 f.

Monografia (Graduação em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Campus Angicos.
Orientador: Prof.º Dr. Joselito Medeiros de Freitas.
Cavalcante.

1. Indústria da cerâmica vermelha. 2. Blocos cerâmicos. 3. Tijolos maciços. I. Título.

RN/UFERSA/BCA

CDD 666

Ficha Catalográfica elaborada pelo Bibliotecário-Documentalista
Sale Mário Gaudêncio – CRB15/476

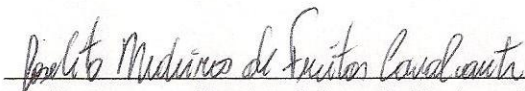
JURANDI ALVES CARAU JUNIOR

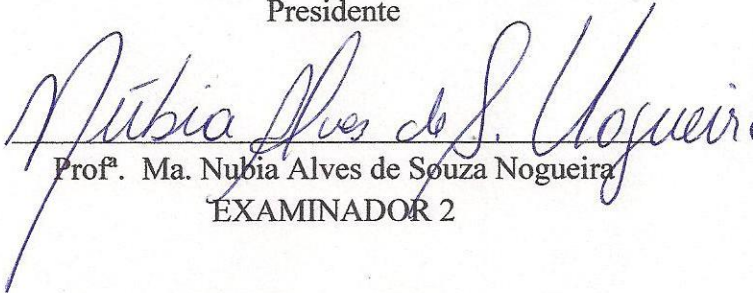
QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS COMERCIALIZADOS EM ANGICOS, RN: UMA ANÁLISE PRELIMINAR

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Angicos, para a obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

APROVADO EM: 15/12/2011.

BANCA EXAMINADORA


Prof.º Dr. Joselito Medeiros de Freitas Cavalcante
Presidente


Prof.ª Ma. Nubia Alves de Souza Nogueira
EXAMINADOR 2


Prof.ª Ma. Samea Valesnca Alves Barros
EXAMINADOR 3

*Dedico este trabalho primeiramente
a Deus, aos meus pais Jurandi e Lizete,
minha esposa Rosângela e minha filha Livia.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso pai e criador, por ter dado inteligência e por permitir mais esta realização na minha vida.

Aos meus pais, Jurandi Alves Caraú e Maria Lizete da Cunha Caraú, pelos incentivos, conselhos, apoio e carinho.

A minha esposa e minha filha, Rosângela Cristina de Araujo Caraú e Livia Beatriz Araujo Caraú, pela paciência, dedicação, carinho e por me dar força e incentivos diariamente.

A todos os meus familiares por estarem sempre na torcida por minha vitória.

Ao meu amigo João Maria Macedo Costa, pela amizade, força, incentivos e me ajuda do sempre que foi preciso.

A minha Amiga Paula Frassinetti Cavalcante Ribeiro, pela amizade, por ter sempre me incentivado à nunca desistir.

A Pedro de Lelis B. Neto, Amigo e parceiro.

A João Paulo de Barros Cavalcante e Stênio Miranda Torres Filho, pela amizade e parceria nos estudos.

À meu orientador, professor Dr. Joselito Medeiros de Freitas Cavalcante, pela orientação, coordenação, paciência, disponibilidade, dedicação, flexibilidade.

A minha Proferssora Dra. Marcilene, pela paciência, dedicação, atenção, amizade e pelas muitas orientações passadas.

A Professora Sâmea Valensca Alves Barros, pelo carinho, atenção e amizade.

A família Tertulino, Rosineide, Rosicleide, Rosimeire e Dona Benedita por ter me encorajado e dado força e incentivo.

Aos todos os meus amigos que mesmo de longe sempre estive na torcida.

“As normas vão ajudar a separar o joio do trigo e moralizar o setor”
Edson Sartório - Sindicer/ES

RESUMO

O uso do tijolo cerâmico industrializado em construção vem desde o século XIX. O crescimento da indústria da construção civil, evidenciado nos últimos anos, vem fazendo com que uma série de inovações e melhorias sejam tomadas na indústria de cerâmica vermelha, principalmente quando se trata da produção de tijolos. Os tijolos maciços e os blocos cerâmicos de vedação, comercializados na cidade de Angicos, provém na grande maioria de pequenas olarias, com estrutura organizacional rudimentar e com equipamentos ultrapassados, além de mão de obra não qualificada e sem controle de qualidade consistente. Com base neste contexto o presente trabalho tem o objetivo, fazer uma análise preliminar da qualidade dos blocos cerâmicos comercializados na cidade de Angicos. Para tanto, as amostras coletadas, tijolos furados e os maciços, passaram por uma inspeção visual e geométrica, e pela determinação da absorção de água (medida indireta da porosidade). Os resultados encontrados mostraram que quase todos os tijolos comercializados na Cidade de Angicos são não conformes.

Palavras-chave: Indústria de Cerâmica Vermelha. Blocos Cerâmicos. Tijolos Maciços.

ABSTRACT

The industrial use of ceramic bricks in construction comes from the nineteenth century. The growth of the construction industry, as evidenced in recent years has driven a number of innovations and improvements are made in the red ceramic industry, especially when it comes to the production of bricks. The solid bricks and ceramic blocks sealing Angicos marketed in the city, comes in the vast majority of small potteries, with rudimentary organizational structure and outdated equipment, and unskilled labor and without consistent quality control. Based on this context the present work is the goal, make a preliminary analysis of the quality of the ceramic blocks sold in the city of Angicos. For this purpose, samples, and the massive hollow bricks, passed through a visual inspection and geometric, and determination of water absorption (indirect measure of porosity). The results showed that almost all the bricks sold in the City of Angicos are not complying.

Keywords: Red ceramic industry. Solid ceramic. Bricks and blocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema do processo de produção de Blocos e Tijolos.....	22
Figura 2 - Estocagem de argila.....	22
Figura 3 - Misturador e laminador.....	23
Figura 4 - Boquilha.....	24
Figura 5 - Extrusão de tijolo.....	25
Figura 6 - Prensa para fabricação de tijolos cerâmicos.....	26
Figura 7 - Etapa de Secagem pelo processo Natural (Ao ar livre).....	26
Figura 8 - Secagem Artificial (Secador).....	28
Figura 9 - Forno Cerâmico a lenha.....	28
Figura 10 - Estocagem de Blocos Cerâmicos.....	29
Figura 11 - Transporte de Blocos Cerâmicos.....	30
Figura 12 - Bloco cerâmico de vedação.....	33
Figura 13 - Medidas mínimas dos septos internos e externos.....	33
Figura 14 - Medição do esquadro.....	34
Figura 15 - Planeza das faces – Representação esquemática de desvio côncavo em bloco com furos na horizontal.....	34
Figura 16 - Tijolo maciço cerâmico para alvenaria.....	36
Figura 17 - Tijolo cerâmico com superfície irregular.....	37
Figura 18 - Amostras dos blocos e tijolos maciços.....	39
Figura 19 - Amostras na Estufa.....	40
Figura 20 - Pesagem das amostras.....	40
Figura 21 - Amostras imersas em água fria.....	40
Figura 22 - Defeitos visuais de Blocos e tijolos maciços.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tipos de Argila.....	18
Tabela 2 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação.....	32
Tabela 3 - Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva.....	32
Tabela 4 - Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas.....	32
Tabela 5 - Dimensões nominais de tijolos maciços.....	37
Tabela 6 - Defeitos visuais das amostras A, B e C.....	42
Tabela 7 - Resultados das características geométricas de Blocos Cerâmicos.....	43
Tabela 8 - Resultados das características geométricas de Tijolos Maciços.....	44
Tabela 9 - Determinação do Índice de Absorção de Água.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% - Porcento

a.C. – Antes de Cristo

ABC - Associação Brasileira de Cerâmica

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica

ABCI – Associação Brasileira da Construção Industrializada

ABNT - Brasileira de Normas Técnicas

ABRAMAT – Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção

Al_2O_3 - Alumina

APICER - Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica

CaO - Cal

cm - Centímetro

CO_2 - Anidrido Carbônico

Fe_2O_3 - Óxido férrico

H_2O - Água

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial

IPQ - Instituto Português da Qualidade

MgO - Magnésia

mm - Milímetro

Na_2O e K_2O - Álcalis

NBR - Norma Brasileira

$^{\circ}\text{C}$ – Grau Celsius

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SINDICER-RN – Sindicato da Indústria de Cerâmica do Rio Grande do Norte

SiO_2 - Dioxido de Silicio ou Silica

SO_3 – Anidrido sulfúrico

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	MATERIA PRIMA UTILIZADA NA FABRICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS...	16
2.2	HISTÓRICO DO USO DA CERÂMICA	16
2.3	CLASSIFICAÇÃO DO SETOR CERÂMICO.....	17
2.4	TIJOLOS CERÂMICOS.....	20
2.5	PROCESSO DE CONFECÇÃO DO TIJOLO.....	21
2.5.1	Extração da argila, Estocagem e Preparação da massa.....	22
2.5.2	A extrusão.....	23
2.5.3	Secagem e Queima.....	25
2.5.4	Estocagem e Transporte.....	28
2.6	CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DOS TIJOLOS CERAMICOS.....	29
2.6.1	Blocos Cerâmicos ou Tijolos Furados.....	29
2.6.2	Tijolos Maciços.....	35
3	METODOLOGIA.....	38
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	38
3.2	PROCEDIMENTOS DOS ENSAIOS.....	38
3.2.1	Características visuais.....	38
3.2.2	Determinação das dimensões.....	38
3.2.3	Determinação do índice de absorção de água.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1	RESULTADO DAS CARACTERÍSTICAS VISUAIS.....	42
4.2	DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS.....	43
4.3	ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE AGUA.....	44
5	CONCLUSÕES.....	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades que mais aquece a economia brasileira, destaca-se nesta atividade a indústria cerâmica que fornece os materiais utilizados pela construção civil nas suas obras, juntas estas atividades geram um grande número de empregos, diretos e indiretos, embora em sua maioria informal.

O crescimento que o setor da construção civil vem vivenciando nos últimos anos fez com que fosse necessária a implementação de inovações e melhoria no setor da indústria cerâmica vermelha, principalmente voltada para produção de tijolos, dentre estas, pode-se citar a criação de novas formas para os tijolos que promovam uma facilidade no carregamento dos caminhões para transportá-los.

O uso do tijolo cerâmico industrializado em construção vem desde o século XIX, em 1964, o Instituto Português da Qualidade (IPQ) apresentou a norma portuguesa NP 80, na qual define as características e ensaios de tijolos para alvenaria (ASSOCIAÇÃO..., 2000). No Brasil, o uso do tijolo cerâmico também é bastante comum e antigo, em 1940, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) aprovou normas especificando a produção do tijolo de barro cozido maciço com comprimento de 22,0 cm, largura de 11,0 cm e altura de 5,5 cm. Posteriormente, surgiu o tijolo furado de 20,0 cm x 20,0 cm. O bloco de concreto de 20,0 cm x 40,0 cm veio logo na sequência Associação Brasileira da Construção Industrializada (ABCI, 1990).

Convivem no setor da indústria de cerâmica empresas com alto grau de tecnologia incorporada à fabricação do elemento cerâmico, de grande porte e com atuação no mercado internacional, e aquelas que produzem estes materiais fora dos padrões técnicos, geralmente os deixam para o mercado interno. Esta produção em desconformidade com as normas técnicas tornou-se forma de competição predatória, impulsionada pela falta de critério do consumidor para a seleção deste ou aquele produto.

De uma forma geral os tijolos maciços e os blocos cerâmicos de vedação, comercializados na cidade de Angicos, provém na grande maioria de pequenas olarias, com estrutura organizacional rudimentar, utilizando equipamentos ultrapassados de baixa produtividade, mão de obra não qualificada e sem controle de qualidade.

A falta de controle na produção, o qual deveria ser efetuado em todas as fases do processo (extração e preparo da matéria-prima; conformação, secagem e queima) geram produtos que nem sempre correspondem as normas específicas estabelecidas.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo geral analisar a qualidade dos blocos cerâmicos, realizando ensaios de características dimensionais, visuais e físicas, avaliando assim o desempenho dos produtos que estão sendo comercializados junto às revendas de materiais de construção de Angicos, comparando-os com as Normas Brasileiras (ABNT).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MATERIA PRIMA UTILIZADA NA FABRICAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS

As argilas, geologicamente, são solos residuais ou sedimentares que se formam da ação do intemperismo físico e/ou químico sobre rochas cristalinas e sedimentares. Dada a grande quantidade de rochas que podem originar as argilas, assim como os processos de sua formação e seu grau de pureza, dispõe-se de materiais argilosos dotados de diferentes características (ARAUJO; RODRIGUES; FREITAS, 2000).

Na composição química da argila, normalmente, encontra-se a sílica (SiO_2); alumina (Al_2O_3); óxido férrico (Fe_2O_3); cal (CaO); magnésia (MgO); álcalis (Na_2O e K_2O); anidrido carbônico (CO_2) e anidrido sulfúrico (SO_3) (ARAUJO; RODRIGUES; FREITAS, 2000).

O Rio Grande do Norte possui uma grande quantidade de indústrias de cerâmica vermelha ou estrutural, sendo o setor da construção civil o principal receptor desses produtos, destacando-se a produção em larga escala dos blocos e telhas cerâmicos. O principal fator para a grande quantidade de indústrias de cerâmica vermelha no estado é a abundância da principal matéria-prima: a argila. Entretanto, esse tipo de material necessita de um estudo detalhado de caracterização para estabelecer qual o processamento a ser adotado, e em que condições se obtêm as propriedades finais desejadas.

A maior parte das argilas são provenientes das várzeas dos grandes rios e açudes (DUTRA et al., 2006). Segundo o Sindicato de Indústria de Cerâmica do Rio Grande do Norte (SINDICER-RN) o segmento da indústria cerâmica possuem cerca de 210 empresas que estão distribuídas em 39 municípios e concentradas em três pólos regionais: Grande Natal, Apodi/Assu e na região Seridó. O fator predominante da localização destas empresas é a proximidade em que se encontram as minas de argilas, tendo-se em vista que o custo com transporte e extração é relativamente alto. Estima-se que sejam consumidos, mensalmente, 174 mil toneladas de argila.

2.2 HISTORICO DO USO DA CERÂMICA

A história da cerâmica acompanha a história das civilizações, desde a descoberta do fogo, a argila queimada é utilizada em todas as sociedades – das mais antigas às consideradas

“primitivas”, passando pelo Oriente e Ocidente – para a realização de objetos decorativos, utilitários e outros de fins rituais. Os estudiosos localizam as primeiras cerâmicas no século 5.000 a.C., na região de Anatólia (Ásia Menor) (SEBRAE 2008).

No Brasil, há mais de 2000 anos, já existia a atividade de fabricação de cerâmicas, como potes, baixelas e outros artefatos cerâmicos. A cerâmica mais elaborada foi encontrada na Ilha de Marajó; do tipo marajoara, de origem cultural indígena da Ilha. Entretanto, estudos arqueológicos indicam que a presença de uma cerâmica mais simples ocorreu na região amazônica, há mais de 5000 anos.

No que diz respeito à cerâmica vermelha, segundo SEBRAE (2008), as raras e imprecisas informações referem-se à utilização no período Colonial, a partir de técnicas de produção rudimentares introduzidas pelos jesuítas, que necessitavam de tijolos para construção de colégios e conventos.

A partir de 1549, com a chegada de Tomé de Sousa ao país, é impulsionada a produção material de construção para o desenvolvimento de cidades mais bem planejadas e elaboradas. Já em 1575 há indícios do uso de telhas na formação da vila que viria a ser a cidade de São Paulo/SP, e foi a partir desse estímulo que começa a se desenvolver a atividade cerâmica de forma mais intensa, sendo as olarias o marco inicial da indústria em São Paulo (SEBRAE 2008).

Com maior concentração nas últimas décadas do século XIX, a produção nas olarias se dava por meio de processos manuais, e em pequenos estabelecimentos, e tinham como produto final tijolos, telhas, tubos, manilhas, vasos, potes e moringas, os quais eram comercializados localmente. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2008).

2.3 CLASSIFICAÇÃO DO SETOR CERÂMICO

Os produtos cerâmicos, sob o ponto de vista dos materiais de construção civil, são obtidos pela moldagem, secagem e queima da argila ou de misturas contendo essencialmente argila. A argila é um material composto basicamente por silicatos de alumínio hidratados, formando com a água uma pasta plástica, susceptível de transformar-se nos diversos materiais cerâmicos utilizados na construção civil (RIBEIRO et al., 2011).

O processo de fabricação consta da extração da argila, moldagem dos produtos, secagem ao ar ou em estufas e queima em diferentes tipos de fornos, em variadas

temperaturas que dependem da matéria-prima e que vão definir a utilização do produto cerâmico. Os produtos cerâmicos são obtidos a partir de diferentes tipos de argilas, Quadro 1 (RIBEIRO et al., 2011):

Tabela 1- Tipos de Argila

Tipos de argilas	Produto
Argilas vermelhas e amarelas	Blocos, tijolos e telhas
Argilas refratárias	Tijolos refratários
Argilas para produtos de grés	Materiais sanitários, pastilhas e azulejos
Argilas brancas	Porcelanas

Fonte: Ribeiro et al. (2011)

Segundo Silva (2009), o setor cerâmico é na maior parte heterogêneo e pode ser classificado, segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (ABC), em nove segmentos diferentes, em função das matérias-primas, propriedades e áreas de aplicação. Sendo estes segmentos:

- **Cerâmica Vermelha**

Compreende os materiais com cor avermelhada, utilizados na construção civil, tais como tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas, e utensílios de uso doméstico e decorativos.

- **Materiais de Revestimento (Placas Cerâmicas)**

São os materiais em forma de placas, usados na construção civil para revestimento de pisos, paredes, bancadas e piscinas, em ambientes internos como em externos: azulejo, pastilha, lajota, piso, grés porcelanato etc.

- **Cerâmica Branca**

Compreende os materiais formados por um corpo branco recoberto por camada vítrea transparente e incolor. Foram assim agrupados por causa da cor branca da massa, necessária

por razões estéticas e/ou técnicas. São as louças sanitárias, as de mesa, os isoladores elétricos e as cerâmicas artísticas, bem como as de finalidade química, elétrica, térmica e mecânica.

- **Materiais Refratários**

Materiais com a capacidade de suportar ciclos repetidos de aquecimento e resfriamento, a temperaturas elevadas, o que envolve esforços mecânicos, ataques químicos e outras solicitações. Para suportá-las, vários tipos diferentes de refratários foram desenvolvidos, a partir de diversas matérias-primas ou associações entre elas. Dessa forma, podem ser categorizados quanto à matéria-prima ou ao componente químico principal: silicosos, aluminosos, silicoaluminosos, cromítico-magnesianos, zircônicos, dentre outros.

- **Isolantes Térmicos**

Os isolantes podem ser classificados em: (a) isolantes térmicos não-refratários; e (b) fibras ou lãs cerâmicas, com características físicas que os permitem suportar temperaturas de utilização acima de 2000°C.

- **Fritas e Corantes**

Frita é um vidro moído, fabricado a partir da junção de diferentes matérias-primas. É aplicado à superfície do corpo cerâmico que, após a queima, adquire aspecto vítreo. Este acabamento é meramente estético, mas torna a peça impermeável e aumenta a resistência mecânica. Corantes são óxidos puros ou pigmentos inorgânicos sintéticos, obtidos por calcinação e moagem, adicionados aos esmaltes (fritas) e aos biscoitos cerâmicos.

- **Abrasivos**

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.

- **Vidro, Cimento e Cal**

São três importantes segmentos cerâmicos que, por suas peculiaridades, não são, em geral, enquadrados como tal, e considerados como segmentos autônomos.

- **Cerâmica de Alta Tecnologia**

O desenvolvimento da Ciência dos Materiais proporcionou o aperfeiçoamento de materiais que são desenvolvidos a partir de matérias-primas sintéticas, de alto nível de pureza, por meio de processos rigorosamente controlados. Podem ser aplicadas em: eletroeletrônicos, magnéticos, ópticos, químicos, térmicos, mecânicos, biológicos e nucleares.

O foco deste trabalho é o setor de cerâmica vermelha, mais precisamente os tijolos cerâmicos.

2.4 TIJOLOS CERÂMICOS

Associação Portuguesa da Indústria Cerâmica (APICER, 2000) apud Silva (2009) afirma que, os tijolos cerâmicos podem ser classificados de acordo com suas características e o tipo de aplicação. Quanto às características, destaca as principais, são elas:

- **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; e
- **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 Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (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 existir tendência do uso com furos na vertical. Blocos estruturais são os que, além de exercer função de vedação, também constituem a estrutura resistente da

edificação, podendo substituir pilares e vigas de concreto. Utilizados com furos sempre na vertical, apresentam elevada resistência mecânica e dimensões padronizadas, fazendo com que a Alvenaria Estrutural concorra diretamente com um sistema construtivo muito tradicional no Brasil, o concreto armado.

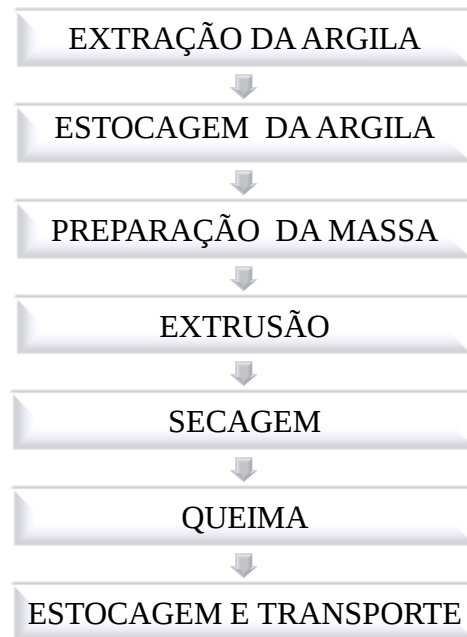
2.5 PROCESSO DE CONFECÇÃO DO TIJOLO

A partir da captação da matéria-prima, a argila, efetua-se o processamento, onde ela é laminada e destorroada, com a finalidade de se diminuir a granulometria e melhoram a qualidade do produto final. Daí, a pasta é laminada pela segunda vez com água e aditivos que, em geral, têm a finalidade de fazer correções nas características químicas e mineralógicas da massa, eliminando componentes prejudiciais e dando uma melhor trabalhabilidade. Isto garante que o material adquira um bom índice de plasticidade, para que a massa seja submetida à moldagem, feita em máquinas extrusoras. Após a extrusão, os tijolos são cortados, segundo as dimensões desejadas, e postos para secar. Por fim, são cozidos a temperaturas que variam entre 800 e 1.000°C, conforme figura 1.

Nestas várias etapas, podem ocorrer problemas que provoquem a desvirtuação do produto final, diminuindo sua qualidade. O bom gerenciamento de todas as fases contribui tanto para evitar os desperdícios e perdas como para garantir a qualidade e a conformidade com as normas técnicas vigentes. E 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 (SILVA, 2009).

Processo de produção de blocos cerâmicos e tijolos maciços representada na Figura 1.

Figura 1 – Esquema do processo de produção de Blocos e Tijolos



Fonte: Autoria própria (2011).

2.5.1 Extração da argila, Estocagem e Preparação da massa

A extração da argila é realizada a céu aberto e os equipamentos normalmente utilizados para extrair são: pá-carregadeira, escavadeiras e retro escavadeiras, quanto ao transporte da jazida a fábrica de cerâmica é feito através de caminhões basculantes.

A estocagem (Figura 2) é feita de maneira a céu aberto e em grandes volumes, geralmente no período de estiagem quando não há incidência de chuvas na região.

Figura 2 – Estocagem de argila



Fonte: SINDICER-RN (2011)

Para preparação da massa é necessário primeiro que a argila seja moída, destorreadas, em seguida são dosadas e colocadas em um misturador, que tem a função de misturar as diversas argilas de uma composição, bem como umidificar a argila para que se consiga a plasticidade ideal. Deve-se ressaltar que mesmo se conseguindo a plasticidade ótima isto não vai garantir um bom produto final, pois as propriedades do produto final estão intimamente ligada as reações químicas que ocorrem durante o processo de sinterização, e estas estão ligadas diretamente ao tamanho das partículas da argila utilizada. (SILVA; COSTA, 2007).

Ainda de acordo com Silva e Costa (2007) a laminação da matéria-prima é feita através do laminador (Figura 3), que por meio de velocidades diferentes de dois rolos laminadores, consegue a desintegração da argila. Além da laminação, há também o atrito do deslizamento, o que proporciona maior homogeneidade a massa. A montagem racional de uma cerâmica impõe sempre a instalação dessa máquina, mesmo que a argila seja pura, pois ela faz parte do ciclo de preparação do produto.

Figura 3 – Misturador e laminador



Fonte: Silva e Costa (2007)

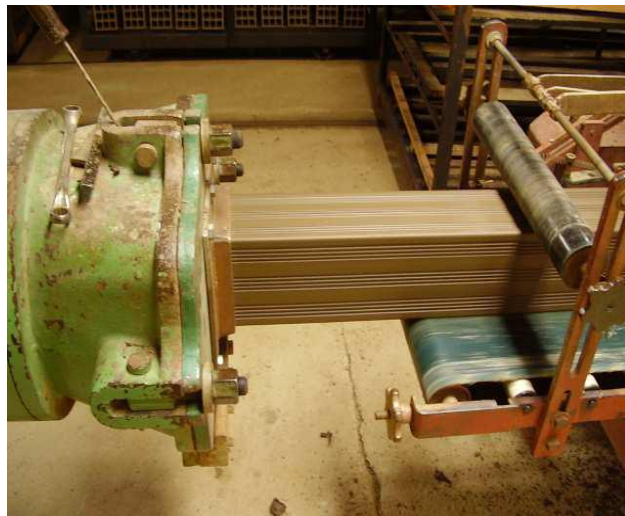
2.5.2 A extrusão

A extrusão (Figura 4) é utilizada para o processamento de produtos cerâmicos há cerca de 150 anos atrás, tendo a tecnologia sofrido pequenas alterações a partir da década de 50 do século passado. No entanto este processo de moldagem industrial tem se revelado essencial nas indústrias cerâmicas de barro vermelho (telhas e tijolos). É uma técnica de produção

associada a uma elevada produtividade, principalmente para produtos de seção transversal constante (tijolo) e muito importante em termos de homogeneização e retirada do ar da massa. A extrusão é um processo de conformação plástica, limitada à fabricação de objetos de seção constante, muito utilizada na indústria cerâmica vermelha: conformação de tijolos e tarugos (bastonetes) para prensagem plástica de telhas (RIBEIRO; FERREIRA; LABRINCHA, 2003).

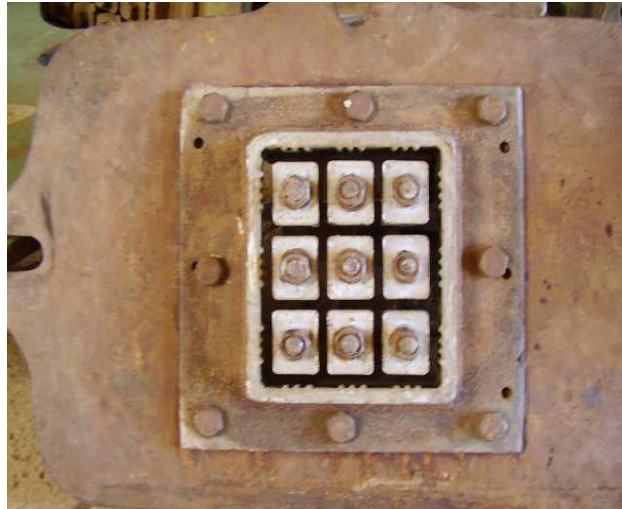
Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (ABC) o processo de moldagem por extrusão se dá pela extrusora ou maromba, onde a massa é compactada e forçada por um pistão, através de bocal com determinado formato. Como resultado obtém-se uma coluna extrudada, com seção transversal com o formato e dimensões desejadas (a forma do produto obtido é determinado pela boquilha da extrusora - Figura 5); em seguida, essa coluna é cortada, obtendo-se desse modo peças como tijolos vazados, bloco entre outros produtos de formato regular. A extrusão pode ser uma etapa intermediária do processo de formação, seguindo-se, após corte da coluna extrusada.

Figura 4 – Extrusão de tijolo



Fonte: Silva e Costa (2007)

Figura 5 – Boquilha



Fonte: Silva e Costa (2007)

2.5.3 Secagem e Queima

Segundo Silva (2009) o processo, que compreende as etapas de secagem e queima, é de extrema importância para a obtenção de um produto cerâmico, a partir desse processo térmico depende o correto desenvolvimento de suas propriedades finais.

Após a moldagem, as peças ainda contêm água. Para evitar o aparecimento de tensões e futuros defeitos, faz-se necessário 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 intermitentes ou contínuos, com temperaturas variando entre 50°C e 150°C. A secagem pode ser feita de dois modos: Secagem natural ou secagem artificial.

No caso de secagem natural (Figura 6), há necessidade de cuidados adicionais. O processo é mais lento e muito empírico. Pode ocorrer, por exemplo, secagem abrupta, provocando o aparecimento 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 (ABC, 2002c).

A secagem artificial (Figura 7) é feita em secadores estáticos, com a introdução controlada de ar quente proveniente das fornalhas ou fornos ou mesmo em estufas.

Figura 6 – Etapa de Secagem pelo processo Natural (ao ar livre)



Fonte: Silva (2009)

Figura 7 – Secagem Artificial (Secador).



Fonte: Silva (2009)

Tipos de Fornos

Os fornos são utilizados na etapa de queima (ou sinterização) dos tijolos. Nesta etapa ocorre o processo de densificação dos mesmos, havendo o crescimento dos grãos das peças cerâmicas. Em outras palavras, o tijolo antes da queima é extremamente poroso e após a queima tem-se uma redução substancial na quantidade destes.

Segundo ANICER (2009), os tipos de fornos mais comuns utilizados para a produção de tijolos são:

Forno Paulistinha - É retangular e conta com queimadores laterais. É muito utilizado para a queima de telhas, mas pode ser considerado um forno pouco econômico e difícil de trabalhar. É importante observar o aproveitamento e a distribuição do calor, que pode gerar peças com colorações e resistências distintas (ANICER, 2009).

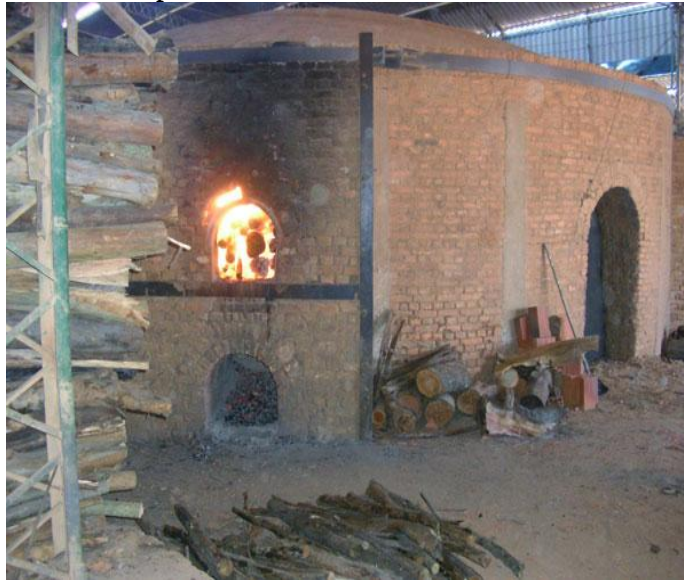
Forno Abóbada - É um tipo de forno com alguns problemas voltados à produtividade e a qualidade, mas é um dos melhores para a queima de telhas e tem como característica ser econômico adaptar-se bem a qualquer combustível e ser de fácil operação. O forno Abóbada não oferece fogo nas laterais e a velocidade de aquecimento é muito alta. Há risco de requeima de material e ainda ausência de controle de registros, prejudicando o processo como um todo (ANICER, 2009).

Forno Hoffmann - É largamente utilizado pelos fabricantes de blocos, especialmente pelo fácil manuseio, economia e boa produtividade, além do baixo consumo de energia. Podem acontecer requeimas na soleira e falta de queima no teto. Os produtos podem ainda obter manchas laterais causadas pela falta de oxigenação. Existem casos de vazamento nos canais e peças com trincas de secagem e choque térmico (ANICER, 2009).

Fornos Contínuos - São econômicos e de fácil operação, pela forma sem interrupções em que atuam tanto no carregamento quanto no descarregamento das peças. É um tipo de forno que exige conhecimento técnico dos operadores para a regulação das diferentes zonas. Para bons resultados, regulam-se periodicamente os registros de controle de ar e mantenha as portas fechadas para não gerar alterações na curva de queima (ANICER, 2009).

Forno Túnel - Este tipo de forno oferece elevado rendimento operacional e energético. Neste modelo, o ar quente que está deixando a zona de resfriamento pode ser usado como ar de combustão ou ainda para secagem das peças (ANICER, 2009).

Figura 8 – Forno Cerâmico do tipo Abóboda



Fonte: <http://www.incargel.com.br/producao.html>

2.5.4 Estocagem e Transporte

Após a queima, os produtos cerâmicos passam por um processo de seleção criterioso, onde são eliminadas as peças com defeito, como fissuras, empenos e mal queimadas e em seguida são estocados no pátio das empresas (Figura 9) até serem transportados (Figura 10) ao comercio de material de construção ou diretamente ao consumidor final.

Figura 9 – Estocagem de Blocos Cerâmicos



Fonte: <http://www.incargel.com.br/producao.html>

Figura 10 – Transporte de Blocos Cerâmicos



Fonte: <http://www.incargel.com.br/producao.html>

2.6 CARACTERISTICAS E QUALIDADE DOS TIJOLOS CERAMICOS

2.6.1 Blocos cerâmicos ou Tijolos furados

Os blocos cerâmicos apresentam vazios internos, comumente chamados de furos, que podem variar em número e formato, proporcionando maior leveza e rapidez. São também conhecidos como tijolos furados, podendo ser classificados em estruturais ou de vedação, de acordo com a função que cumprem em uma construção. Segundo Petrucci (1979), os blocos cerâmicos de vedação apresentam as seguintes vantagens sobre os tijolos maciços:

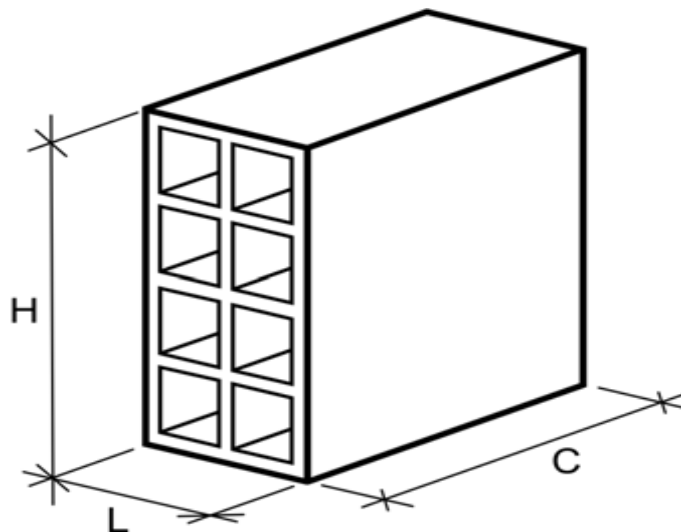
- São normalmente fabricados em marombas a vácuo apresentando-se com aspecto mais uniforme, arestas e cantos mais firmes, faces planas e melhor esquadrejados;
- Tem menos peso por unidade de volume aparente;
- Dificultam a propagação de umidade e favorecem a dessecação das paredes;
- São mais absorventes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

De acordo com NBR 15270 (ABNT 2005) tem por objetivo definir os termos e fixa os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos de vedação (Figura 11) a serem utilizados em obras de alvenaria de vedação, com ou sem revestimento.

Ainda de acordo com NBR 15270-1 (ABNT 2005), algumas definições necessárias para realização dos ensaios, são as seguintes:

- **amostra:** Conjunto de blocos retirado aleatoriamente de um lote para determinação de suas propriedades geométricas, físicas ou mecânicas.
- **área argamassada:** Área da seção correspondente à área ocupada pela argamassa de assentamento.
- **área bruta (A_b):** Área da seção de assentamento delimitada pelas arestas do bloco, sem desconto das áreas dos furos, quando houver.
- **área líquida (A_{liq}):** Área da seção de assentamento, delimitada pelas arestas do bloco, com desconto das áreas dos furos, quando houver.
- **bloco cerâmico de vedação:** Componente da alvenaria de vedação que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contêm.

Figura 11 — Bloco cerâmico de vedação com furos na horizontal



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT 2005)

Quanto aos requisitos gerais de fabricação segundo a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), destaca:

- **Fabricação** - O bloco cerâmico de vedação deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a elevadas temperaturas.
- **Identificação** - 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.

Nessa inscrição deve constar no mínimo o seguinte: identificação da empresa; dimensões de fabricação em centímetros, na seqüência 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.

- **Unidade de comercialização** - Para fins de comercialização, a unidade é o milheiro.
- **Características 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-a-vista devem atender aos critérios de avaliação da aparência especificados.
- **Características geométricas Forma** - O bloco de vedação deve possuir a forma de um prisma reto, sendo sua geometria indicada esquematicamente conforme indicado na Figuras 12.
- **Dimensões de fabricação** As dimensões de fabricação dos blocos de vedação são as indicadas na Tabela 2.
- **Determinação das características geométricas, físicas e mecânicas** **Características geométricas** - as características geométricas do bloco cerâmico de vedação são as seguintes:
 - a) medidas das faces – dimensões efetivas;
 - b) espessura dos septos e paredes externas dos blocos;
 - c) desvio em relação ao esquadro (D);
 - d) planeza das faces (F);
 - e) área bruta (Ab).

As determinações das características geométricas dos blocos cerâmicos de vedação devem seguir os ensaios da NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

- **Características físicas** - As características físicas dos blocos cerâmicos de vedação são as seguintes:
 - a) massa seca (ms);
 - b) índice de absorção d'água (AA).

As determinações das características físicas dos blocos cerâmicos de vedação devem seguir os procedimentos técnicos para os ensaios descritos pela NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

- **Característica mecânica** - A característica mecânica dos blocos cerâmicos de vedação é a resistência à compressão individual.

A determinação da resistência à compressão individual deve seguir o ensaio da descrito pela NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

Tabela 2 — Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação

Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação Cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M			19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M		14	24	11,5
(1) M x (3/2) M x (3) M			29	14
(1) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(1) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (2) M x (3) M			19	14
(1) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/4) M x (5/4) M x (5/2)M	11,5	11,5	24	11,5
(5/4) M x (3/2) M x (5/2) M		14	24	11,5
(5/4) M x (2) M x (2) M		19	19	9
(5/4) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(5/4) M x (2) M x (3) M			29	14
(5/4) M x (2) M x (4) M			39	19

Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2005)

Nas Tabelas 3 e 4 estão sumarizadas a dimensões dos blocos cerâmicos de vedação.

Tabela 3 — Tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva

Grandezas controladas	Tolerância individual
	Mm
Largura (L)	± 5
Altura (H)	
Comprimento (C)	

Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2005)

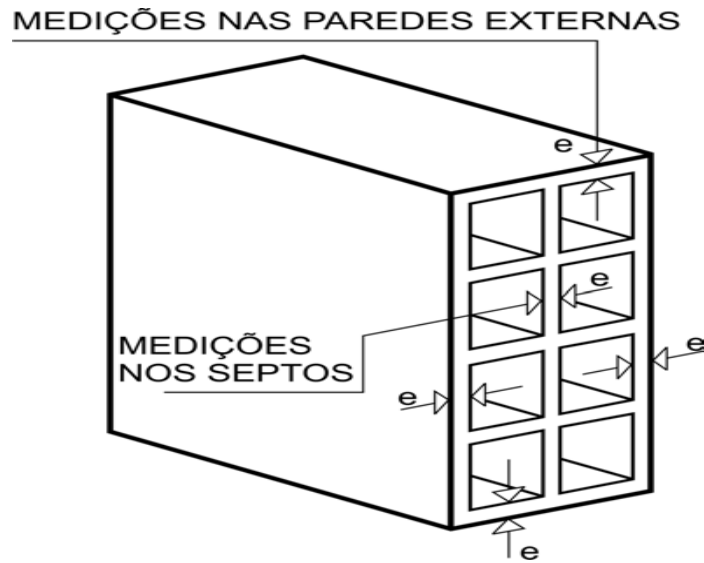
Tabela 4 — Tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas

Grandezas controladas	Tolerância
	Mm
Largura (L)	± 3
Altura (H)	
Comprimento (C)	

Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2005)

- **Espessura dos septos e paredes externas** - A espessura dos septos (Figura 12) dos blocos cerâmicos de vedação deve ser no mínimo 6 mm e a das paredes externas no mínimo 7 mm NBR 15270 (ABNT, 2005).

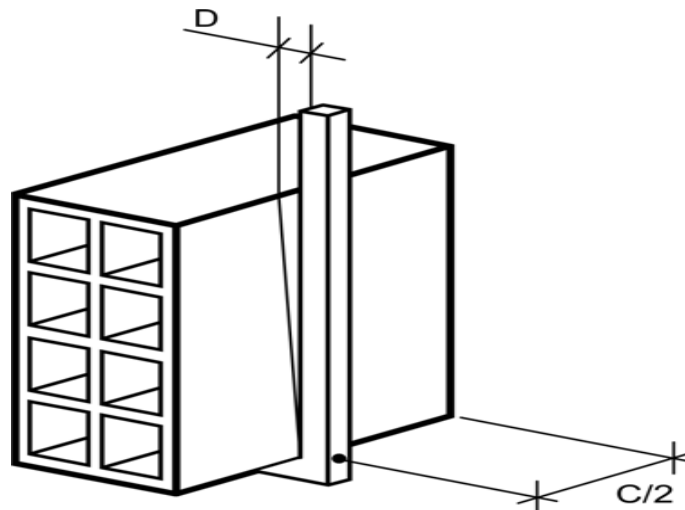
Figura 12 — Medidas mínimas dos septos internos e externos



Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2005)

- **Desvio em relação ao esquadro (D)** - Ângulo formado entre o plano de assentamento do bloco e sua face (Figura 13). Fenômeno medido pela distância D , conforme indicado nas figuras 8. O desvio em relação ao esquadro deve ser no máximo 3 mm NBR 15270 (ABNT, 2005).

Figura 13 – Medição do esquadro

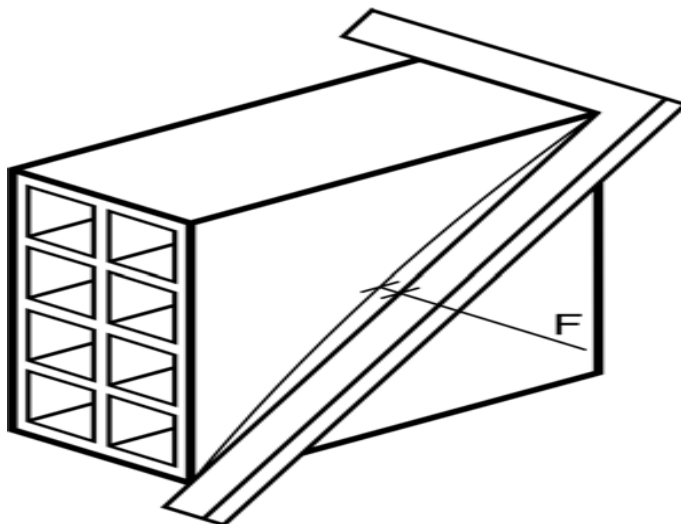


Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2005)

- **planeza das faces ou flecha (F)**: Presença de concavidades ou convexidades, manifestada nas faces dos blocos (Figuras 14 e 15). Fenômeno medido pela distância (F) conforme

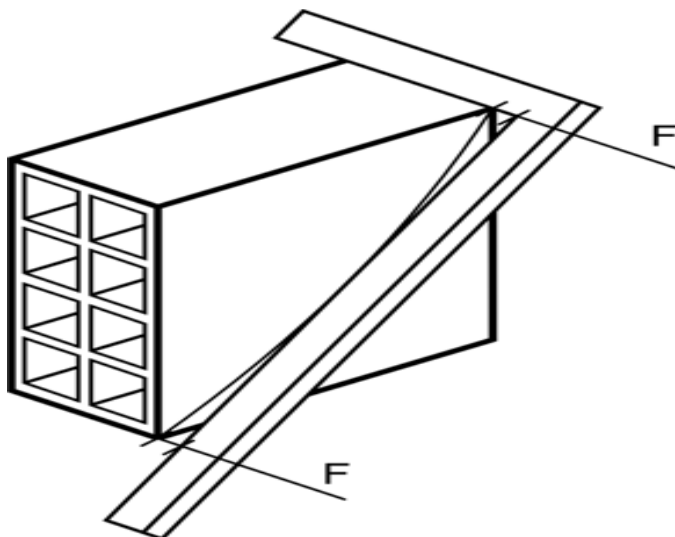
indicado nas figuras 14 a 15. A flecha deve ser no máximo 3 mm NBR 15270 (ABNT, 2005).

Figura 14 — Planeza das faces – Representação esquemática de desvio côncavo em bloco com furos na horizontal



Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2005)

Figura 15 — Planeza das faces – Representação esquemática de desvio convexo em bloco com furos na horizontal



Fonte: NBR 15270 (ABNT, 2005)

- **Índice de Absorção d'água (AA)** - O índice de absorção d'água não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%. O índice de absorção de água (AA) de cada corpo-de-prova é determinado pela expressão NBR 15270 (ABNT, 2005):

$$AA (\%) = \frac{mu - ms}{ms} * 100$$

Onde:

mu = massa úmida

ms = massa seca

2.6.2 Tijolos Maciços

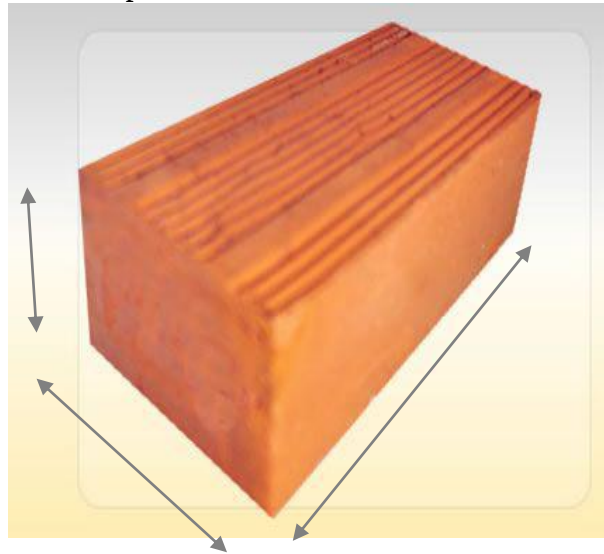
Os tijolos maciços podem ser caracterizados como um tijolo de baixo custo e utilizados para estruturas de prédios ou como alvenaria de vedação. O tijolo maciço, segundo Petrucci (1979), deve apresentar como principais características de qualidade:

- Regularidade de forma e igualdade de dimensões garantindo uniformidade no assentamento;
- Arestas vivas e cantos resistentes;
- Homogeneidade da massa, com ausência de fendas, trincas, cavidades e corpos estranhos;
- Cozimento parelho, produzindo som metálico quando percutido com martelo;
- Facilidade de corte, apresentando fratura de grão fino, homogênea e de cor uniforme;
- Resistência à compressão suficiente para o fim proposto;
- Absorção de água compreendida entre 10 e 18%. Valores superiores traduzem porosidade e permeabilidade do produto.

Quanto a NBR 7170 (ABNT, 1983) tem por objetivo fixar condições no recebimento de tijolos maciços cerâmicos destinados a obras de alvenaria, com ou sem revestimento, e algumas definições segundo a mesma são:

- **Tijolo maciço:** Tijolo que possui todas as faces plenas de material, podendo apresentar rebaixos de fabricação em uma das faces de maior área (Figura 16).
- **Dimensão nominal:** Dimensão especificada pelo fabricante para as arestas do tijolo.
- **Área bruta:** Área de qualquer uma das faces do tijolo.

Figura 16 – Tijolo maciço cerâmico para alvenaria



Fonte: NBR 7170 (ABNT 1983)

Condições gerais segundo a NBR 7170 (ABNT, 1983), são quanto à:

- **Fabricação:** O tijolo maciço cerâmico é fabricado com argila, conformado por extrusão ou prensagem, queimado à temperatura que permita ao produto final atender às condições determinadas nesta norma.
- **Identificação:** Deve trazer a identificação do fabricante sem que prejudique seu uso.
- **Fornecimento:** Devem ser fornecidos em lotes ou sublotes identificáveis, constituídos de tijolos de mesmo tipo e qualidade, fabricados nas mesmas condições.
- **Unidade de compra:** A unidade de compra é o milheiro (mil unidades).
- **Classificação:** Os tijolos se classificam em: Comuns que são de uso corrente e podem ser classificados em A, B ou C, conforme sua resistência à compressão e Especiais que podem ser fabricados em formatos e especificações acordadas entre as partes.
- **Características visuais:** Os tijolos não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e desuniformidade na cor.

Figura 17 – Tijolo cerâmico com superfície irregular



Fonte: NBR 7170 (ABNT, 1983)

Com relação às características geométricas a NBR 7170 (ABNT, 1983), destaca que as formas e dimensões nominais dos tijolos comuns devem ser paralelepípedos-retângulos, sendo suas dimensões nominais.

Tabela 5 – Dimensões nominais de tijolos maciços.

Comprimento (mm)	Largura (mm)	Altura (mm)
190	90	57
190	90	90

Fonte: NBR 7170 (ABNT, 1983)

Já com relação a tolerância de fabricação, a NBR 7170 (ABNT, 1983) cita que as tolerâncias máximas de fabricação para os tijolos comuns devem ser de 3 mm para mais ou para menos, nas três dimensões.

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DE PESQUISA

A metodologia adotada neste estudo caracterizou-se por realizar uma pesquisa bibliográfica exploratória e descritiva sendo auxiliada pela realização de ensaios de caracterização que fornecesse os subsídios necessários para alcançar os objetivos proposto pelo mesmo.

Os ensaios de caracterização aconteceram no laboratório da UFERSA - Angicos, com amostras coletadas no município de Angicos nas três lojas existentes na cidade que comercializam estes materiais. As amostras foram classificadas em A, B e C, sendo os tipos A e B referentes aos blocos cerâmicos furados e as a do tipo C de tijolos maciços.

Os procedimentos adotados nos ensaios de caracterização destas amostras são descritos neste capítulo, os mesmos ocorreram em conformidade com base nas NBR 15270 (ABNT, 2005) e NBR 7170 (ABNT, 1983) que normatizam estes ensaios.

3.2 PROCEDIMENTO DOS ENSAIOS

3.2.1 Características visuais

O primeiro passo foi verificar a regularidade de forma e igualdade de dimensões garantindo uniformidade no assentamento, as arestas vivas e cantos resistentes, homogeneidade da massa, ausência de fendas, trincas, cavidades e corpos estranhos, o cozimento parelho garantindo com que produza som metálico quando percutido com martelo, superfícies lisa e plana, fazendo com que não apresente defeitos sistemáticos e não uniformidade na cor, de acordo com as normas 15270 (ANBT ,2005) e 7170 (ABNT, 1983).

3.2.2 Determinação das dimensões

De acordo com as amostragem especificada pela norma foram escolhidos 5 blocos cerâmicos e 5 tijolos maciços aleatoriamente em diferentes pontos de comercialização na cidade, e determinados suas dimensões, largura, altura e comprimento, conforme mostram as figuras 11 e 16, respectivamente. Quanto a tolerância dimensional individual relacionada à

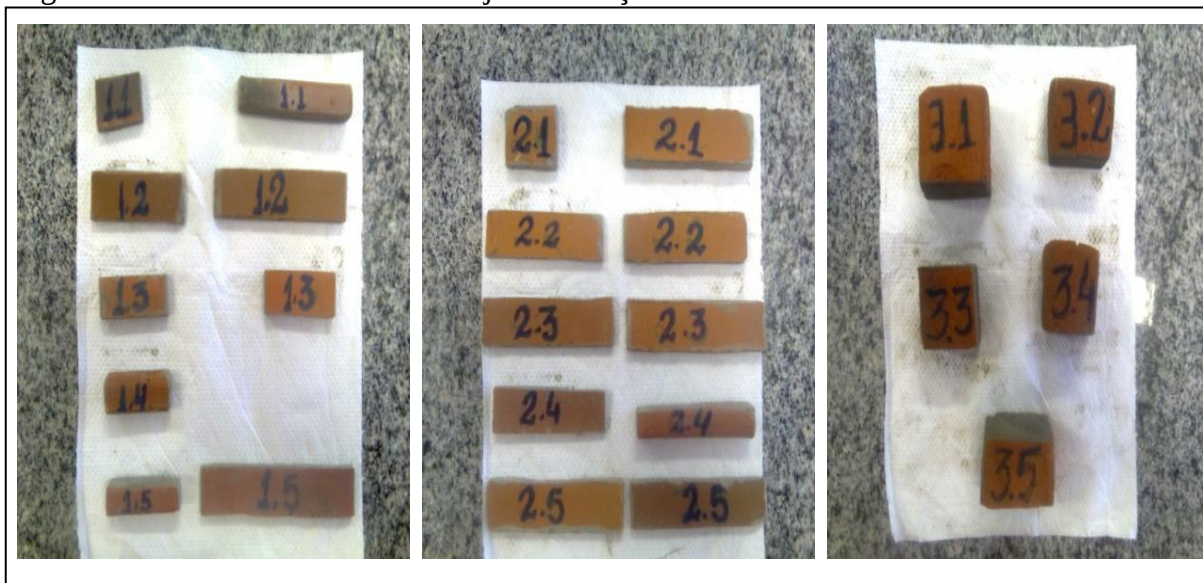
dimensão efetiva é de 5 mm e a tolerância dimensional relacionada à média das dimensões efetivas é de 3 mm.

Após as medições efetuadas, foram em seguida medidos os septos internos e externos dos blocos cerâmicos, conforme figura 12. Segundo a norma os septos internos devem ter no mínimo 6 mm e os externos 7 mm. O quarto passo foi verificar o esquadro e a planeza das faces, realizados de acordo com as figuras 13, 14 e 15, onde o desvio padrão (D) e a fecha máxima (F) não deve exceder 3 mm.

3.2.3 Determinação do índice de absorção de água

Para realização deste ensaio, devido à falta de material no laboratório, foi necessário um ajuste quanto ao tamanho dos blocos, foi retirado de cada bloco duas amostragens e dos tijolos maciços uma amostra em pontos diferentes para efetuar os devidos procedimentos de acordo com as normas (Figura 18).

Figura 18 – Amostras dos blocos e tijolos maciços



Fonte: Autoria própria (2011)

Figura 19 – Amostras na Estufa



Fonte: Autoria própria (2011)

Figura 20 – Pesagem das amostras



Fonte: Autoria própria (2011)

Em seguida foram colocados em estufa (Figura 19) à 100 °C por 24 horas, após este período, a amostra tiveram sua massa aferida em um balança digital com precisão de 0,001g (Figura 20).

Na sequência as amostras foram imersa em água fria onde, permaneceram por 24 horas. Percorrido o tempo determinado foram retiradas as amostragens, secando superficialmente com pano úmido e novamente tiveram a sua massa aferida, para obtenção da massa úmida (Figura 21).

Figura 21 – Amostras imersas em água fria



Fonte: Autoria própria (2011)

De acordo com as normas NBR15270 e NBR 7170 para determinação do índice de absorção de água, utilizou-se a fórmula:

$$AA (\%) = \frac{mu - ms}{ms} * 100$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERÍSTICAS VISUAIS

Efetuada a análise visual das amostras A, B e C foi detectada a presença de alguns de defeitos, tais como: rebarbas, trincas, fendas, heterogeneidade na cor, quebras, superfícies irregularidade conforme apresentados na Figura 22.

Figura 22 – Defeitos visuais de Blocos e tijolos maciços



Fonte: Autoria própria (2011)

De acordo com a norma, pode-se verificar na Tabela 6 o resultado da análise de características visuais das amostras A, B e C, percebendo-se que as amostras B e C tiveram 60% e 100% de defeitos com rebarbas e que em média 30% de todo material cerâmico apresentaram quebras ou fissuras.

Tabela 6 – Defeitos visuais das amostras A, B e C

CORPO DE PROVA	HETEROGENEIDADE				
	NA COR	QUEBRA	FISSURA	REBARBA	
A	1 – 20%	2 – 40%	1 – 20%	2 – 40%	
B	1 – 20%	1 – 20%	2 – 40%	3 – 60%	
C	0 ou 0%	2 – 40%	1 – 20%	5 – 100%	

Fonte: Autoria própria (2011)

A partir dos dados listados na Tabela 6, pode-se observar que os tijolos comercializados em Angicos, em menor ou maior grau apresentam imperfeições em relação ao aspecto visual, indo desde a presença de rebarbas até fissuras. Estes defeitos normalmente provém do processo de produção dos tijolos e pela carência que as empresas locais apresentam em termos de controle de qualidade.

4.2 DETERMINAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GEOMETRICAS

Com os resultados expressos na Tabela 7, as amostras de blocos cerâmicos estão conforme as normas, em relação as medidas de comprimento, altura e largura somente uma amostra esta com as medidas exatas com a norma, o restante estão dentro do padrão exigido pela norma, já com relação aos septos estão com sobras tanto a amostra (A) como a Amostra (B), e os esquadro e planeza, dois da amostra (A) estão acima da media e da tolerância da norma, mas na media geral esta conforme a norma, na amostra (B) três estão com resultados acima dos limites de tolerância e na media geral da amostra somente o esquadro esta conforme a norma.

Tabela 7 – Resultados das características geométricas de Blocos Cerâmicos

CORPO							
DE	COMPRIMENTO	LARGURA	ALTURA	SEPTOS INTERNOS	SEPTOS EXTERNOS	ESQUADRO	PLANEZA
PROVA	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
A-1	190	90	190	9	10	0	0
A-2	190	88	185	8	9	4	3
A-3	190	88	185	7	8	3	2
A-4	186	87	185	7	9	5	4
A-5	190	87	185	7	8	3	2
MEDIA (A)	189,2	88	186	7,6	8,8	3	2,2
DESVIO PADRÃO	1,79	1,22	2,24				
B-1	182	88	182	6	7	3	4
B-2	186	89	188	8	9	2	2
B-3	185	88	195	6	7	5	6
B-4	190	88	190	7	8	0	0
B-5	187	88	187	8	9	4	5
MEDIA (B)	186	88,2	188,4	7	8	2,8	3,4
DESVIO PADRÃO	2,92	0,45	4,72				

Fonte: Adaptada de Silva e Costa (2007)

De acordo com os resultados da Tabela 8, as amostras dos tijolos maciços somente a altura esta conforme a norma, já o comprimento e largura das mesmas estão acima dos limites de tolerância da norma.

Tabela 8 – Resultados das características geométricas de Tijolos Maciços

CORPO DE PROVA	COMPRIMENTO (mm)	ALTURA (mm)	LARGURA (mm)
C-1	220	63	109
C-2	225	60	108
C-3	220	52	106
C-4	223	60	109
C-5	220	51	109
MEDIA (C)	221,6	57,2	108,2
DEV PADRÃO	2,3	5,4	1,3

Fonte: Autoria própria (2011)

Com estes dados Tabela 7 e 8, é possível evidenciar em relação aos tijolos comercializados em Angicos: os tijolos furados, que passam por um processo mais mecanizado apresenta um aspecto dimensional muito melhor do que aquele que é produzido com pouca ou nenhuma mecanização.

4.3 ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE AGUA

Após obtenção dos resultados expressos nas Tabelas 9, os índice de absorção de água para as amostras A, B e C estavam conformes, tanto para os blocos cerâmicos A e B que ficaram dentro do intervalo de 8% e 22%, como os tijolos maciços C que ficou compreendida entre 10% e 18%.

Tabela 9 – Determinação do Índice de Absorção de Água

CORPO DE PROVA	ABSORÇÃO DE AGUA (AA)%	MEDIA DE AMOSTRAGEM	DESVIO PADRÃO
A-1	10,7	10,7	0,84
A-2	11,2		
A-3	9,1		
A-4	9,7		
A-5	11,1		
B-1	10,4	10,2	0,87
B-2	9,7		
B-3	10,2		
B-4	8,1		
B-5	10,4		
C-1	13,2	13,2	0,31
C-2	12,8		
C-3	13,2		
C-4	12,8		
C-5	12,5		

Fonte: Autoria própria (2011)

Com base na Tabela 9, pode-se verificar que a amostra C, tijolos maciços, apresenta uma absorção de água superior as amostras A e B. Isto pode ser explicado pelo fato deste tipo de tijolo ser produzido de forma rudimentar, apresentando pouco ou nenhum controle durante o processo de queima (etapa primordial para se controlar a porosidade do tijolo). Caso o tijolo seja queimado a uma temperatura muito alta diminui-se a porosidade, conseqüentemente a aderência entre a argamassa e o tijolo também será diminuída. Em relação aos tijolos A e B apresentaram praticamente a mesma absorção de água, o que indica praticamente a mesma porosidade.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho consistiu em apresentar um diagnostico preliminar, da qualidade de blocos cerâmicos e tijolos maciços comercializados na cidade de Angicos, para tanto foi realizado um inspeção visual e geométrica, e foi feito o ensaio de absorção de água.

Destes ensaios conclui-se que: somente a amostra A de blocos cerâmicos comercializados na cidade estão de acordo com os parâmetros que a NBR 15270 exige. Os tijolos maciços apresentaram diversos defeitos tais como: inconformidades nas dimensões, superfícies irregulares em todas as amostras, além de quebras, não atendendo assim os parâmetros que a NBR 7170 exige.

Como solução para melhorar a qualidade dos materiais cerâmicos comercializados na cidade de Angicos e região, é preciso que haja investimentos como troca ou compra de máquinas modernas, treinamentos de mão-de-obra e controles no transporte e entrega dos materiais.

REFERÊNCIAS

ANICER. Fornos - existe um tipo especial para a sua empresa. **Revista da ANICER**, Rio de Janeiro, ano 11, ed. 56, fev. 2009a.

ARAUJO, Regina Celia Lopes; RODRIGUES, Edmundo Henrique Ventura; FREITAS, Edna das Graças Assunção. **Materiais de construção**. Seropedica, RJ: UFRRJ, 2000. 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Informações técnicas - processos de fabricação**: extrusão. Disponível em: <<http://www.abceram.org.br>>. Acesso em: 15 nov. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Componentes cerâmicos – parte 1 – Blocos cerâmicos para alvenaria vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro. ABNT, 2005a (**NBR 15270-1**).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Componentes cerâmicos – parte 2 – Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro. ABNT, 2005a (**NBR 15270-2**).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Componentes cerâmicos – parte 3 – Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro. ABNT, 2005c (**NBR 15270-3**).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Tijolo maciço cerâmico para alvenaria. Rio de Janeiro, 1983 (**NBR 7170**).

DUTRA, Ricardo Peixoto Suassuna; VARELA, Marcio Luiz; NASCIMENTO, Rubens Maribondo do; GOMES, Uílame Umbelino; PASKOCIMAS, Carlos Alberto; MELO, Pedro Terceiro de. **Avaliação da potencialidade de argilas do Rio Grande do Norte – Brasil**, v. 11, n. 2, mar./abr, 2006.

DUTRA, Ricardo Peixoto Suassuna et al. Avaliação da potencialidade de argilas do Rio Grande do Norte – Brasil. **Revista Cerâmica industrial**, Natal, p.42-46, 11 mar. 2006.

INCARGEL. **Indústria de Cerâmica Ltda.** Produção. Disponível em: <<http://www.incargel.com.br>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

PETRUCCI, E.G.R., **Materiais de construção**. 7. ed. Porto Alegre: Globo, 1979.

RIBEIRO, C. C.; PINTO, J. D. S.; STARLIN, T., **Materiais de construção civil**, 3. ed., Belo Horizonte: UFMG, 2011.

RIBEIRO, Manuel J.; FERREIRA, António A. L.; LABRINCHA, João A. Aspectos fundamentais sobre a extrusão de massas de cerâmicas vermelhas. **Revista Cerâmica Industrial**, Aveiro, p. 37-42, 08 jan. 2003.

SEBRAE; ESPM. **Produtos em cerâmica para decoração e utilitários**: estudos de mercado SEBRAE/ESPM. São Paulo: SEBRAE Nacional, 2008a. Relatório Completo.

SEBRAE; ESPM. **Cerâmica vermelha**: estudos de mercado SEBRAE/ESPM. São Paulo: SEBRAE Nacional, 2008b. Relatório completo.

SINDICER-RN. **Cerâmica no Rio Grande do Norte**: Sobre a produção cerâmica no Estado. Disponível em: <<http://www.sindicer-rn.com.br>>. Acesso em: 08 nov. 2011.

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 (Graduação) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SILVA, André Metzger da; COSTA, Cláiser Gonçalves. **Alvenaria estrutural com bloco cerâmico**. 2007. 69 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2007.