

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
MARDEN PACHECO LIMA

VERIFICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO DA REGIÃO DE
FORMIGA-MG FRENTE À NBR 15270

FORMIGA – MG
2018

MARDEN PACHECO LIMA

VERIFICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO DA REGIÃO DE
FORMIGA-MG FRENTE À NBR 15270

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR-MG,
como requisito para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Prof. Ms. Cezar Silvino Figueredo

FORMIGA – MG

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UNIFOR-MG

L732 Lima, Marden Pacheco.
Verificação de blocos cerâmicos de vedação da região de Formiga-MG
frente à NBR 15270 / Marden Pacheco Lima. – 2018.
42 f.

Orientador: Cezar Augusto Silvino Figueredo.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) –
Centro Universitário de Formiga - UNIFOR, Formiga, 2018.

1. Blocos cerâmicos. 2. Vedação. 3. Conformidade. I. Título.

CDD 691

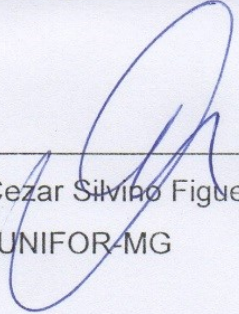
Catalogação elaborada na fonte pela bibliotecária
Regina Célia Reis Ribeiro – CRB 6-1362

Marden Pacheco Lima

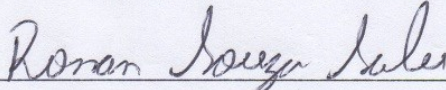
VERIFICAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO DA REGIÃO DE
FORMIGA-MG

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia Civil do UNIFOR-MG,
como requisito para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Prof.Ms. Cezar Silvino Figueredo

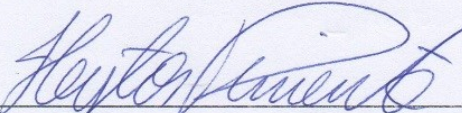
BANCA EXAMINADORA



Prof.Ms. Cezar Silvino Figueredo
UNIFOR-MG



Prof. Dr. Ronan Souza Sales
UNIFOR-MG



Heytor Marcos Silva Pimenta
ENGENHEIRO CIVIL

Formiga, 14 de novembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe Maria Inês e familiares pela força, amor incondicional e compreensão em saber que as noites acordadas ou os fins de semana em casa fazendo trabalho valeriam à pena e que num futuro próximo teriam frutos.

Ao meu orientador Prof. Ms. Cezar Silvino Figueredo pela paciência, instruções, sugestões e confiança em toda essa fase, desde a escolha do tema até o comparecer final.

Aos meus colegas de classe, futuros colegas de trabalho, parceiros ou concorrentes, meu muito obrigado, por passarmos juntos todos estes anos. Em especial o Kaíque, Higor e Ricardo por estarem sempre ao meu lado tanto na hora dos estudos quanto nos momentos de interação, sejam estes tristes ou felizes eles estavam lá, formando assim o quarteto.

A todos os professores sejam eles de cálculo, física, química, estruturas de concreto, madeira, solos, topografia, desenho técnico, estradas, planejamento e controle de obras, saneamento ambiental dentre outras, independentemente da disciplina, não fizeram parte apenas da minha grade curricular, mas sim, foram os principais percussores para o ganho de conhecimento.

Agradeço também à coordenação do curso de Engenharia Civil e todos os funcionários do UNIFOR que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica.

É preciso impor a si mesmo algumas metas para se ter a coragem de alcançá-las.

Benito Mussolini

RESUMO

Diversas empresas produzem e comercializam blocos cerâmicos no mercado brasileiro. A ausência de um selo de certificação de adequação as normas faz com que muitos blocos cerâmicos não atendem os requisitos estipulados pela norma técnica, no que se refere a características geométricas, físicas e visuais, resultando em problemas com a modulação de paredes, uso excessivo de argamassa de revestimento, orçamentos imprecisos, etc. Esse contexto resulta em desperdício e reflete no custo e ciclo de vida da obra. Com isso, o objetivo deste trabalho é verificar os blocos cerâmicos de vedação comercializados na região de Formiga-MG, oriundos de duas olarias fornecedoras que abastecem o município. Para tanto, realizou-se uma análise destes blocos, também conhecidos como tijolos, conforme as recomendações das normas técnicas pertinentes (ABNT). Embora tenham sido aprovadas na maioria dos ensaios obrigatórios, as amostras das empresas analisadas foram reprovadas no ensaio de resistência à compressão, o que pode resultar em prejuízos para o consumidor, demonstrando a necessidade de refazer os ensaios para confirmação dos resultados negativos, assim como a fiscalização da produção para garantir a qualidade dos produtos comercializados.

Palavras-chave: Blocos cerâmicos, vedação, conformidade.

ABSTRACT

Several companies produce and commercialize ceramic blocks in the Brazilian market. The absence of a certification seal of adequacy. That many ceramic blocks do not meet the requirements stipulated by the technical standard, regarding geometric, physical and visual characteristics, resulting in problems with wall modulation, excessive use of coating mortar, inaccurate estimates, etc. This context results in waste and reflects on the cost and life cycle of the work. Therefore, the objective of this work is to verify the ceramic blocks of seal commercialized in the region of Formiga-MG, originating from two pottery suppliers that supply the municipality. To do so, an analysis of these blocks, also known as bricks, was carried out according to the recommendations of the relevant technical standards (ABNT). Although they have been approved in most of the mandatory tests, the samples of the companies analyzed have been disapproved in the compressive strength test, which could result in consumer harm, demonstrating the need to retake the tests to confirm negative results, as well as supervision of production to ensure the quality of marketed products.

Key words: Ceramic blocks, fence, compliance.

LISTA DE ABREVIATURAS

- AA** – Índice de absorção d'água
- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ANICER** – Associação Nacional da Indústria Cerâmica
- C** – Comprimento
- cm** – Centímetros
- D** – Desvio em relação ao esquadro
- g** – Gramas
- H** – Altura
- L** – Largura
- m_s** – Massa seca
- m_u** – Massa úmida
- MG** – Minas Gerais
- mm** – Milímetros
- mm²** - Milímetros quadrados
- MPa** – Megapascal
- N** – Newtons
- NBR** – Norma Brasileira
- PIB** – Produto Interno Bruto
- UNIFOR-MG** – Centro Universitário de Formiga-MG
- µm** – micrômetro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Blocos cerâmicos de vedação com furos na horizontal (a) e furos na vertical (b).....	17
Figura 2 - Extração da argila	18
Figura 3 - Estocagem da argila	19
Figura 4 - Extrusão da argila	19
Figura 5 - Blocos empilhados para secagem	20
Figura 6 - Queima dos blocos cerâmicos	20
Figura 7 - Blocos cerâmicos de vedação da empresa A	24
Figura 8 - Blocos cerâmicos de vedação da empresa B	25
Figura 9 - Blocos da empresa A e B identificados para inspeção e realização dos ensaios.....	26
Figura 10 - Locais de medições dos blocos cerâmicos de vedação.....	26
Figura 11 - Medição do comprimento do bloco cerâmico.....	27
Figura 12 - Posições esquemáticas para as medições da espessura das paredes externas e septos	27
Figura 13 - Medição da parede externa de um bloco cerâmico	28
Figura 14 - Medição do septo de um de um bloco cerâmico.....	28
Figura 15 - Medição da parede interna de um bloco cerâmico	29
Figura 16 - Desvio em relação ao esquadro	29
Figura 17 - Medição do desvio em relação ao esquadro.....	30
Figura 18 - Planeza das faces.....	30
Figura 19 - Medição da planeza das faces dos blocos cerâmicos	31
Figura 20 - Blocos cerâmicos na estufa para secagem.....	32
Figura 21 - Corpos-de-prova no tanque para imersão	32
Figura 22 - Bloco regularizado para o ensaio de resistência a compressão	33
Figura 23 - Ensaio de resistência à compressão.....	34
Figura 24 - Anomalia nos septos dos blocos da empresa A	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Dimensões de fabricação de blocos cerâmicos de vedação	22
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultado do ensaio dimensional	36
Tabela 2 - Resultados das medidas das paredes externas e septos	37
Tabela 3 - Resultados dos desvios e fechas dos blocos	37
Tabela 4 - Resultado do índice de absorção d'água	38
Tabela 5 - Resultado do ensaio de resistência à compressão	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos.....	14
3	JUSTIFICATIVA	15
4	REFERENCIAL TEÓRICO	16
4.1	Panorama geral de blocos cerâmicos na construção civil	16
4.2	Fabricação dos blocos cerâmicos	18
4.3	Caracterização dos blocos cerâmicos de vedação conforme a NBR 15270-1.....	21
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
5.1	Materiais	24
5.2	Métodos	25
5.2.1	Determinação das características geométricas	26
5.2.2	Determinação das características físicas.....	31
5.2.3	Determinação das características mecânicas.....	33
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Estudos arqueológicos apontam a presença de utensílios cerâmicos a partir do período pré-neolítico (25.000 a.C.), e de materiais de construção como tijolos, blocos e telhas, por volta de 5.000 a 6.000 a.C. Já no Brasil, antes mesmo da descoberta do país, já haviam vestígios de produtos confeccionados a partir do uso da cerâmica, como potes, baixelas e outros artefatos (SEBRAE, 2008).

O setor cerâmico é responsável por uma diversidade de produtos nos seguintes segmentos: cerâmica vermelha, materiais de revestimento, refratários, louça sanitária, isoladores elétricos de porcelana, louça de mesa, cerâmica artística, filtros cerâmicos, cerâmica térmica e isolante térmico. A cerâmica vermelha por sua vez, contempla produtos comumente utilizados na construção civil como, telhas, tubos cerâmicos, blocos cerâmicos, que é o objeto de estudo deste trabalho, entre outros (POSSES, 2013).

Como grande parte do ramo cerâmico está relacionada à construção civil, o aumento no número de obras a partir da maior facilidade para financiamentos, projetos governamentais de incentivo a construção civil e obras decorrentes de grandes eventos, como a Copa do Mundo de Futebol, proporcionaram o aumento da demanda de materiais de construção e conseqüentemente, produtos cerâmicos (PRADO; BRESSIANI, 2013).

De acordo com Bustamante e Bressiani (2000), o processo de fabricação de cerâmica vermelha é apontado como algo extremamente simples, ocorrendo a desvalorização da cultura técnica, levando o setor a graves erros. Isso porque, neste ramo, as empresas necessitam serem de caráter polivalente, executando diversas etapas de processamento, sendo elas a mineração, beneficiamento, preparação, conformação, secagem e queima, até obter os produtos finais, ressaltando que o sucesso de cada etapa é de suma importância para a continuidade do processo.

Segundo Vásquez (2005, p. 14), “a qualidade final das obras realizadas pela indústria da construção civil depende diretamente da qualidade dos materiais fornecidos e utilizados durante todas as fases de execução das mesmas”.

O ramo cerâmico, devido à diversidade de produtos diferentes em tamanho, peso e forma, requer um relevante investimento financeiro, de matéria prima, mão de obra e equipamento, como também, fatores ligados a segurança e qualidade. Diante disso, torna-se essencial a padronização e conformidade destes produtos de

acordo com o previsto nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (VÁSQUEZ, 2005).

A indústria cerâmica tem agregado positivamente a comunidade, a economia e ao país, entretanto, ainda necessita de aperfeiçoar alguns métodos de produção. A confecção do bloco cerâmico sem embasamento na norma resulta em uma série de não-conformidades como dificuldade de aderência de argamassa de reboco, trincas nas paredes e risco de desabamento, entre outros, comprometendo a qualidade e a segurança ao final da obra (POSSES, 2013). Pilz et al (2015) completa ao dizer que as não-conformidades são consideradas um aspecto preocupante no setor cerâmico, visto que, são responsáveis pela falta de qualidade dos produtos disponíveis para comércio. O mesmo autor relata que as não-conformidades intencionais, atividade que beneficia alguns fabricantes e revendedores, tem prejudicado grande parte do mercado e seus consumidores.

Medeiros (2006) aponta que muitos blocos cerâmicos não atendem os requisitos estipulados pela norma técnica, no que se refere a características geométricas, físicas e visuais, resultando em problemas com a modulação de paredes, uso excessivo de argamassa de revestimento, orçamentos imprecisos resultando em desperdício e refletindo no custo da obra.

Diante do exposto, constata-se a necessidade de averiguar a qualidade dos blocos cerâmicos que são comercializados e se atendem a normatização prescrita pela ABNT, assegurando a qualidade do produto ofertado no mercado. Com isso, o objetivo deste trabalho é verificar os blocos cerâmicos de vedação comercializados na região de Formiga-MG, oriundos de duas olarias fornecedoras que abastecem o município. Para tanto, realizou-se uma análise destes blocos, também conhecidos como tijolos, conforme as recomendações das normas técnicas pertinentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar o atendimento à NBR 15270 entre os blocos cerâmicos de vedação comercializados na região de Formiga-MG.

2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, destacam-se:

- Identificar as fábricas de blocos cerâmicos de vedação que abastecem o município de Formiga-MG;
- Descrever as características dos blocos cerâmicos de vedação e ensaios a serem realizados conforme normas técnicas;
- Avaliar a conformidade dos blocos cerâmicos de vedação de acordo com as normas da ABNT;

3 JUSTIFICATIVA

Os tijolos cerâmicos são encontrados em abundância dentro da construção civil, e de acordo com Bastos (2003) isso ocorre devido às qualidades particulares deste material, como resistência, durabilidade e flexibilidade nos processos de fabricação.

Entretanto, a não padronização, a falta de uma fiscalização mais rigorosa e conseqüentemente o não atendimento dos requisitos estipulados pelas normas técnicas que regulamentam a qualidade do bloco cerâmico, tem resultado em desperdício de material, comprometendo a qualidade de algumas obras, atrasando prazos de entrega e comprometendo orçamentos.

Atualmente, a cidade de Formiga-MG é atendida por duas olarias da região e não possui uma fiscalização que ateste o controle de qualidade dos blocos que são fornecidos. Com isso a relevância deste trabalho está em verificar se as empresas fornecedoras estão comercializando blocos cerâmicos de qualidade e que seguem os requisitos estabelecidos pela ABNT.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Panorama geral de blocos cerâmicos na construção civil

A utilização de materiais cerâmicos é datada desde 4.000 a.C., e caracterizada por sua durabilidade, além de fácil acesso a argila, apontada como rica matéria prima. No Brasil, antes da descoberta pelos portugueses, já existia a fabricação de objetos a partir da cerâmica, como potes, baixelas, entre outros. Em 1575, começaram utilizar telhas na construção de vilas, que se tornaria mais tarde a cidade de São Paulo. A partir disso, a atividade cerâmica ganhou força e teve as olarias como seu marco inicial (TAHAN; MORSH; COELHO, 2014).

O setor cerâmico dispõe de uma organização empresarial, a qual é constituída de pequenos empreendimentos como olarias, cerâmicas de médio e grande porte desprovidas de mecanização e gestão, e empreendimentos de médio e grande porte dotados de processos automatizados, com melhor preparação de obra prima, secagem forçada e fornos de queima semi-contínua ou contínua (TAHAN; MORSCH; COELHO, 2014).

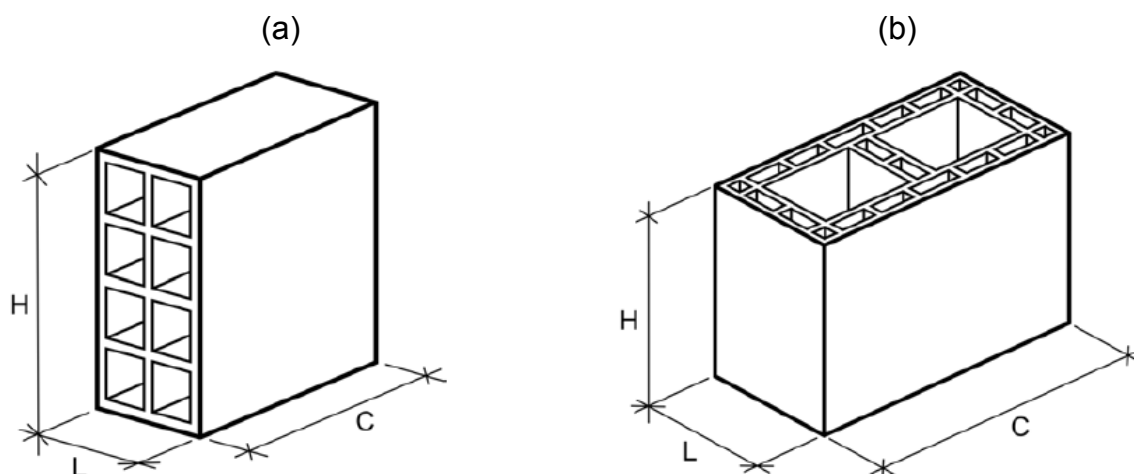
A Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) presume que existam no Brasil 7.500 empresas entre cerâmicas e olarias, com predominância nas regiões Sul e Sudeste, gerando 300 mil vagas de emprego com faturamento anual de 18 bilhões. Destes números, 4.900 são olarias, onde há uma produção mensal de peças de 4 bilhões. Bustamante e Bressiani (2000) completam ao dizerem que a indústria cerâmica tem grande importância na economia brasileira, equivalendo a 1,0% do Produto Interno Bruto (PIB), uma vez que, somente a cerâmica vermelha estrutural representa 40% desse valor.

Tahan, Morsch e Coelho (2014) explanam que, os materiais cerâmicos, nas suas múltiplas aplicações, são utilizados em grande escala, visto que, suas características o tornam superiores a outros materiais. Em sua maioria, os materiais cerâmicos são caracterizados por apresentarem dureza elevada, apesar de sua fragilidade, com pouca tenacidade e ductilidade, além de atuarem como isolantes térmicos. Não são considerados bons condutores de calor, são refratários, isolantes elétricos e possuem baixa resistência a impactos (LIMA JUNIOR, 2008).

O bloco cerâmico é um dos produtos mais utilizados no ramo da construção civil, devido a sua grande variedade quanto à textura, dimensões, espessura e

quantidades de furos, além de serem fabricados em tamanhos modulares e diversidade de cores. A unidade de comercialização é milheiro. Existem dois tipos de blocos cerâmicos: de vedação e estrutural. O bloco cerâmico de vedação possui o formato de um paralelepípedo retangular com furos, sendo fabricado em diferentes dimensões, conforme apresentado na FIG. 1, onde H refere-se à altura do bloco, L à largura e C ao comprimento. É utilizado na construção de paredes, com o intuito de vedar e separar ambientes (BARBOSA, 2015).

Figura 1 - Blocos cerâmicos de vedação com furos na horizontal (a) e furos na vertical (b)



Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

Já o bloco cerâmico estrutural é um componente da alvenaria estrutural que também possui o formato de um paralelepípedo retangular com furos, perpendiculares às faces que os contêm, mas tem a gravação, em uma de suas faces externas, da identificação do fabricante, das dimensões, contém as letras EST para informar que é estrutural, e a indicação de rastreabilidade. (NBR 15.270-3, ABNT, 2005).

O desperdício de blocos cerâmicos é um aspecto apontado no ramo da construção civil e isso se ocorre, por exemplo, pela falta de qualidade dos produtos e componentes utilizados (SPOSTO; PERINI, 2000). Devido à crescente competitividade de mercado e exigência dos consumidores, a normalização tem sido cada vez mais utilizada como um meio de atingir a redução de custos da produção e do produto final (PILZ et al, 2015).

4.2 Fabricação dos blocos cerâmicos

O bloco cerâmico é originado da matéria prima argilosa. Ao entrar em contato com a água, a argila desenvolve a característica plástica da cerâmica. Essa matéria prima também é descrita como um material natural, de granulometria fina e texturizada. De acordo com algumas escalas de classificação internacional, a argila é considerada um material com partículas com diâmetro menor que 2 μm (LIMA JUNIOR, 2008).

Segundo Pedroti (2007), o desafio encontrado pelas indústrias cerâmicas é produzir um produto que atenda o mercado com eficiência e qualidade, com peças uniformes, reduzindo o desperdício. As etapas de produção das peças cerâmicas necessitam de espaços físicos, seja para a fabricação, quanto para estocagem e secagem. A seguir serão descritas as fases da produção de material cerâmico:

- a) Extração (FIG. 2): realizada a céu aberto com o auxílio de retroescavadeiras e escavadeiras e o transporte é feito através de caminhão basculante. Há remoção da vegetação local e outros materiais indesejáveis para a extração da argila, que é a matéria prima (LIMA JUNIOR, 2008).

Figura 2 - Extração da argila



Fonte: <http://www.ceramicasalema.com.br/processo-productivo/>

- b) Estocagem (FIG. 3): é feita em um período que varia entre seis meses a dois anos. Essa fase é muito importante, uma vez que os processos de

intemperismo contribuem para o auxílio de tensões dos blocos de argila, melhoram sua plasticidade e provocam a homogeneização da distribuição umidade (POSSES, 2013). Esta etapa pode ser denominada sazonalamento da argila.

Figura 3 - Estocagem da argila



Fonte: <http://www.ceramicasalema.com.br/processo-productivo/>

- c) Moldagem (FIG. 4): está diretamente ligada à qualidade do produto, onde a argila toma forma, através da extrusão que é um método que força a massa a passar, sob pressão, por um bocal apropriado (BASTOS; 2003).

Figura 4 - Extrusão da argila



Fonte: <http://ceramicaprimavera1.tempsite.ws/processo-productivo.html>

- d) Secagem (FIG. 5): esse processo evita a retração e a deformação de peças, como o aparecimento de trincas. Para argilas firmes, o período de secagem é de até uma semana, e para as moles, de três a seis semanas (LIMA JUNIOR, 2008).

Figura 5 - Blocos empilhados para secagem



Fonte: <http://ceramicaprimavera1.tempsite.ws/processo-productivo.html>

- e) Queima (FIG. 6): procedimento de tratamento térmico fundamental para as transformações físico-químicas e alterações nas propriedades mecânicas, e que concede ao produto cerâmico características como resistência, cor e dimensões (POSSES, 2013).

Figura 6 - Queima dos blocos cerâmicos



Fonte: <http://www.ceramicasalema.com.br/processo-productivo/>

4.3 Caracterização dos blocos cerâmicos de vedação conforme a NBR 15270-1

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2005), o bloco cerâmico tem como requisito ser fabricado a partir de material argiloso, com ou sem aditivos, e queimado em alta temperatura que varia de 800 °c a 950 °c. Em uma de suas faces externas devem conter, obrigatoriamente, o nome do fabricante e do bloco. Nessa inscrição, especificamente, deve conter identificação da empresa e dimensões de fabricação em centímetros. O bloco não deve constar quebras, superfícies irregulares ou deformações que prejudiquem o emprego de sua função.

Os ensaios para a avaliação da conformidade dos blocos cerâmicos de vedação, com a finalidade de caracterização, aceitação ou rejeição, extraídos da NBR 15270-3 (ABNT, 2005), são:

- a) Para características geométricas:
 - a. Valores das dimensões das faces – dimensões efetivas;
 - b. Espessura dos septos e paredes externas do bloco;
 - c. Desvio em relação ao esquadro;
 - d. Planeza das faces;
 - e. Área bruta (não obrigatório).
- b) Para características físicas:
 - a. Massa seca (não obrigatório);
 - b. Índice de absorção d'água.
- c) Para características mecânicas:
 - a. Resistência à compressão dos blocos;
 - b. Diretrizes para seleção de métodos de ensaios para determinação de características especiais (não obrigatório);
 - c. Índice de absorção inicial (não obrigatório).

Quantos aos critérios referentes à característica geométrica do produto, a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) diz que o bloco cerâmico de vedação deve possuir a forma de um prisma reto, conforme a FIG. 1 apresentada anteriormente e com dimensões de fabricação de acordo com as especificações do QUADRO 1:

Quadro 1 - 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		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			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			29	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
(3/2) M x (2) M x (2)	14	19	19	9
(3/2) M x (2) M x (5/2)			24	11,5
(3/2) M x (2) M x (3) M			29	14
(3/2) M x (2) M x (4) M			39	19
(2) M x (2) M x (2) M	19	19	19	9
(2) M x (2) M x (5/2) M			24	11,5
(2) M x (2) M x (3) M			29	14
(2) M x (2) M x (4) M			39	19
(5/2) M x (5/2) M x (5/2) M	24	24	24	11,5
(5/2) M x (5/2) M x (3) M			29	14
(5/2) M x (5/2) M x (4) M			39	19

Fonte: NBR 15270-1 (ABNT, 2005).

As tolerâncias dimensionais individuais relacionadas à dimensão efetiva L, H e C são de $\pm 5\text{mm}$ e as tolerâncias dimensionais relacionadas à média das dimensões efetivas são de $\pm 3\text{mm}$.

A espessura dos septos dos blocos cerâmicos de vedação deve ser no mínimo 6mm e a das paredes externas no mínimo 7mm. O desvio em relação ao

esquadro deve ser no máximo 3mm. A flecha verificada na planeza das faces deve ser no máximo 3mm.

Quantos aos critérios referentes à característica física do produto, a NBR 15270-1 (ABNT, 2005) sugere que o índice de absorção d'água não deva ser inferior a 8% nem superior a 22%.

Por último, nas características mecânicas, a resistência à compressão dos blocos de vedação, calculada na área bruta, deve ser maior ou igual a 1,5 MPa, para blocos com furos na horizontal, e maior ou igual a 3,0 MPa para blocos com furos na vertical (NBR 15270-1, ABNT, 2005).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

Os materiais utilizados na presente pesquisa foram blocos cerâmicos de vedação de duas olarias localizadas na região de Formiga-MG.

Através de visitas aos revendedores de materiais de construção de Formiga-MG constatou-se que há, atualmente, apenas dois fornecedores de blocos cerâmicos de vedação que atendem o município e região, que serão chamadas de empresa A e empresa B, para preservar suas identidades.

A empresa A está no mercado há 26 anos e há 15 anos atende o município de Formiga-MG, vendendo cerca de 120 mil blocos ao mês para a cidade. Já a empresa B está no mercado há 30 anos e somente há 4 anos começou a atender Formiga-MG.

Os blocos da empresa A utilizados para a pesquisa possuem as dimensões, informadas pela fábrica, de 14 x 19 x 29 cm, com 12 furos horizontais (FIG. 7), e os da empresa B possuem as dimensões, também informadas pela fábrica, de 11,5 x 19 x 29 cm, com 8 furos horizontais (FIG. 8). Estes blocos foram escolhidos por serem os mais buscados pelos consumidores.

Figura 7 - Blocos cerâmicos de vedação da empresa A



Fonte: O autor (2018).

Figura 8 - Blocos cerâmicos de vedação da empresa B



Fonte: O autor (2018).

5.2 Métodos

A coleta das amostras ocorreu pelo pesquisador, sendo que os blocos da empresa A foram retirados no depósito de um revendedor e os da empresa B durante uma entrega de blocos, efetuada pela olaria, em uma obra localizada em Formiga-MG. A inspeção e ensaios ocorreram nos dias 24 e 25 de setembro de 2018, no Laboratório Ciências da Terra, localizado no Centro Universitário de Formiga – UNIFOR-MG.

Para a realização da inspeção geral dos blocos cerâmicos de vedação, adotou-se a amostragem simples com 13 blocos de cada olaria, extraídos de lotes de fornecimento com 1.000 a 100.000 unidades, conforme recomendação da NBR 15270-1 (ABNT, 2005). Após, identificou-se o tipo de bloco cerâmico, suas dimensões e as características visuais, tais como defeitos e irregularidades, sendo que as amostras foram aceitas por não apresentarem tais deficiências. Elas foram identificadas por números conforme a FIG. 9.

Figura 9 - Blocos da empresa A e B identificados para inspeção e realização dos ensaios



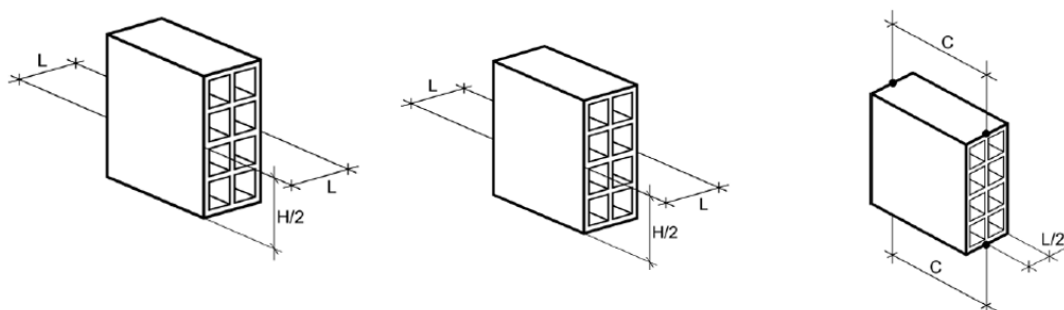
Fonte: O autor (2018).

Para a realização desta pesquisa, foram realizados todos os ensaios obrigatórios, citados no Referencial Teórico desta pesquisa.

5.2.1 Determinação das características geométricas

Para a determinação das características geométricas, aferiram-se, primeiro, as medidas das faces. As dimensões efetivas L , H e C foram obtidas conforme as recomendações da NBR 15270-3, expostas na FIG. 10.

Figura 10 - Locais de medições dos blocos cerâmicos de vedação



Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

Os valores individuais das dimensões das faces de cada um dos corpos-de-prova foram aferidos e o valor da média de cada uma das dimensões consideradas,

calculado pela média aritmética dos valores individuais, em milímetros. Para tanto, utilizou-se o auxílio de uma trena, como mostra a FIG. 11, onde o comprimento do bloco cerâmico está sendo medido.

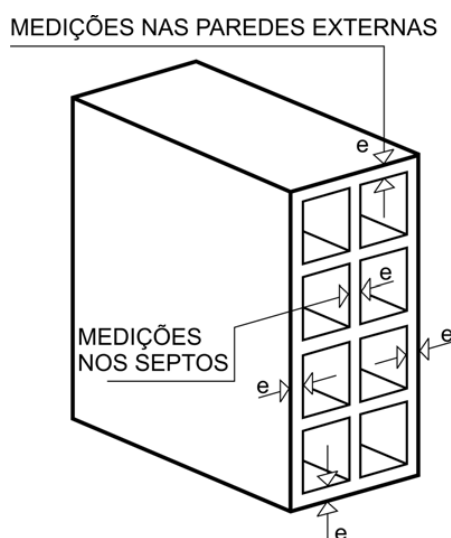
Figura 11 - Medição do comprimento do bloco cerâmico



Fonte: O autor (2018).

A espessura dos septos e paredes externas do bloco foi medida com o auxílio de um paquímetro e nos pontos indicados na FIG. 11, de acordo com NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

Figura 12 - Posições esquemáticas para as medições da espessura das paredes externas e septos



Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005)

A FIG. 13 apresenta uma das medições das paredes externas dos blocos cerâmicos da empresa A.

Figura 13 - Medição da parede externa de um bloco cerâmico



Fonte: O autor (2018).

A FIG. 14 mostra como foi realizada a medição dos septos dos blocos.

Figura 14 - Medição do septo de um de um bloco cerâmico



Fonte: O autor (2018).

Já a FIG. 15 apresenta como foi realizada a medição das paredes internas do bloco cerâmico de vedação.

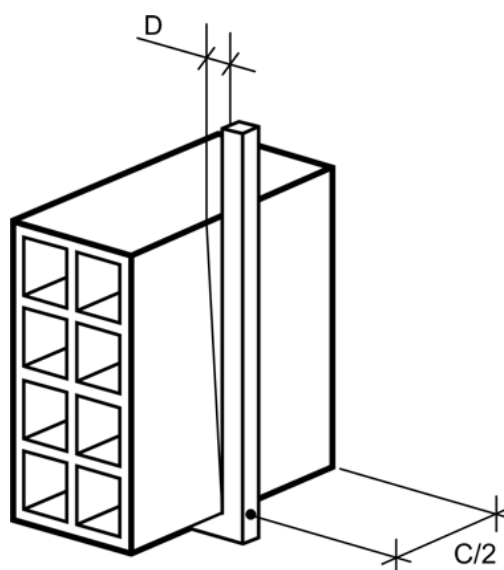
Figura 15 - Medição da parede interna de um bloco cerâmico



Fonte: O autor (2018).

O desvio em relação ao esquadro é obtido pela medida entre uma das faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento do bloco, como mostra a FIG. 16.

Figura 16 - Desvio em relação ao esquadro



Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

A FIG. 17 ilustra a medição dos desvios em relação ao esquadro dos blocos da empresa A.

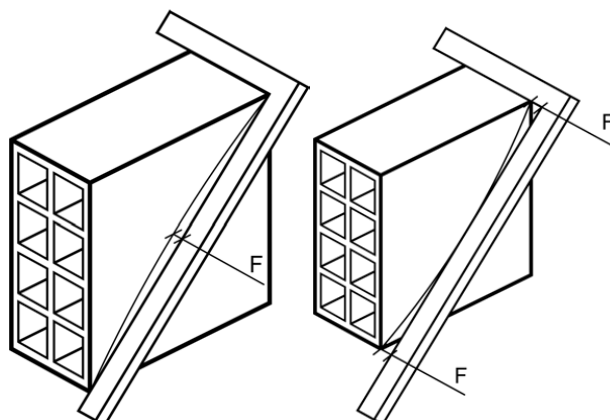
Figura 17 - Medição do desvio em relação ao esquadro



Fonte: O autor (2018).

A planeza das faces, outra aferição exigida dela ABNT, é determinada através flecha formada na diagonal e a face destinada ao revestimento, conforme a FIG. 18.

Figura 18 - Planeza das faces



Fonte: NBR 15270-3 (ABNT, 2005).

Esta medição da planeza das faces pode ser visualizada na FIG. 19.

Figura 19 - Medição da planeza das faces dos blocos cerâmicos



Fonte: O autor (2018).

5.2.2 Determinação das características físicas

Para determinação da massa seca (m_s) e do índice de absorção d'água (AA) foi necessário o uso de uma balança com precisão de 5g e uma estufa com temperatura ajustável a $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Para determinação de AA utilizou-se, como amostra, 6 corpos-de-prova, conforme recomendação da NBR 15270-1 (ABNT,2005).

Após a retirada de partículas soltas, os blocos foram submetidos à secagem em estufa. A determinação da massa individual ocorreu em intervalos de uma hora, até que duas pesagens consecutivas de cada um dos corpos-de-prova difiram em no máximo 0,25%. Imediatamente após a estabilização e remoção da estufa eles foram pesados e expressos em gramas. A FIG. 20 mostra dois blocos, um de cada empresa, na estufa para secagem.

Figura 20 - Blocos cerâmicos na estufa para secagem



Fonte: O autor (2018).

Posteriormente, para a determinação da massa seca, os corpos-de-prova foram colocados em um tanque, preenchido com água à temperatura ambiente, em volume suficiente para mantê-los totalmente imersos. Os corpos-de-prova foram mantidos completamente imersos em água em temperatura ambiente por 24 horas. A FIG. 21 mostra os blocos sendo preparados para a imersão.

Figura 21 - Corpos-de-prova no tanque para imersão



Fonte: O autor (2018).

A massa úmida (m_u), expressa em gramas, foi determinada pela pesagem de cada corpo-de-prova saturado. O índice de absorção d'água de cada corpo-de-prova (AA) é determinado pela equação (1) e expresso em porcentagem:

$$AA (\%) = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100 \quad (1)$$

5.2.3 Determinação das características mecânicas

A característica mecânica dos blocos cerâmicos, exigida pela norma, é obtida pela determinação de sua resistência à compressão. Para isso, utilizou-se uma prensa que permitia a leitura das cargas com aproximação de $\pm 2\%$ da carga de ruptura, na qual os corpos-de-prova foram colocados de modo que a carga fosse aplicada na direção do esforço que o bloco deve suportar durante o seu emprego, perpendicular ao comprimento e na face destinada ao assentamento.

O primeiro passo para realização deste ensaio foi preparar as amostras conforme indicação da NBR 15270-3 (ABNT, 2005). A norma recomenda que os corpos-de-prova sejam os blocos aprovados nos ensaios de características geométricas, devidamente limpos e identificados. Para a regularização das faces utilizou-se uma pasta de cimento com resistência superior ao dos blocos, conforme a FIG. 22. O capeamento, plano e uniforme, não excedeu a espessura de 3mm.

Figura 22 - Bloco regularizado para o ensaio de resistência a compressão

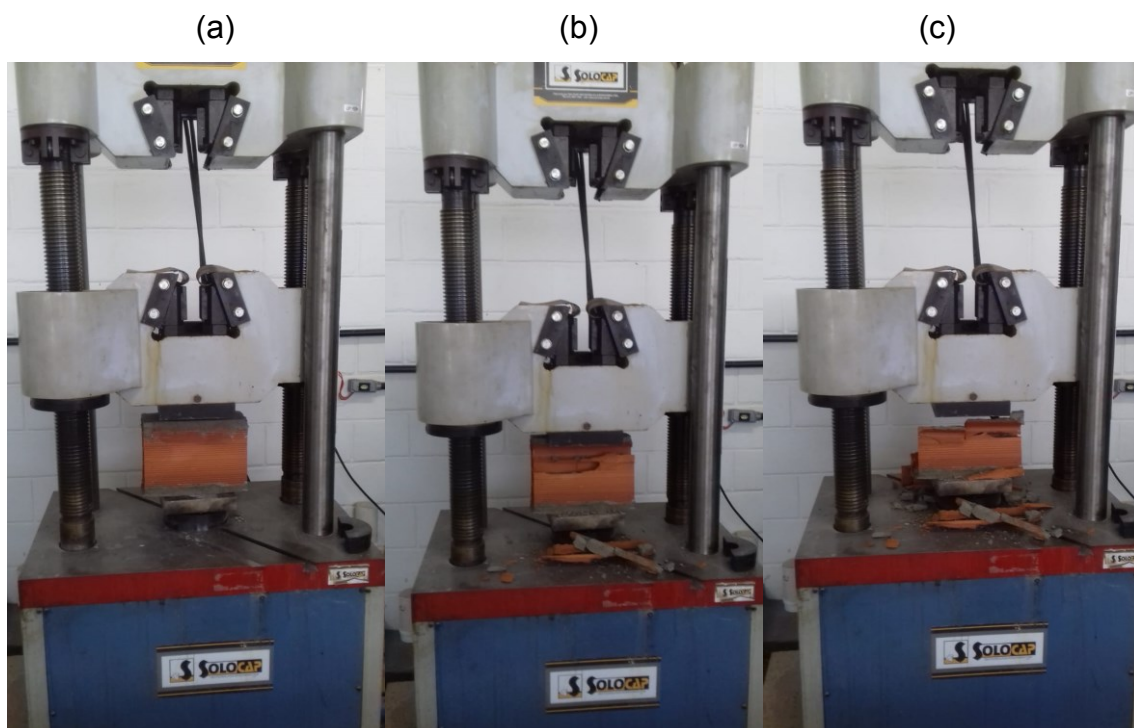


Fonte: O autor (2018).

O ensaio de resistência à compressão foi ilustrado pela FIG. 23, onde se pode observar um bloco antes de ser prensado (a), após a compressão (b) e depois de seu rompimento (c). A resistência à compressão de cada bloco é expressa em megapascals (MPa) e aproximação decimal. É obtida pela divisão da carga máxima, expressa em newtons (N) pela média das áreas brutas das duas faces de trabalho

de cada bloco, expressa em milímetros quadrados (mm^2). Os blocos foram ensaiados na sua condição saturada.

Figura 23 - Ensaio de resistência à compressão



Fonte: O autor (2018).

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os blocos cerâmicos de vedação, tanto da empresa A quanto da empresa B foram aprovados na fase de inspeção, por não apresentarem trincas e outras deformações que impedissem seu uso nos ensaios.

Apenas uma anomalia pode ser observada nos blocos da empresa A, que apresenta alguns septos deformados, como apontam as setas vermelhas da FIG. 24.

Figura 24 - Anomalia nos septos dos blocos da empresa A



Fonte: O autor (2018).

Estas deformações podem ter origem em problemas com a forma ou corte dos blocos na etapa da extrusão, o que pode ser agravado ao decorrer do tempo e resultar no rompimento da parede externa ou interna dos septos.

Para verificação da conformidade das dimensões efetivas dos blocos adotou-se como referência para o bloco A, as medidas 140 x 190 x 290 mm e para o bloco B, 115 x 190 x 290 mm. A TAB. 1 apresenta as medidas encontradas.

Tabela 1 – Resultado do ensaio dimensional

EMPRESA A				EMPRESA B			
Nº DA AMOSTRA	L (mm)	H (mm)	C (mm)	Nº DA AMOSTRA	L (mm)	H (mm)	C (mm)
1	142	188	290	1	115	188	288
2	143	190	292	2	115	190	290
3	142	188	292	3	114	190	286
4	142	190	288	4	115	185	287
5	140	190	290	5	115	190	287
6	140	188	290	6	114	190	290
7	140	190	288	7	115	189	288
8	142	190	292	8	115	190	290
9	140	190	290	9	115	188	288
10	142	188	290	10	114	189	288
11	140	190	290	11	115	190	290
12	140	190	290	12	115	190	290
13	140	190	288	13	115	190	290

Fonte: O autor (2018).

Pode observar, na TAB. 2, que todas as medidas atenderam à tolerância de $\pm 3\text{mm}$, estando os lotes em conformidade com as normas técnicas neste quesito. O número de rejeição de amostras por lote, de acordo com a NBR 15270-3 (ABNT, 2005) é de 3 unidades.

As medidas encontradas na medição das paredes externas e das paredes dos septos dos blocos foram apresentadas na TAB. 3 e todas atendem à exigência mínima de 6mm para paredes dos septos e 7mm para paredes externas dos blocos cerâmicos de vedação.

Tabela 2 - Resultados das medidas das paredes externas e septos

EMPRESA A			EMPRESA B		
Nº DA AMOSTRA	Espessura das paredes externas (mm)	Espessuras das paredes dos septos (mm)	Nº DA AMOSTRA	Espessura das paredes externas (mm)	Espessuras das paredes dos septos (mm)
1	7	6,5	1	7	6,2
2	7	7	2	7	6
3	7,1	6,8	3	7	6,3
4	7	7	4	7,2	6
5	7,2	6,5	5	7	6
6	7	6,5	6	7,1	6
7	7,3	6	7	7	6,2
8	7	6	8	7	6
9	7,2	6	9	7,2	6,2
10	7,1	6,5	10	7,1	6
11	7	6,3	11	7	6
12	7,1	6,5	12	7,1	6,1
13	7	6	13	7	6

Fonte: O autor (2018)

Os resultados dos desvios em relação ao esquadro e da planeza das faces estão apresentados na TAB. 3. Observa-se que todos os corpos-de-prova estão em conformidade com a norma técnica utilizada para os ensaios, apresentando desvios e flechas inferiores à 3mm.

Tabela 3 - Resultados dos desvios e flechas dos blocos

EMPRESA A			EMPRESA B		
Nº DA AMOSTRA	Desvio (mm)	Flecha (mm)	Nº DA AMOSTRA	Desvio (mm)	Flecha (mm)
1	1	1	1	0	0
2	0	0	2	0	1
3	0	0	3	0	0
4	0	0	4	0	0
5	0	0	5	1	0
6	1	1	6	0	0
7	0	0	7	0	0
8	0	0	8	0	1
9	1	1	9	0	0
10	0	0	10	0	0
11	0	0	11	0	0
12	1	1	12	0	0
13	0	0	13	1	0

Fonte: O autor (2018)

O índice de absorção d'água calculados no ensaio, para cada um dos corpos-de-prova, foi apresentado na TAB. 4.

Tabela 4 - Resultado do índice de absorção d'água

EMPRESA A				EMPRESA B			
Nº DA AMOSTRA	m_u (g)	m_s (g)	AA (%)	Nº DA AMOSTRA	m_u (g)	m_s (g)	AA (%)
1	5466	4542	20,3	1	4788	4002	19,6
2	5454	4524	20,6	2	4756	3942	20,6
3	5572	4686	18,9	3	4712	3926	20,0
4	5404	4668	15,8	4	4746	3934	20,6
5	5620	4736	18,7	5	4726	3894	21,4
6	5536	4640	19,3	6	4688	3940	19,0

Fonte: O autor (2018)

Observa-se que, apesar de porcentagens elevadas, o que prejudica o manuseio e assentamento dos blocos durante a execução de uma obra, todos os blocos atenderam a norma, visto que ela sugere valores ente 8% e 22%.

O último ensaio realizado foi o de resistência à compressão dos blocos, cujos resultados foram expressos na TAB. 5.

Tabela 5 - Resultado do ensaio de resistência à compressão

EMPRESA A				EMPRESA B			
Nº DA AMOSTRA	Área bruta (mm ²)	Carga aplicada (N)	Res. à compressão (MPa)	Nº DA AMOSTRA	Área bruta (mm ²)	Carga aplicada (N)	Res. à compressão (MPa)
1	41180	27109	0,66	1	33120	31014	0,94
2	41756	49440	1,18	2	33350	32530	0,98
3	41464	24872	0,60	3	32604	36796	1,13
4	40896	50331	1,23	4	33005	35772	1,08
5	40600	31924	0,79	5	33005	29327	0,89
6	40600	43791	1,08	6	33060	31772	0,96
7	40320	27886	0,69	7	33120	39488	1,19
8	41464	29467	0,71	8	33350	33543	1,01
9	40600	32098	0,79	9	33120	32896	0,99
10	41180	33893	0,82	10	32832	39004	1,19
11	40600	42851	1,06	11	33350	37908	1,14
12	40600	38654	0,95	12	33350	31699	0,95
13	40320	31876	0,79	13	33350	32865	0,99

Fonte: O autor (2018)

Nenhuma amostra analisada se mostrou conforme a norma técnica que exige resistência mínima de compressão de 1,5 MPa para blocos cerâmicos de vedação com furos na horizontal. A resistência média encontrada nos blocos cerâmicos da empresa A foi de 0,87 MPa e da empresa B foi de 1,03 MPa.

Pilz et al (2015) ressaltam que a falha na resistência mecânica dos blocos cerâmicos pode ser proveniente da argila utilizada, que varia de acordo a região onde é extraída e o tempo em que é estocada. Além disso, os autores destacam que a queima é o processo em que o material adquire resistência, sem o mais importante de todos. Deste modo, a queima deve ocorrer em temperaturas e tempos adequados, para não comprometer os materiais.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é um setor que teve um grande desenvolvimento nos últimos anos e, conseqüentemente, houve uma expansão das empresas de materiais de construção. Apesar disto, a região de Formiga-MG conta apenas com duas olarias para fornecimento de blocos cerâmicos de vedação, o que não é muito favorável para o consumidor, que limita suas possibilidades de compra.

Ambas as empresas analisadas não atenderam completamente às exigências da NBR 15270 (ABNT, 2005). Embora tenham sido aprovadas na maioria dos ensaios obrigatórios, que são o de dimensões efetivas, planeza das faces, desvio em relação ao esquadro, espessuras das paredes externas e dos septos e índice de absorção d'água, as empresas foram reprovadas no ensaio de resistência à compressão, pois tiveram todos os corpos-de-prova rejeitados.

Cabe destacar que a alvenaria é uma das etapas mais importantes de uma obra e o uso de blocos cerâmicos com resistência inferior à estipulada pela norma pode afetar a segurança e saúde dos consumidores, pois mesmo não tendo função estrutural, são fabricados para suportar o seu peso próprio e pequenas cargas como armários, pias e lavatórios.

Ressalta-se que, como Lima Junior (2008) relata, a ausência de fiscalização da produção de blocos cerâmicos, o tipo de matéria-prima utilizada, o armazenamento, transporte dos materiais e a queima interferem diretamente na qualidade dos produtos ofertados, o que pode resultar em perdas, prejuízos e conseqüências desastrosas para o consumidor.

Entretanto, mesmo sendo reprovadas as amostras da empresa A e B, faz-se necessária a realização de novos ensaios, com outras amostras, para comprovação e precisão dos resultados negativos, assim como para destacar a importância da fiscalização dos processos de produção, de forma a garantir a qualidade dos produtos comercializados.

REFERÊNCIAS

ANICER, Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Site institucional. Disponível em: <<https://www.anicer.com.br/>>. Acesso em: 21 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.270-1:** Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15.270-3:** Componentes cerâmicos. Parte 3: Blocos Cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Métodos de ensaio, Rio de Janeiro, 2005.

BASTOS, F. A. **Avaliação do processo de fabricação de telhas e blocos cerâmicos**. 2003. 152 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30367548.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2018.

BUSTAMANTE, G.; BRESSIANI, J. C. A Indústria Cerâmica Brasileira. **Revista Cerâmica Industrial**, v.5, n.3, maio/jun. 2000. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br>>. Acesso em: 21 set. 2018.

LIMA JUNIOR, A.; C.. **Caracterização de blocos cerâmicos comercializados em Feira de Santana**. 2008. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana. 2008. Disponível em: <<http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/AURINO%20CORDEIRO%20LIMA%20JUNIOR.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.

MEDEIROS, E. N. M de. **Sistema de gestão da qualidade na indústria cerâmica vermelha, estudo de caso de uma indústria que abastece o mercado de Brasília**. 2006. 119 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003. Disponível em: <<http://www.pecc.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/M06-4A-Elisandra-de-Medeiros.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2018.

PEDROTI, L. G. **Estudo de conformidades em relação à ABNT de blocos cerâmicos prensados e queimados**. 2007. 106 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes. 2007. Disponível em: <http://uenf.br/Uenf/Downloads/LECIV_1693_1225365907.pdf>. Acesso em: 25 set. 2018.

PILZ, S. E. et al. Verificação da qualidade dos blocos cerâmicos conforme NBR 15270 comercializados em Santa Catarina. **Revista de Engenharia Civil IMED**, v. 2, n. 2, p. 19-26, 2015. Disponível em: <<https://seer.imed.edu.br/index.php/revistaec/article/download/910/647>>. Acesso em: 26 set. 2018.

POSSES, I. P. das. **Caracterização tecnológica de blocos cerâmicos de alvenaria de vedação produzidos por empresas cerâmicas do estado do Espírito Santo**. 2013. 149 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 2013. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/handle/10/3965>>. Acesso em: 22 set. 2018.

PRADO, U. S. do; BRESSIANI, J. C. Panorama da Indústria Cerâmica na Última Década. **Cerâmica Industrial**, v. 18, n. 1, p. 7-11, 2013. Disponível em: <<http://www.ceramicaindustrial.org.br/pdf/v18n1/v18n1a01.pdf>>. Acesso em 26 set. 2018.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Cerâmica Vermelha**. 2008. Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/09/ESTUDO-CERAMICA-VERMELHA.pdf>>. Acesso em: 26 set. 2018.

SPOSTO, R. M.; PERINI, A. S. Caracterização e avaliação da qualidade dos blocos cerâmicos furados para alvenaria de vedação fornecidos para o Distrito Federal – DF. In: ENCONTRO NACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Anais do ENTAC, 2000. Disponível em: <www.infohab.org.br/entac2014/2000/Artigos/ENTAC2000_597.pdf>. Acesso em: 26 set. 2018.

TAHAN, G; MORSCH, I. Y. T.; COELHO, M. E. B. **Impactos causados pela não conformidade de blocos cerâmicos**. 2014. 109 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/mediawiki/images/9/99/TCC_ceramicos.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

VÁSQUEZ, G. A. G. **Avaliação da conformidade dos blocos cerâmicos produzidos em algumas cerâmicas no Rio Grande do Norte**. 2005. 92 fls. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/19830/1/GilbertoAntonioGorrichateguiVasquez_DISSERT.pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.