

LIGA DE ENSINO DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
ENGENHARIA CIVIL

LUANA PATRÍCIA FELIZARDO WANDERLEY

**VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO NA
REGIÃO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE / RN**

NATAL/RN

2019

LUANA PATRÍCIA FELIZARDO WANDERLEY

**VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO NA
REGIÃO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE / RN**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira

NATAL/RN

2019

Catálogo na Publicação – Biblioteca do UNI-RN

Setor de Processos Técnicos

Wanderley, Luana Patrícia Felizardo.

Verificação da qualidade dos blocos cerâmicos de vedação na região de São Gonçalo do Amarante / Luana Patrícia Felizardo Wanderley. – Natal, 2019.

90f.

Orientador: Profº. PhD. Fábio Sergio da Costa Pereira.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário do Rio Grande do Norte.

1. Engenharia civil – Monografia. 2. Resistência a compressão – Monografia. 3. Absorção – Monografia. 4. Blocos cerâmicos – Monografia. I. Pereira, Fábio Sergio da Costa. II. Título.

RN/UNI-RN/BC

CDU 624

LUANA PATRÍCIA FELIZARDO WANDERLEY

**VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO NA
REGIÃO DE SÃO GONÇALO DO AMARANTE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado ao Centro Universitário do Rio Grande do Norte (UNI-RN) como requisito final para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. PhD. Fábio Sérgio da Costa Pereira
Orientador (UNI – RN)

Prof. MSc. Tomás de Barros Vasconcelos
Membro avaliador interno (UNI-RN)

Profa. MSc. Anna Luiza Nobre
Membro avaliador externo (UFRN)

RESUMO

Este trabalho, tem como foco verificar a qualidade dos blocos cerâmicos de vedação da região de São Gonçalo do Amarante, de acordo com a NBR 15270:2017. Nesses parâmetros serão analisados elementos como: dimensões, espessuras dos septos e paredes externas, desvio de esquadro, planeza das faces, absorção de água e resistência a compressão, comparando os dados obtidos com os ensaios laboratoriais, com os resultados exigidos pelas normas da ABNT. Em virtude da inexistência da avaliação da qualidade dos blocos cerâmicos de vedação, viu-se a necessidade de analisar os tijolos cerâmicos da cidade de São Gonçalo do Amarante. Os ensaios tecnológicos foram realizados no laboratório de matérias de construção do UNI- RN, seguindo os parâmetros da ABNT. Foram analisadas 4 empresas, representadas de A a D, sendo coletadas cerca de 32 amostras de blocos cerâmicos de cada fabricante, sendo exclusivamente de 9x19x19 para os ensaios de características visuais, geométrica, física e mecânica, durante o mês de janeiro a março de 2019. Mediante os resultados, as empresas “A”, “B” e “D” apresentaram 40% dos ensaios realizados rejeitados, conforme a norma NBR 15270. A empresa “C” apresentou 80% dos ensaios rejeitados. Os resultados obtidos, como esperado, mostraram que nas quatro empresas analisadas, os blocos foram rejeitados em pelo menos um requisito normativo. Assim, ficou clara a falta de qualidade dos blocos cerâmicos, confirmando a necessidade dos fabricantes aderirem as NBR 15270:2017.

Palavras-chave: Resistência a compressão. Absorção. Blocos cerâmicos.

ABSTRACT

This work focuses on verifying the quality of the ceramic sealing blocks in the region of São Gonçalo do Amarante, according to NBR 15270:2017. In these walls will be analyzed elements such as: dimensions, thicknesses of septa and external walls, angular deviation, flatness of faces, water absorption and compressive strength, comparing the data obtained with the laboratory tests, with the results required by the ABNT standards. Due to the inexistence of the quality evaluation of the ceramic sealing blocks, it was necessary to analyze the ceramic bricks of the city of São Gonçalo do Amarante.

The technological tests were carried out in the laboratory of construction materials of UNI-RN, following the parameters of ABNT. Four companies were analyzed, represented from A to D, being collected about 32 samples of ceramic blocks from each manufacturer, being exclusively of 9x19x19 for the tests of visual, geometric, physical and mechanical characteristics, during the month of January to March 2019. Based on the results, companies "A", "B" and "D" presented 40% of the tests performed rejected, according to the NBR 15270 standard. Company "C" presented 80% of the rejected tests. The results obtained, as expected, showed that in the four companies analyzed, the blocks were rejected in at least one regulatory requirement. Thus, it was clear the lack of quality of ceramic blocks, confirming the need for manufacturers to adhere to NBR 15270:2017.

Keywords: Compressive strength. Absorption. Ceramic blocks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Bloco Cerâmico De Vedação	32
Figura 2 - Amostras coletadas no laboratório para realização dos ensaios	35
Figura 3 - Bloco com devidas informações.....	35
Figura 4 - Bloco de vedação com deformação	36
Figura 5 - Medição das paredes externas no laboratório de materiais	37
Figura 6 - Medição das espessuras dos septos no laboratório de materiais	37
Figura 7 - Medição do desvio em esquadro.....	37
Figura 8 - Blocos na estufa, para obtenção da massa seca	38
Figura 9 - Realização dos capeamentos nas amostras	39
Figura 10 - Ensaio de compressão realizado em tijolos de vedação	39
Figura 11 - Fluxograma do processo de fabricação dos blocos cerâmicos	44
Figura 12 – Retroescavadeira extraindo argila da natureza	45
Figura 13 - Estocagem da argila a céu aberto.....	45
Figura 14 - Argila no misturador	46
Figura 15 - Argila no laminador a caminho maquina extrusora	47
Figura 16 – Máquina extrusora.....	47
Figura 17 – Secagem natural	48
Figura 18 – Secagem artificial	49
Figura 19 - Forno abóboda.....	50
Figura 20 - Forno túnel	51
Figura 21 - Tijolos na zona de pré-aquecimento	51
Figura 23 – Bloco de vedação com furos horizontal.....	53
Figura 24 – Bloco de vedação com furos na vertical	54
Figura 25 – Locais para medição da altura (H) do bloco	55
Figura 26 – Locais para a medição da largura (L) do bloco	55
Figura 27 – Locais para a medição do comprimento (C) do bloco	55
Figura 28 – Medidas da face do bloco de vedação	59
Figura 29 – Medições da espessura das paredes externas e septos	59
Figura 30 – Desvio em relação ao esquadro	60
Figura 31 – Planeza das faces	60
Figura 32 - Pesagem do corpo de prova saturado	61
Figura 33 - Corpos de provas capeados no laboratório do UNI RN	63
Figura 34 - Compressão axial do corpo de prova.....	63
Figura 35 - Ensaio de compressão do tijolo de vedação	63
Figura 36 - Medição das espessuras dos septos no laboratório de materiais	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões de fabricação.....	54
Tabela 2 – Resistência à compressão	56
Tabela 3 - Aceitação ou rejeição para características visuais.....	57
Tabela 4 - Aceitação ou rejeição por ensaio das características geométricas.....	57
Tabela 5 - Aceitação ou rejeição por ensaio de índice de absorção d'água	58
Tabela 6 - Aceitação ou rejeição por ensaio de resistência a compressão	58
Tabela 7 - Números de unidades não conformes	65
Tabela 8 - Números de deformações de características visuais.....	65
Tabela 9 - Média das características geométricas.....	66
Tabela 10 - Ensaio das características geométricas.....	67
Tabela 11 - Resultados do índice de absorção d'água	68
Tabela 13 - Resultados do ensaio de compressão	69
Tabela 14 - Resultado geral dos ensaios.....	70

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	30
2 OBJETIVOS	32
2.1 GERAL	32
2.2 ESPECÍFICOS	32
3 JUSTIFICATIVA	33
4 METODOLOGIA	34
4.1 COLETA DE MATERIAIS	34
4.2 Inspeção geral	35
4.2.1 Identificação	35
4.2.2 Características visuais	36
4.3 inspeções através de ensaio	36
4.3.1 Características Geométricas	36
4.3.2 Características Físicas	38
4.3.3 Características Mecânicas	38
5 ESTRUTURA DO TRABALHO	40
6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	41
6.1 HISTÓRICO DA CERÂMICA	41
6.2 ARGILAS PARA A FABRICAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS	42
6.3 PRODUÇÃO DOS TIJOLOS CERÂMICOS	44
6.3.1 Extração das matérias primas	44
6.3.2 Sazonalidade	45
6.3.3 Dosagem	46
6.3.4 Moldagem	47
6.3.5 Secagem	48
6.3.6 Queima	49
6.3.7 Estocagem	51
6.4 REQUISITOS DE DESEMPENHO DA NORMA 15270	52
6.4.1 Identificação	52
6.4.2 Unidade de comercialização	53
6.4.3 Características visuais	53
6.4.4 Características Geométricas	53
6.4.5 Características físicas	56
6.4.6 Características mecânica	56

6.5 INSPEÇÕES, ACEITAÇÕES E REJEIÇÕES DOS LOTES	57
6.6 MÉTODOS DE ENSAIO	58
6.6.1 Características geométricas	58
6.6.2 Características físicas	60
6.6.3 Características mecânicas	62
7 ESTUDO DE CASO	64
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
8.1 INSPEÇÃO GERAL	65
8.1.1 Identificação	65
8.1.2 Características visuais	65
8.2 INSPEÇÕES através de ensaios	66
8.2.1 Características Geométricas	66
8.2.2 Características Físicas	68
8.2.3 Características Mecânicas	69
8.3 RESULTADOS GERAL DOS ENSAIOS	70
9 CONCLUSÕES	71
REFERÊNCIAS	72

1 INTRODUÇÃO

A fabricação dos blocos cerâmicos foi uma das primeiras inovações tecnológicas realizadas pelo homem. As primeiras amostras de tijolos foram identificadas como tendo sido produzidas por volta do ano 4.000 a.C. (INMETRO, 2001). Durante esse período, o processo de confecção do tijolo cerâmico ocorria de maneira extremamente rudimentar, evoluindo tecnologicamente de forma gradual ao longo dos séculos, até chegar a qualidade identificada nos produtos atualmente produzidos pela indústria, e normatizado pela NBR 15270-1 (ABNT, 2017).

De acordo com a NBR 15270-1 (ABNT, 2017), o bloco cerâmico deve ser fabricado por conformação plástica de matéria-prima argilosa, contendo ou não aditivos, e queimado a temperaturas elevadas permitindo ao produto final atender as condições determinadas pela norma.

A argila é a matéria prima utilizada para a confecção dos blocos cerâmicos, visto que as argilas são materiais compostos por partículas pequenas de argilosminerais. Os argilominerais são formados por silicatos hidratados de alumínio, ferro, magnésio, entre outros elementos, sendo esses os principais.

Na fabricação dos tijolos cerâmicos de vedação são necessárias algumas etapas importantes para seu bom desempenho, umas delas como vimos é a escolha da extração da matéria prima a argila, que é realizada a céu aberto, logo em seguida é a sazonalidade, que consiste na estocagem da argila em céu aberto em determinado um tempo, depois vem a dosagem, onde é feita a quantidade de material utilizado para o lote, sendo seguida para a moldagem dos blocos e levados para a secagem, para retirar toda a água adicionada durante a moldagem e por último acontece a queima, onde o material adquire resistência mecânica, dureza, resistência à intempéries e aos agentes químicos, à uma temperatura ideal entre 900°C e 1000 °C (ROMAN, 1983).

Atualmente, um dos problemas mais enfrentados na construção civil é o alto índice de desperdício na fase executiva e a frequente ocorrência na área de patologias nas alvenarias, devido a inexistência da cultura de verificação da qualidade dos blocos cerâmicos de vedação.

Dentro das patologias existentes no mercado atual da construção civil, a falta de ensaios dos blocos cerâmicos de vedação, é o fator que afeta mais a qualidade, ocorrendo blocos com uma resistência à compressão inferior a norma especificada,

com absorção de água maior do que o especificado, além da existência de irregularidades nas dimensões e fissuração nos blocos, ocasionando um número cada vez maior de patologias em construções.

2 OBJETIVOS

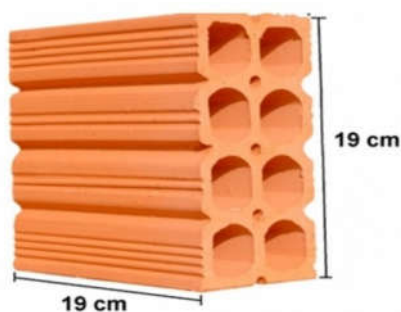
2.1 GERAL

O objetivo deste trabalho, teve como foco descrever a metodologia de avaliação da qualidade de blocos cerâmicos de vedação (Figura 1) confeccionados na região de São Gonçalo do Amarante/RN, visando entender a qualidade dos tijolos produzidos na região Op. Cit., conforme previsto pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

2.2 ESPECÍFICOS

- Averiguar as principais características técnicas dos blocos cerâmicos, tais como: largura, altura, comprimento, espessuras das paredes externas, espessura dos septos, planeza das faces, desvio de esquadro, absorção de água e resistência a compressão.
- Analisar a qualidade dos blocos cerâmicos produzidos na região de São Gonçalo do Amarante.
- Comparar os dados obtidos com os ensaios de laboratório com os resultados exigidos pelas normas da ABNT, aferindo quais fabricantes produzem blocos cerâmicos de vedação com qualidade.

Figura 1– Bloco Cerâmico De Vedação



Fonte: Bloco... (2018).

3 JUSTIFICATIVA

Em virtude da inexistência de uma cultura da comunidade da construção civil do RN, em avaliar a qualidade dos tijolos cerâmicos de vedação, viu-se a necessidade de se analisar os blocos cerâmicos da região de São Gonçalo e comparar os resultados as normas da ABNT 15270:2017, visando diminuir o número de patologias existentes com uma maior quantidade na produção dos materiais citados.

4 METODOLOGIA

Os ensaios tecnológicos foram realizados no Laboratório de materiais de construção do UNI-RN, e seguiram os modelos propostos pela ABNT.

As análises que foram realizadas levaram em consideração às dimensões (comprimento, largura, altura), espessura da parede externa, espessura dos septos, desvio de esquadro, planeza das faces, absorção de água e resistência a compressão.

Para a realização dos ensaios dos blocos cerâmicos, foi necessário seguir as seguintes normas:

A) NBR 15270-1:2017- Blocos e tijolo para alvenaria – Requisitos

B) NBR 15270-2:2017- Blocos e tijolos para alvenaria – Métodos de ensaios

As normas, necessárias para a realização da pesquisa, foram transcritas resumidamente da ABNT, focando especialmente em blocos cerâmicos de vedação.

4.1 COLETA DE MATERIAIS

As visitas e coletas das amostras de blocos cerâmicos de vedação foram escolhidos aleatoriamente no município de São Gonçalo do Amarante, durante janeiro a março de 2019, com o intuito de apresentar os resultados das amostras referente a qualidade dos blocos cerâmicos de vedação, seguindo as normas da ABNT.

Os fabricantes foram representados conforme abaixo, por ordem de visitas:

Fabricantes

A

B

C

D

Observação: Não foram avaliadas todas as cerâmicas da cidade de São Gonçalo do Amarante, por motivos de não quererem contribuir ou não quererem ser avaliadas.

Os blocos que foram analisados são exclusivamente 9x19x19 cm. Foram coletadas cerca de 32 amostras de tijolos cerâmicos de vedação cada fabricante (Figura 2), sendo que 13 para Características visuais, geométricas, resistência à

compressão, 6 amostras para o índice de absorção e o restante caso necessitasse de uma segunda amostragem.

Figura 2 - Amostras coletadas no laboratório para realização dos ensaios



Fonte: Autor (2019).

4.2 INSPEÇÃO GERAL

Antes dos ensaios, foi elaborado planilhas para a execução de cada inspeção na hora dos ensaios.

4.2.1 Identificação

No requisito identificação, foi analisado se os blocos cerâmicos de vedação possuíam em uma das faces externas, identificação do fabricante com CNPJ, dimensões, número do telefone e data de fabricação (Figura 3) conforme a NBR 15270

Figura 3 - Bloco com devidas informações



Fonte: Autor (2019).

4.2.2 Características visuais

No requisito características visuais, foi verificado se os blocos cerâmicos possuíam algum defeito sistemático (quebra, fissuras, deformações, superfícies irregulares), de acordo com as normas da ABNT, os blocos não devem apresentar defeitos sistemáticos, que impeçam o seu emprego na função especificada.

Em uma das empresas analisadas encontramos blocos com deformações, como vemos na Figura 4 abaixo.

Figura 4 - Bloco de vedação com deformação



Fonte: Autor (2019)

4.3 INSPEÇÕES ATRAVES DE ENSAIO

Os ensaios foram realizados no laboratório de materiais de construção do UNI RN, para a verificação das características geométricas, físicas e mecânicas, durante o mês de janeiro a março de 2019.

4.3.1 Características Geométricas

Em características geométricas, foram colocadas em uma superfície plana os blocos cerâmicos para verificação das 13 amostras de blocos cerâmicos em relação a medidas das faces (comprimento, largura e altura), que devem ser respectivamente, 190 ± 3 , 90 ± 3 , e 190 ± 3 , paredes externas (Figura 5) devem apresentar no mínimo 7mm, espessuras dos septos devem apresentar no mínimo 6mm (Figura 6), desvio em relação ao esquadro (Figura 7) devem ser de no máximo 3mm e planeza das faces deve apresentar fecho máxima devem ser de 3mm, de acordo com a norma.

Figura 5 - Medição das paredes externas no laboratório de materiais



Fonte: Autor (2019).

Figura 6 - Medição das espessuras dos septos no laboratório de materiais



Fonte: Autor (2019).

Figura 7 - Medição do desvio em esquadro



Fonte: Autor (2019).

4.3.2 Características Físicas

Em características físicas, foram necessárias analisar as 6 amostras de blocos cerâmicos, onde os blocos cerâmicos foram levados a estufa com temperatura a 105 °C (Figura 8), para a verificação da massa seca, após a sua temperatura estabilizar, os blocos foram imersos na água durante 24hrs, para a retirada do seu peso saturado. Na Características física, houve essa verificação para saber o índice de absorção de cada fabricante, que deve estar entre 8% a 22% de acordo com a NBR 15270-2:2017.

Figura 8 - Blocos na estufa, para obtenção da massa seca

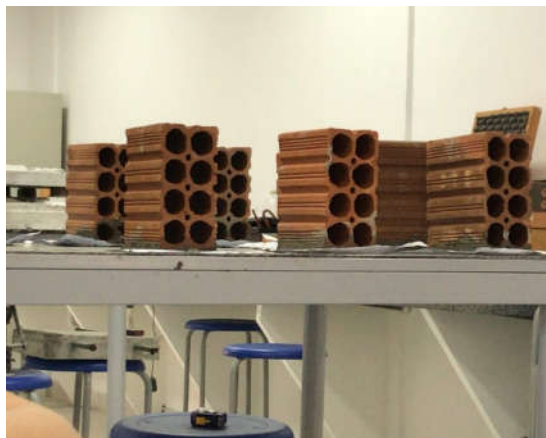


Fonte: Autor (2019).

4.3.3 Características Mecânicas

Nas características mecânicas, foram utilizadas as 13 amostras de blocos cerâmico, mas antes do ensaio a compressão, na prensa, foi preciso a realização do capeamento nos blocos (Figura 9), deixando plano e uniforme, e os blocos devem ser rompidos na condição saturada, deixando assim imersos na água, por no mínimo 6 horas antes do rompimento dos corpos de prova. Os blocos são colocados na prensa para seu rompimento (Figura 10), e seu resultado deve ser maior ou igual a 1,5 MPa conforme a norma 15270.

Figura 9 - Realização dos capeamentos nas amostras



Fonte: Autor (2019).

Figura 10 - Ensaio de compressão realizado em tijolos de vedação



Fonte: Autor (2019).

5 ESTRUTURA DO TRABALHO

- ✓ O primeiro capítulo apresenta o tema o que será abordado, através da introdução.
- ✓ O segundo capítulo apresenta os objetivos gerais e específicos.
- ✓ O terceiro capítulo define a justificativa da escolha do trabalho.
- ✓ O quarto capítulo descreve a metodologia aplicada na execução do trabalho, para constar se os blocos estão de acordo ou não com a especificações das normas das normas técnicas.
- ✓ O quinto capítulo é referente a estrutura do trabalho
- ✓ O sexto capítulo é referente a revisão bibliográfica
- ✓ O sétimo capítulo é referente a estudo de caso
- ✓ O oitavo capítulo apresenta os resultados e discussões
- ✓ O nono capítulo apresenta as conclusões
- ✓ Por fim, as referências.

6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica tem o propósito de apresentar fundações teóricas sobre blocos cerâmicos, assim como requisitos normativos para a fabricação e descrição dos seguintes ensaios: dimensões, espessura das paredes externas, desvio de esquadro, planeza das faces, absorção de água e resistência a compressão.

6.1 HISTÓRICO DA CERÂMICA

Segundo Penido e Costa (1999), o tijolo é o mais antigo material de construção feito pelo homem, sendo utilizado na construção de edificações há aproximadamente 10.000 anos. Em todos os continentes, existem construções milenares que comprovam a utilização deste material em diferentes culturas, demonstrando sua versatilidade e aceitabilidade por diversos povos ao longo do desenvolvimento da humanidade.

Na mesma época os tijolos de barro eram utilizados pelas civilizações assíria e persa. Esses povos desenvolveram tijolos secos ao sol, os adobes, e por volta de 3.000 A.C. surgiram os primeiros tijolos queimados em fornos (GOMES, 1983).

No Brasil, o uso de telhas cerâmicas e tijolos maciços ocorre desde o descobrimento. Inicialmente as telhas eram conformadas manualmente com mão-de-obra escrava, onde estas as moldavam nas suas pernas. Tal registro pode ser constatado através de antigas peças que apresentam a forma da estrutura óssea humana (ANICER, 2000).

O Brasil dispõe de importantes jazidas de minerais industriais de uso cerâmico, cuja produção está concentrada principalmente nas regiões sudeste e sul, onde estão localizados os maiores polos cerâmicos do país. No entanto, outras regiões têm apresentado certo desenvolvimento dessa indústria, em especial o nordeste, devido, principalmente, à existência de matéria-prima, energia viável e mercado consumidor em desenvolvimento. A produção do Nordeste do país representa 21% da produção nacional (ANFACER, 2012; BNB 2010).

No século XVIII, ocorreram avanços tecnológicos no processo de fabricação, que incluíram a padronização das formas e a queima em forno túnel. A introdução da energia a vapor no século XIX, conduziu a mecanização do processo cerâmico, possibilitando um controle melhor da matéria-prima, secagem mais rápida e moagem

de grãos (REED, 1995; TOMAZETTI, 2003)

As primeiras fábricas de tijolos, telhas e manilhas do Brasil, surgiram no século XVI nos estados de Pernambuco, Bahia e Santa Catarina. Essas fabricas funcionavam por processos manuais e eram responsáveis pelo fornecimento desses produtos as diversas regiões do país. O processo de industrialização da cerâmica no Brasil teve início no período de 1900 a 1940, com empresas se instalando em São Paulo e Rio de Janeiro. Próximo a este período, em 1893, a primeira grande fábrica de telhas do Brasil foi fundada em São Paulo (PRACIDELLI, 1989).

Atualmente os produtos cerâmicos são amplamente utilizados, isto ocorre devido suas características físicas, térmicas, acústicas, mecânicas, a facilidade e rapidez na execução, boa aparência, custos reduzidos quando comparado a outros métodos construtivos, e grande durabilidade pois são quimicamente estáveis (ROMAN,1983; ABIKO,1984)

A indústria artesanal de tijolos está diretamente relacionada com a construção de casas e prédios. A fabricação de tijolo vermelho cozido em fornos (septo e telhas) tem permanecido substancialmente inalterado desde os tempos antigos (VILLANUEVA et al., 2015).

6.2 ARGILAS PARA A FABRICAÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS

A argila é um material natural, terroso de granulação fina, que adquire, quando, umedecido com água, certa plasticidade. Todas as argilas são constituídas por argilominerais, que são compostos quimicamente por silicatos hidratados de alumínio e ferro contendo ainda certo teor de elementos alcalinos e alcalino-terrosos. Além dos argilominerais, as argilas contêm, geralmente, matéria orgânica, sais solúveis e partículas de quartzo, pirita, mica, calcita, dolomita e outros minerais residuais (SOUZA SANTOS, 1989).

O material argiloso apresenta em sua composição agregados de argilominerais que na presença de água, são responsáveis pelas propriedades das argilas, tais como: plasticidade, resistência mecânica a umidade, retração linear de secagem, compactação.

Os elementos básicos da argila para cerâmica vermelha são os argilominerais, que são uma mistura de caulinita, illita e/ou montmorilonita. A caulinita é o principal argilomineral componente das argilas, sendo responsável pela elevada

resistência mecânica dos produtos cerâmicos. Quando pura, e pouco utilizada por necessitar de elevadas temperaturas para adquirir melhor resistência, devendo ser misturada a outros tipos de argilas. A ilita é muito utilizada em blocos, tijolos, telhas e lajotas, sendo responsável pela coloração avermelhada dos produtos. É muito plástica, de fácil moldagem e apresenta bom desempenho na secagem. A montmorilonita, em pequenas proporções, é benéfica nas argilas para cerâmica vermelha, porque favorece a plasticidade, a fusibilidade e sinterização, e dita expansiva por absorver grande quantidade de água. Por ser muito plástica, pode ocasionar problemas na moldagem e trincas na secagem e queima (SANTOS; SILVA, 1995).

Segundo a Associação Brasileira de Cerâmica (2002), dependendo da região do país, as argilas recebem determinadas designações. Como:

- Argila de várzea – pode ser encontrada às margens de rios ou banhados. Apresenta textura terrosa, esfarelada e em torrões, granulometria fina e quando úmida elevada plasticidade, sendo empregada por isso como ligante e/ou plastificante da massa. A coloração varia do cinza ao preto e, após queima, do rosa ao vermelho. Apresenta com maior frequência impurezas como quartzo, mica e matéria orgânica, esta última quando em teores elevados, é responsável por perdas e contração do produto durante a queima.
- Argila de morro - encontrada longe de banhados e rios, apresenta textura terrosa, granular ou em blocos, desagregando-se geralmente em pequenos fragmentos. Possui baixa plasticidade, coloração natural mais clara e cor variável entre vermelha e amarelada após a queima, contendo quartzo e feldspato como impurezas além de baixo teor de matéria orgânica. Nessas argilas é muito comum a presença de seixos e cascalhos, e eventualmente de carbonatos.
- Argila tipo taguá - encontradas em camadas bastante profundas sob rios ou encostas de morros. Caracteriza-se por camadas delgadas e muito duras de materiais argilosos de cores variadas, com predominância do vermelho e do cinza. Sua extração exige máquinas potentes e às vezes detonações por dinamite, devendo o material ser seco e moído antes de entrar na linha de processamento.

As argilas utilizadas para a fabricação tijolos cerâmicos são geralmente argilas quaternárias e as vezes terciárias, encontradas nas margens de rios, lagos ou várzeas, ricas em ferro e álcalis, de granulometria fina e contendo apreciável teor e matéria orgânica, fatores responsáveis pela plasticidade e levada. A composição mineralógica dessas argilas é de uma mistura de caulinita com ilita ou montmorilonita ou desses minerais em camadas mistas, além de teor apreciável de ferro na forma de hidróxidos férricos (SOUZA; SANTOS, 1989).

A qualidade da matéria-prima é fundamental para o sucesso do produto final. Nesse contexto, deve-se evitar uma argila menos plástica, conhecida por “argila fraca

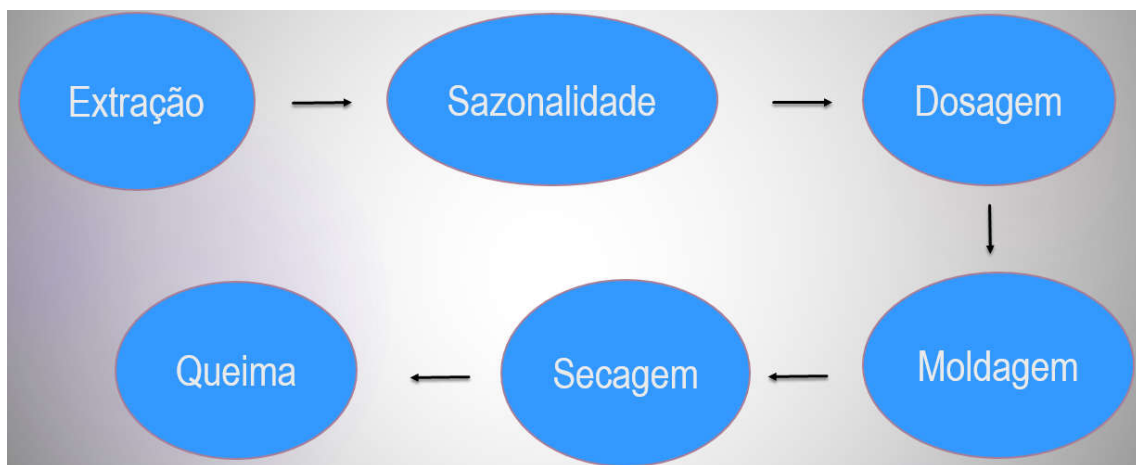
ou magra”, o que pode ser solucionado no momento da compra da matéria-prima ou posteriormente, a partir da adição de outra argila para homogeneização.

Para a fabricação de tijolos, as argilas devem ser moldadas facilmente e ter valor médio ou elevado para a tensão ou módulo de ruptura à flexão, antes e após a queima. Costumam apresentar coloração vermelha após a queima em temperatura de 950°C, com um mínimo de trincas e empenamentos. Elevados teores de ferro divalente, elementos alcalino-terrosos são prejudiciais pelo fato de causar uma excessiva retração, reduzir a faixa de vitrificação e causar colorações indesejáveis (SOUZA; SANTOS, 1989).

6.3 PRODUÇÃO DOS TIJOLOS CERÂMICOS

O Processo de fabricação dos tijolos cerâmicos de vedação (Figura 11) é constituído pelas etapas: extração da argila, sazonalidade, dosagem, moldagem, secagem, queima do produto e estocagem.

Figura 11 - Fluxograma do processo de fabricação dos blocos cerâmicos



Fonte: Autor (2019)

6.3.1 Extração das matérias primas

Grande parte das argilas brasileiras está depositada nas bacias dos rios. Neste caso, a extração é a céu aberto. O plano de extração deve prever a remoção, a disposição dos estéreis, a formação de bancos de extração que assegurem economia no transporte, a drenagem da água, a segurança no trabalho e o

aproveitamento completo da jazida. (SILVA, 2009).

Para a extração das argilas são utilizadas máquinas como retroescavadeira (figura 12) ou escavadeiras, que transportam as argilas até os pátios de estocagem.

Figura 12 – Retroescavadeira extraindo argila da natureza



Fonte: Silva (2009).

6.3.2 Sazonalidade

Após a extração acontece o transporte e estocagem a céu aberto da cerâmica (Figura 13), chamada de sazonalidade, geralmente esse período em que a cerâmica fica estocada varia de alguns meses a anos, que vai de acordo com a empresa ou o tipo de cerâmica utilizada. Nesse período em que a cerâmica fica armazenada acontece o intemperismo que alivia as tensões dos blocos, melhora a plasticidade e a trabalhabilidade, homogeneíza a umidade e lixívia os sais solúveis (CARVALHO, 2001).

O processo de sazonalidade facilita a moldagem por extrusão, evitando o inchamento de peças após a moldagem, com a ocorrência de deformações, trincas e rupturas das peças no processo de secagem, e o desenvolvimento de gases no processo de cozimento (SANTOS; SILVA, 1995).

Figura 13 - Estocagem da argila a céu aberto



Fonte: Autor (2019).

6.3.3 Dosagem

Após o sazonamento, as matérias primas são transportadas para o caixão alimentador, onde é feita a dosagem de quantidade de material necessário para dar entrada na linha de produção. A mistura dosada é conduzida aos desintegradores, onde os grandes blocos de argila são desintegrados e as pedras, quando existirem, são separadas. O material desagregado é transportado para o misturador (Figura 14), onde se inicia a homogeneização, sendo adicionado água quando necessário. Logo após, a mistura é transferida para o laminador (Figura 15), quem tem a função de ajustar a granulometria, completar a homogeneização e cortar a massa em laminas (ABC, 2002).

O intuito da preparação da argila e da massa é obter, uma mistura homogênea, com aspecto constantes e umidade adequada para o determinado método utilizado.

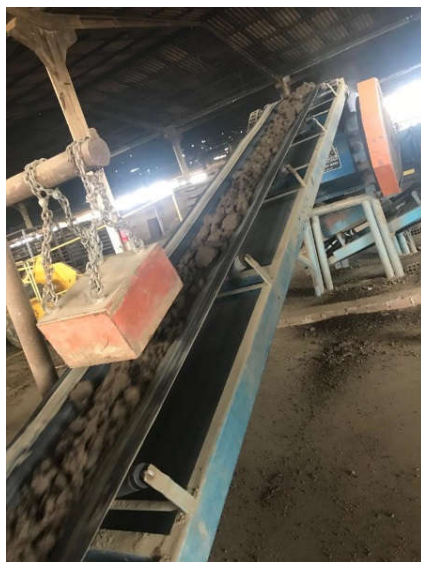
As argilas devem ser dosadas a fim de apresentarem plasticidade máxima, quando úmida, máxima resistência, quando secas ou queimadas e mínima retração durante a secagem, nas indústrias de cerâmica vermelha é frequente, por esses motivos, a mistura de argilas duras (ilitas) com argilas plásticas (argilas de várzeas) (IOSHIMOTO E THOMAZ, 1990).

Figura 14 - Argila no misturador



Fonte: Autor (2019).

Figura 15 - Argila no laminador a caminho máquina extrusora



Fonte: Autor (2019).

6.3.4 Moldagem

Nesta etapa da moldagem, a argila possui a forma a ser adquirida, por meio da extrusão, onde é responsável em dar a forma a massa plástica e rígida.

A moldagem por extrusão se dá na extrusora, ou maromba (Figura 16), onde a massa em lâminas é extrusada na forma de uma coluna, com seção variável de acordo com a boquilha acoplada a máquina. A coluna é então seccionada nas dimensões adequadas ao tipo de produto desejado, tais como tijolos maciços e furados (ABC, 2002).

Figura 16 – Máquina extrusora



Fonte: Autor (2019).

6.3.5 Secagem

Após saírem da extrusora com o aspecto desejado os produtos são encaminhados a galpões nos quais será efetuada a secagem dos mesmos, esta pode ser de maneira natural (Figura 17), sendo em galpões ao ar livre ou artificial, em câmaras de secagem ou estufas, esta etapa é responsável pela redução da umidade que em geral é de 20% a 30% para menos de 3%. O ideal seria que a umidade das peças fosse inferior a 1%, uma vez que se for acima de 3% requererá um cuidado superior em sua queima, principalmente no estágio de aquecimento desta, para que não haja, ao final, deformações das peças, lascas ou quebras (SANTOS; SILVA, 1995).

A secagem natural é um procedimento que aproveita as condições climáticas, sendo elas: temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa do ar e temperatura da água.

Figura 17 – Secagem natural



Fonte: Pessoa (2004).

A secagem artificial (Figura 18) é utilizada na época de chuva, realizada de forma lenta e gradual, em ambientes ventilados, com verificação de taxa de aquecimento, ventilação e umidade relativa do ar.

Segundo Roman (1983), a secagem consiste na retirada de toda água adicionada à peça durante a moldagem. Uma vez seco, o tijolo deve adquirir consistência suficiente que permita o manuseio, transporte, empilhamento no forno e estar em condições de resistir às transformações físicas, químicas que ocorrem no processo de queima.

A secagem deve ser realizada de forma criteriosa e eficiente, pois falhas nesta etapa são grandes causadores das deformações e fissuras que as peças podem vir a

apresentar (ROMAN, 1983).

Figura 18 – Secagem artificial



Fonte: Senai-SP (2007).

6.3.6 Queima

Após a secagem, as peças são transportadas para o forno, onde são calcinadas em altas temperaturas, que através de transformações físico-químicas, altera as propriedades mecânicas, cor e dimensões da peça. A temperatura de queima é da ordem de 750 a 900°C para tijolos, e de 900 a 950°C para telhas. A etapa de queima é realizada em fornos, cuja concepção térmica e os combustíveis empregados possuem grande variedade (BACCELLI JÚNIOR, 2010).

A queima é uma das etapas mais importantes do processo de fabricação, já que dela depende grande parte das características do produto cerâmico: Resistência mecânica, estabilidade dimensional, resistência ao fogo, entre outras (SEBRAE, 2004).

Para Van Vlack (1973), a finalidade da queima é aglomerar as películas formando uma massa coerente pela sinterização, que traz como consequência ao produto cerâmico a redução da sua área específica total, redução no volume aparente total e aumento da resistência mecânica.

Os tipos de fornos utilizados no Brasil para que a queima seja efetuada, são os mais diversos, dividem-se em: intermitentes (chama reversível, abóboda, paulistinha, plataforma), semicontínuos (Hoffmann) e contínuos (túnel), e possuem variados níveis de eficiência (TAPIA et al., 2005).

O aquecimento e resfriamento devem acontecer de acordo com cada material,

ou seja, alguns necessitam de mais outros de menos tempo. Ela ressalta que se esse aquecimento for lento poderá acarretar em grande consumo energético, por outro lado, se for muito rápido, embora gaste menos combustível, não terá a qualidade desejada (PETRUCCI,1980).

Segundo Roman (1983), os fornos mais utilizados em cerâmica vermelha são os intermitentes e os contínuos. A temperatura ideal de queima está entre 900°C e 1000°C é importante um rígido controle de aquecimento até atingir a temperatura máxima desejada, para evitar o aparecimento de defeitos ou inutilização do produto. Normalmente o tempo necessário é de 10-30 horas para o aquecimento (730 °C a 870 °C), 6-8 horas de temperatura máxima (900 °C a 1100 °C) e 6-25 horas para resfriamento (estágios de aproximadamente 50 °C).

O forno intermitente (Figura 19) é o tipo mais antigo de forno e é o mais usado por pequenas e médias indústrias cerâmicas. O processo de queima consiste em carregar a forno, queimar até a temperatura da estabilização, resfriar e, então retirar as peças. Este ciclo pode variar para até um mês para fornos de grande produção (FONSECA *et al.*, 1994).

O forno contínuo é o mais moderno (Figura 20), que são utilizadas por grandes indústrias cerâmicas. No processo da queima, as peças são colocadas em vagões que se movimentam ao longo do forno, é subdividido em 3 zonas: pré-aquecimento, onde a temperatura chega a atingir 600°C; a queima, onde atinge a temperatura máxima, onde é mantida por um determinado tempo; e a zona de resfriamento, onde as peças são resfriadas lentamente pelo ar que entra no forno.

Figura 19 - Forno abóboda



Fonte: Associação Nacional da Indústria Cerâmica (Anicer)

Figura 20 - Forno túnel



Fonte: Autor (2019).

Figura 21 - Tijolos na zona de pré-aquecimento



Fonte: Autor (2019).

6.3.7 Estocagem

Após a queima e antes da estocagem, os produtos cerâmicos devem sofrer um criterioso processo de seleção, onde são eliminadas as peças com defeitos, como fissuras, empenos e mal queimadas (IOSHIMOTO; THOMAZ, 1990).

Segundo Ripper (1995), a estocagem de tijolos, blocos, e telhas, devem ser

feitas em superfície plana, limpa e livre de umidade. Os tijolos e blocos devem ser estocados em pilhas com altura máxima de 1,80 m, os blocos empilhados com os furos na posição vertical e as telhas armazenadas verticalmente. Os produtos devem ser protegidos contra chuva, sendo recomendável que as pilhas sejam cobertas com lonas.

6.4 REQUISITOS DE DESEMPENHO DA NORMA 15270

Atualmente, com a competitividade, globalização e exigências cada vez mais crescentes do mercado (código de defesa do consumidor), a normalização é utilizada cada vez mais como um meio para se alcançar a redução de custo da produção e o do produto final, mantendo ou melhorando sua qualidade (ABNT, 2002).

Recentemente Associação Brasileira de Normas Técnicas atualizou a nova norma que é a 15270-1:2017 componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria: requisitos e a NBR 15270-2:2017 componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria: Métodos de ensaio, essas normas revisam as normas NBR 15270-1:2005 e 15270-2:2005 e cancelam as demais normas referentes a cerâmicas, porém os parâmetros de avaliação dos ensaios não foram modificados.

A Norma 15270-1:2017 especifica os requisitos dimensionais, propriedades físicas e mecânicas de blocos e tijolos cerâmicos, estabelecendo os critérios para verificação e aceitação dos blocos e tijolos cerâmicos fornecidos para a execução das obras de alvenaria e a Norma 15270-2:2017 especifica métodos para a execução dos ensaios dos blocos e tijolos cerâmicos estruturais e de vedação.

6.4.1 Identificação

De acordo com a NBR 15270-1:2017, os blocos cerâmicos de vedação devem trazer gravada, em uma das suas faces externas, a identificação do fabricante e do bloco ou tijolo em baixo relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso, com no mínimo as seguintes informações: identificação do fabricante com CNPJ; dimensões nominais, em centímetros, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L × H × C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida, em centímetros; indicação de

rastreabilidade: lote ou data de fabricação; telefone do serviço de atendimento ao cliente ou correio eletrônico ou endereço do fabricante.

6.4.2 Unidade de comercialização

Para fins de comercialização, a unidade é o milheiro. (Mil peças)

6.4.3 Características visuais

De acordo com a norma 15270-1, os blocos cerâmicos de vedação:

- Não devem apresentar defeitos sistemáticos, tais como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu emprego na função especificada.
- As características visuais dos blocos cerâmicos face-à-vista devem atender aos critérios de avaliação da aparência especificados.

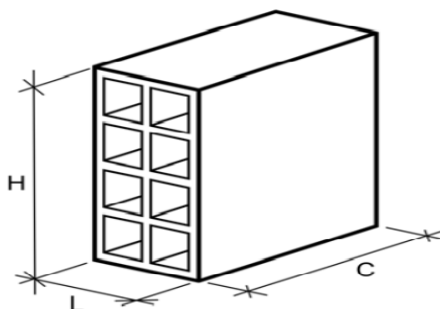
6.4.4 Características Geométricas

6.4.4.1 Forma

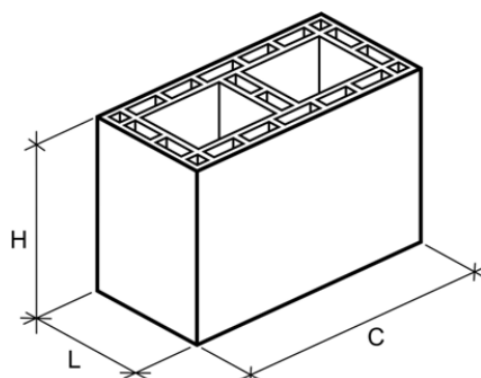
Os blocos de vedação devem possuir a forma prisma reto, sendo sua geometria indicada esquematicamente, conforme as (figuras 22 e 23) abaixo.

Notas: O bloco cerâmico para vedação é produzido para ser usado especificamente com furos na horizontal, como representado esquematicamente na (figura 22)

Figura 22 – Bloco de vedação com furos horizontal



Fonte: ABNT (2017).

Figura 23 – Bloco de vedação com furos na vertical

Fonte: ABNT (2017).

6.4.4.2 Dimensões de fabricação

As dimensões de fabricação dos blocos devem seguir conforme a (tabela 1), sendo admitida uma variação máxima individualmente para cada face de até 5mm.

Tabela 1 – Dimensões de fabricação

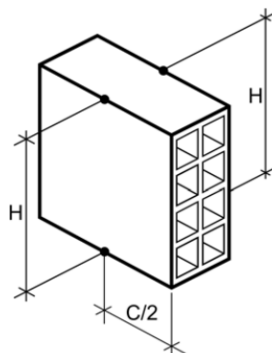
Dimensões L x H x C Módulo Dimensional M = 10 cm	Dimensões de fabricação cm			
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)	
			Bloco principal	1/2 Bloco
(1) M x (1) M x (2) M	9	9	19	9
(1) M x (1) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x (2) M		14	19	9
(1) M x (3/2) M x (5/2) M			24	11,5
(1) M x (3/2) M x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

Fonte: ABNT (2017).

6.4.4.3 Medidas das faces – Dimensões efetivas

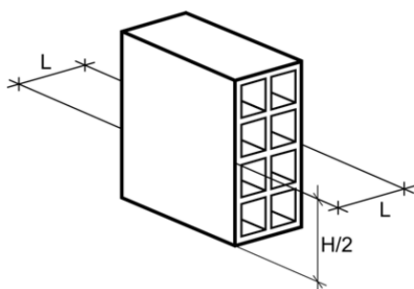
Na execução nos ensaios, os blocos devem ser colocados sobre uma superfície plana e indeformável, para a verificação dos valores de largura (L), altura (H) e comprimento (C) são realizados fazendo as medições (figura 24,25 e 26) abaixo

Figura 24 – Locais para medição da altura (H) do bloco



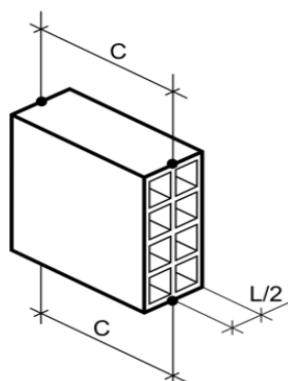
Fonte: ABNT (2017).

Figura 25 – Locais para a medição da largura (L) do bloco



Fonte: ABNT (2017).

Figura 26 – Locais para a medição do comprimento (C) do bloco



Fonte: ABNT (2017).

6.4.4.4 Espessuras dos septos e paredes externas

A espessura dos septos dos blocos de vedação deve ser de no mínimo 6mm, e a das paredes externas de no mínimo 7mm.

6.4.4.5 Desvio em relação ao esquadro

O desvio em relação ao esquadro para o bloco cerâmico de vedação, deve ser de no máximo 3mm.

6.4.4.6 Planeza das faces

A fecha máxima de 3mm nos blocos cerâmicos de vedação.

6.4.5 Características físicas

Na característica física vai ser verificada o índice absorção de água, que não deve ser inferior a 8% nem superior a 22%.

6.4.6 Características mecânica

A característica mecânica dos blocos cerâmicos de vedação é a resistência à compressão individual, que é calculada pela área bruta do bloco, deve atender aos valores mínimos indicados na (Tabela 2). Para tijolos de vedação na horizontal deve ser maior ou igual a 1,5 Mpa, e com furos na vertical, deve ser maior ou igual a 3 Mpa.

Tabela 2 – Resistência à compressão

Posição dos furos	f_b MPa
Para blocos usados com furos na horizontal (figura 1)	$\geq 1,5$
Para blocos usados com furos na vertical (figura 2)	$\geq 3,0$
NOTA Ver anexo C da ABNT NBR 15270-3:2005.	

Fonte: ABNT (2017).

6.5 INSPEÇÕES, ACEITAÇÕES E REJEIÇÕES DOS LOTES

De acordo com a NBR 15270-1:2017, o local de aplicação das inspeções deve ser previamente acertado entre fornecedor e comprador. O lote deve ter no máximo 100.000 blocos por fabricação.

Em cada lote deve ser inspecionado e realizados ensaios para a execução da inspeção geral conforme a norma.

Na identificação, item 6.4.1 acima, devem ser verificados por amostragem simples (com 13 amostras de corpos de prova), sendo que o não atendimento em qualquer corpo de prova é suficiente para a rejeição do lote.

Na característica visual, item 6.4.3 acima, é verificada por dupla amostragem, sendo 13 amostras de corpos de prova, para a primeira amostragem e as outras 13 para a segunda amostragem, sendo a aceitação ou rejeição definida conforme a (tabela 3):

Tabela 3 - Aceitação ou rejeição para características visuais

Nº de blocos constituintes		Unidades não-conformes			
		1ª amostragem		2ª amostragem	
1ª amostragem	2ª amostragem	Nº de aceitação	Nº de rejeição	Nº de aceitação	Nº de rejeição
13	13	2	5	6	7

Fonte: ABNT (2017).

Na determinação das características geométricas, item 6.4.4 acima verificação é adotada por amostragem simples, constituídas por 13 corpos de prova, a aceitação ou rejeição é conforme a (tabela 4), a seguir

Tabela 4 - Aceitação ou rejeição por ensaio das características geométricas

Nº de blocos constituintes	Unidades não-conformes	
Amostragem simples	Nº para aceitação do lote	Nº para rejeição do lote
13	2	3
NOTA Esta tabela não se aplica ao item área bruta.		

Fonte: ABNT (2017).

Na característica física, o índice de absorção d'água é único ensaio que muda a quantidade de amostras, que a sua amostra é composta por de seis corpos de provas, sendo o lote a considerar conforme a (tabela 5)

Tabela 5 - Aceitação ou rejeição por ensaio de índice de absorção d'água

Nº de blocos constituintes	Unidades não-conformes	
	Nº para aceitação do lote	Nº para rejeição do lote
6	1	2

Fonte: ABNT (2017).

Características mecânicas, a verificação é adotada por amostragem simples, constituídas por 13 corpos de prova, sendo a aceitação ou rejeição determinada conforme a (tabela 6)

Tabela 6 - Aceitação ou rejeição por ensaio de resistência a compressão

Nº de blocos constituintes	Unidades não-conformes	
	Nº para aceitação do lote	Nº para rejeição do lote
13	2	3

Fonte: ABNT (2017).

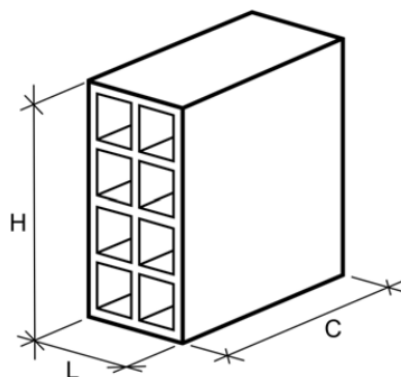
6.6 MÉTODOS DE ENSAIO

Esta parte da ABNT NBR 15270-2:2017, estabelece quais são as inspeções e os métodos para a execução dos ensaios dos blocos cerâmicos de vedação. O procedimento para cada determinação das características geométricas, física e mecânica será descrita a seguir.

6.6.1 Características geométricas

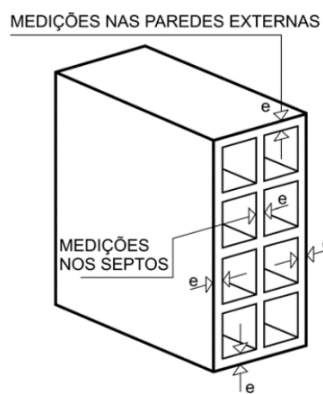
Serão realizadas as inspeções com um paquímetro em cada direção, para determinar as medidas das faces, largura (L), altura (H) e comprimento (C) (Figura 28) dos blocos cerâmicos de vedação como abaixo:

Figura 27 – Medidas da face do bloco de vedação



Fonte: ABNT (2017).

Figura 28 – Medições da espessura das paredes externas e septos

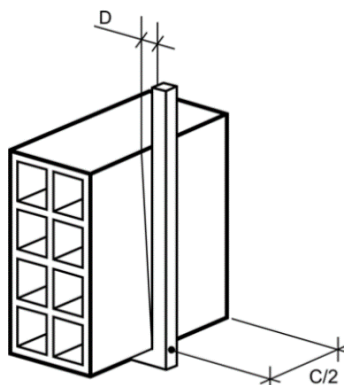


Fonte: ABNT (2017).

A espessuras das paredes externas deve ser medidas nos pontos indicados na (Figura 29), buscando o ponto onde a parede apresenta a menor espessura. As medições das espessuras dos septos devem ser obtidas na região central (Figura 28), utilizando no mínimo quatro medições, buscando os septos de menor espessura. Caso o bloco apresente ranhuras, a medições deve ser feita no interior destas.

Na determinação do desvio em relação ao esquadro, deve-se medir o desvio ao esquadro entre uma das faces destinadas ao assentamento e a maior face destinada ao revestimento do bloco (Figura 29), logo após, medindo a diferença com a régua metálica.

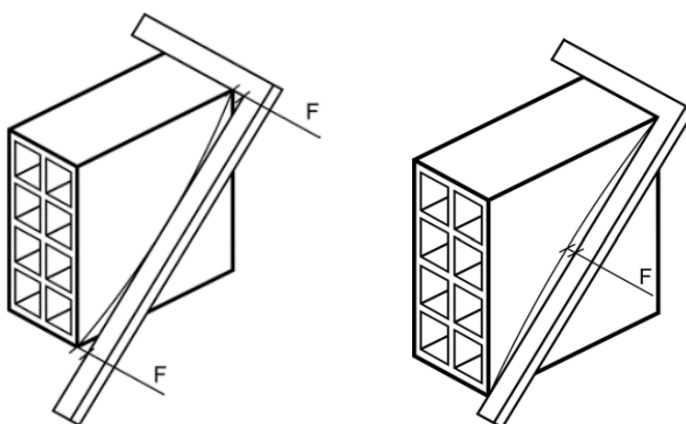
Figura 29 – Desvio em relação ao esquadro



Fonte: ABNT (2017).

Para determinar a planeza das faces (Figura 30), será realizada com esquadro metálico e uma régua metálica, da fecha formada na diagonal da face destinada ao revestimento.

Figura 30 – Planeza das faces



Fonte: ABNT (2017).

6.6.2 Características físicas

Na determinação das características físicas, serão analisadas o índice de absorção d'água, de acordo com a NBR 15270-2:2017, compreendendo os seguintes processos:

- Limpeza dos corpos de prova, retirando partículas soltas;
- Secagem na estufa à uma temperatura de $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$;

- Determinação da massa individual, em intervalo de 1 hora, até em que as duas pesagens consecutivas difiram em no máximo 0,25%, resultando na massa seca (m_s);
- Deixar os corpos de prova durante 2 horas imersos em um recipiente de água e aquecê-la até entrar em ebulição.
- Resfriamento até a água atingir a temperatura ambiente, retirando os corpos de prova e colocando na bancada para acontecer o escoamento do excesso de água.
- Remoção do excesso de água com auxílio de um pano limpo e úmido.
- Medição da massa úmida (m_u), é determinada pela pesagem de cada corpo de prova saturado (Figura 31) e devem ser expressas em gramas.

O índice de absorção d'água é determinada pela equação:

Equação 1 - Formula do Índice de absorção

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

Fonte: ABNT (2017).

Onde m_u representa a massa úmida e m_s a massa seca de cada corpo de prova, e AA representa o índice de absorção d'água em porcentagem.

Figura 31 - Pesagem do corpo de prova saturado



Fonte: Autor (2019).

6.6.3 Características mecânicas

Antes da realização dos ensaios a resistência a compressão, já deve ter sido realizado o ensaio de índice de absorção, devendo seguir alguns procedimentos:

- Medição da largura (L), altura (H) e comprimento (C) dos blocos, para a obtenção da área bruta (L x C) conforme as Figuras (25,26 e 27).
- Regularização das faces dos corpos de provas, para realização do capeamento, devendo ser utilizadas pastas de cimento ou argamassas com resistências superiores às resistências da área bruta;
- O capeamento deve apresentar-se plano e uniforme (Figura 32), não sendo permitido, remendos e sua espessura não deve exceder 3mm;
- Os blocos devem ser ensaiados na condição saturada;
- Os blocos devem ser colocados na prensa (Figura 34) de modo que a carga seja aplicada na direção do esforço que o bloco deve aguentar o seu emprego (Figura 34), sempre perpendicular ao comprimento e na face destinada ao assentamento;

De acordo com a norma, resistência à compressão de cada corpo-de-prova, expressa em megapascals (Equação 2), com aproximação decimal, obtida dividindo-se a carga máxima, expressa em newtons, observada durante o ensaio, pela média das áreas brutas das duas faces de trabalho de cada bloco, expressa em milímetros quadrados.

Equação 2 - Formula de resistência a compressão

$$T = \frac{F \times 1000}{(B \times H)} \times 0,0980665$$

Fonte: Autor (2019).

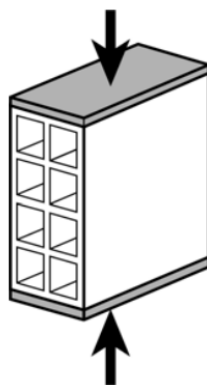
Na prensa do laboratório de UNI RN (Figura 35), foi dada em tonelada força, onde foi necessário a transformação para Kgf/cm² e em seguida para Mpa, multiplicando pela constante 0,0980665. Conforme a equação 2.

Figura 32 - Corpos de provas capeados no laboratório do UNI RN



Fonte: Autor (2019).

Figura 33 - Compressão axial do corpo de prova



Fonte: ABNT (2017).

Figura 34 - Ensaio de compressão do tijolo de vedação



Fonte: Autor (2019).

7 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso todo, foi com base na NBR 15270:2017, partindo de ensaios laboratoriais, sendo um estudo comparativo das propriedades visuais, geométricas, físicas e mecânicas com os blocos cerâmicos de acordo com a norma. Teve a finalidade de verificar a qualidade de cada propriedade dos blocos, comparando os resultados obtidos com os exigidos.

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 INSPEÇÃO GERAL

8.1.1 Identificação

Como vimos no item 6.4.1 acima, os blocos cerâmicos devem apresentar em umas das suas faces, seus nomes gravados. Na verificação dos blocos cerâmicos foi constatado que apenas uma marca de cerâmica, sendo ela, a cerâmica “C”, foi reprovada pelo fato de não apresentar a identificação do fabricante e dimensões, em pelo menos um dos 13 blocos verificados. Já as demais fabricantes foram aceitas conforme a (tabela 7)

Tabela 7 - Números de unidades não conformes

Fabricantes	Unidades não conformes
A	0
B	0
C	5
D	0

Fonte: Autor (2019).

8.1.2 Características visuais

Os fabricantes “A” e “D”, apresentaram não conformidade em 2 blocos cerâmicos, assim estando dentro do limite da norma e foram aceitos.

O Fabricante “B” não apresentou nenhum defeito, sendo aceito e o fabricante “C” apresentou não conformidade em apenas 1 bloco cerâmico, sendo aceito, conforme a tabela 8.

Tabela 8 - Números de deformações de características visuais

Fabricantes	Nº de deformações
A	2
B	0
C	1
D	2

Fonte: Autor (2019)

8.2 INSPEÇÕES ATRAVÉS DE ENSAIOS

Os ensaios foram realizados no laboratório de materiais de construção do UNIRN, para a verificação das características geométricas, físicas e mecânicas, durante o mês de janeiro a março de 2019.

8.2.1 Características Geométricas

8.2.1.1 Medidas das faces (comprimento, largura, altura)

Em relação ao comprimento, os fabricantes “A” e “D” foram aceitos (Tabela 9), pois apresentaram média, conforme a norma que deve estar entre $190 \pm 3\text{mm}$. Já o fabricante “B” foi rejeitado por apresentar média fora dos limites normativos e o fabricante “C” por apresentar não conformidade em 3 peças, assim sendo rejeitado.

Em relação a largura, de acordo com a norma deve apresentar largura $90 \pm 3\text{mm}$. Todos os fabricantes aceitos foram no requisito a largura de acordo com a norma.

Tabela 9 - Média das características geométricas

FABRICANTES	MEDIDAS DAS FACES	Nº de peças não conformes	MÉDIA
A	Comprimento	1	188,73
	Largura	1	89,03
	Altura	0	188,35
B	Comprimento	10	186,2
	Largura	1	89,3
	Altura	13	182,8
C	Comprimento	3	191,69
	Largura	0	89,58
	Altura	0	189,69
D	Comprimento	0	189,46
	Largura	0	89,08
	Altura	0	189,69

Fonte: Autor (2019).

Em relação à altura, de acordo com a norma deve apresentar altura $190 \pm 3\text{mm}$. O fabricante “B”, foi reprovado por apresentar a média baixíssima de acordo com os limites normativos. As demais marcas foram aceitas de acordo com a norma. (Tabela 9)

8.2.1.2 Espessuras das paredes externas, septos, desvio de esquadro e planeza das faces

Em relação as paredes externas, de acordo com a norma deve apresentar no mínimo 7mm, com número de aceitação sendo duas amostras. Apenas uma empresa foi aprovada, foi o fabricante “C”, que não apresentou nenhuma conformidade, conforme a (tabela 10) a cima. O fabricante “A” apresentou não conformidade em mais de duas peças, sendo assim rejeitado. Já os fabricantes “B” e “D”, foram reprovados, por ficarem a baixo da média conforme a norma.

Já em relação a espessuras dos septos (Figura 35), de acordo com a norma deve apresentar no mínimo 6mm, com número de aceitação sendo duas amostras. Todas as empresas foram aprovadas, de acordo com a norma por estarem dentro do limite de aceitação do lote que é até 2 amostras.

Tabela 10 - Ensaio das características geométricas

FABRICANTES	MEDIDAS DAS FACES	Nº DE PEÇAS NÃO CONFORMES	MÉDIA
A	Paredes externas	7	7
	Septos	1	6,44
	Desvio de esquadro	0	0,09
	Planeza das faces	2	1,77
B	Paredes externas	9	6,8
	Septos	2	7,1
	Desvio de esquadro	0	0,46
	Planeza das faces	1	0,77
C	Paredes externas	0	8,1
	Septos	0	8
	Desvio de esquadro	4	1,7
	Planeza das faces	3	2,4
D	Paredes externas	8	6,81
	Septos	2	6,41
	Desvio de esquadro	0	0,15
	Planeza das faces	1	1,23

Fonte: Autor (2019).

Em relação ao desvio de esquadro e a planeza das faces, de acordo com a norma os dois requisitos devem apresentar no máximo 3mm, com número de aceitação sendo duas amostras. Fabricante “C” apresentou não conformidades em 4 peças, sendo assim rejeitada. Os demais fabricantes foram aceitos.

Nas amostras avaliadas nenhuma das empresas atenderam a norma totalmente, as empresas apresentam não conformidades em paredes externas, desvio de esquadro, planeza das faces, na altura e comprimentos dos blocos. Assim no requisito características geométricas, foram reprovadas.

Figura 35 - Medição das espessuras dos septos no laboratório de materiais



Fonte: Autor (2019).

8.2.2 Características Físicas

No índice de absorção de água, os fabricantes “A”, “B” e “D”, apresentaram o índice de absorção de água entre 8% a 22%, de acordo com a norma, que estabelece que o índice de absorção de água deve estar entre 8% a 22%, sendo assim esses fabricantes ficaram dentro dos limites normativos, conforme a (tabela 11)

O fabricante “C”, apresentou em duas amostras, o resultado inferior a 8% a norma, sendo assim reprovado de acordo com a NBR.

Tabela 11 - Resultados do índice de absorção d'água

Fabricantes	Amostras de absorção de água (%)						Nº não conformes
	1	2	3	4	5	6	
A	8,27	8,1	9,75	8,17	8,38	8,59	0
B	11,06	9,46	10	10,68	10,41	10,36	0
C	7,28	4,32	10,5	8,33	10,72	9,71	2
D	9,07	9,06	8,8	8,96	9,18	8,91	0

Fonte: Autor (2019).

Com os resultados obtidos, conseguimos uma média dos fabricantes em relação ao índice de absorção d'água, que foram:

Empresa **A**: 8,54%

Empresa **B**: 10,33%

Empresa **C**: 8,48%

Empresa **D**: 9,00%

8.2.3 Características Mecânicas

No ensaio à compressão foi realizado em todos os fabricantes, para a avaliar a resistência de cada.

Os fabricantes “A”, “B” e “D” foram rejeitados, por apresentarem em todas as amostras resultados inferiores a 1,5 MPa.

O fabricante “C” apresentou resistência a compressão em 11 amostras, com resultados inferiores a 1,5 MPa, sendo assim rejeitado, conforme a (tabela 12)

Tabela 1212 - Resultados do ensaio de compressão

Fabricantes	Amostras de resistência à compressão (Mpa)													Nº não conformes
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A	0,15	0,42	0,36	0,19	0,46	0,18	0,18	0,41	0,39	0,42	0,22	0,36	0,28	13
B	0,36	0,35	0,28	0,30	0,65	0,43	0,12	0,28	0,37	0,44	0,10	0,40	0,25	13
C	0,77	0,38	1,85	0,80	1,50	0,68	0,45	1,02	0,71	1,07	1,41	0,47	1,12	11
D	0,08	0,44	0,40	0,23	0,57	0,56	0,29	0,68	0,48	0,49	0,45	0,46	0,79	13

Fonte: Autor (2019).

Com os resultados obtidos, conseguimos uma média dos fabricantes em relação ao ensaio de compressão, que foram:

Empresa **A**: 0,31 MPa

Empresa **B**: 0,33 MPa

Empresa **C**: 0,94 MPa

Empresa **D**: 0,46 Mpa

8.3 RESULTADOS GERAL DOS ENSAIOS

A tabela abaixo mostra o resultado geral das empresas, apresentando a não conformidade em cada uma, em relação a NBR 15270.

As empresas “A”, “B” e “D” apresentaram 40% dos ensaios realizados rejeitados, conforme a norma NBR 15270. A empresa “C” apresentou 80% dos ensaios rejeitados.

Tabela 13 - Resultado geral dos ensaios

ENSAIOS	FABRICANTES			
	A	B	C	D
Identificação	Aceito	Aceito	Rejeitado	Aceito
Características Visuais	Aceito	Aceito	Aceito	Aceito
Características Geométricas	Rejeitado	Rejeitado	Rejeitado	Rejeitado
Características Físicas	Aceito	Aceito	Rejeitado	Aceito
Características Mecânicas	Rejeitado	Rejeitado	Rejeitado	Rejeitado

Fonte: Autor (2019).

9 CONCLUSÕES

Os ensaios realizados mostraram que 100% das empresas avaliadas de São Gonçalo do Amarante apresentaram alguma não conformidade nas peças. Sendo elas, em relação a identificação, 25 % das empresas foram rejeitadas. Sendo aceita, apenas em características visuais, com 100%.

Já em relação a inspeção através de ensaios, foram todas as empresas rejeitadas, tendo como resultados: características geométricas com 100%, características físicas com 25% e características mecânicas com 100%.

Com os resultados obtidos ficou clara a falta de qualidade de maneira geral dos tijolos cerâmicos de vedação e também as falhas na produção dos blocos cerâmicos nas olarias. Com isso se confirma a necessidade dos fabricantes aderirem as NBR 15270-1 e 15270-2:2017 em seus estabelecimentos, para a melhoria da qualidade dos blocos cerâmicos de vedação, pois os mesmos apresentam patologias e como não obedecem a norma não deveriam estar sendo comercializados exemplificando a inexistência de fiscalização e existência da não preferência por empresas qualificadas pelo programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (**PBQP-H**), que obedecem as normas e sim a preferência por empresas não qualificadas, que desobedecem as normas prevalecendo o preço à qualidade, aumentando cada vez mais as patologias nesta área da construção civil.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. A influência do formato de blocos cerâmicos em sua resistência mecânica. **Revista Cerâmica**, n. 170, p. 61-64, fev. 1984.

ANFACER. **Perfil da produção.** Disponível em: <
<http://www.anfacer.org.br/principal.aspx?tela=uctelaconteudos&idMenu=80>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Cerâmica no Brasil - Anuário Brasileira de Cerâmica.** São Paulo: Associação Brasileira de Cerâmica, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS. **NBR 15270-1:** Componentes cerâmicos Parte 1: Blocos e tijolos para alvenaria de vedação - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS. **NBR 15270-2:** Componentes cerâmicos Parte 2: Blocos e tijolos para alvenaria de vedação –Métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA (ANICER). **Blocos Cerâmicos:** Manual técnico. Porto Alegre, 2000.

BACCELLI JÚNIOR, G. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Seridó - RN.** 2010. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010. Disponível em:
<<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15624>>. Acesso em: 23 nov. 2018.

BLOCO CERÂMICO VEDAÇÃO 9x19x19. **4B Cerâmica**, 2018. Disponível em:
<<http://ceramica4b.com.br/produtos/bloco-ceramico-vedacao-9x19x19>>. Acesso em: 24 set. 2018.

BRASIL. Instituto nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). **Bloco Cerâmico (Tijolo)**, [2001]. Disponível em:
<<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>>. Acesso em: 24 set. 2018.

CARVALHO, O. O. et al. **Aperfeiçoamento dos Processos Produtivos e dos Produtos**

de Cerâmicas do Rio Grande do Norte. **Cerâmica Azevedo**. Natal: SEBRAEFINEP-PATME, 2001.

FONSECA, J. F.; FERNANDEZ, I. H.; BERNARDIN, A. M. *Manual para produção de cerâmica vermelha*. Florianópolis: UFSC/Sebrae, 1994.

GOMES, N. S. **A resistência das paredes de alvenaria**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 1983, 190 p.

IOSHIMOTO, E.; THOMAZ, E. **Materiais cerâmicos para construção civil**. São Paulo: USP, 1990.

INCARGEL. **Máquina extrusora**. Disponível em: <www.incagel.com.br>. Acesso em: 10 out. 2011

MOREIRA, G. C.; ALMADA, J. L. A. **Avaliação da qualidade dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação comercializados na região Norte do Paraná**. Curitiba, 2008.

PENIDO, E.; COSTA, S. S. **Oficina: cerâmica**. Rio de Janeiro: Senac, 1999

PESSOA, J. M. A. P. **Tecnologias e técnicas apropriadas para o desenvolvimento sustentável: o caso da indústria cerâmica de Russas-CE**. 2004. 104 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - UFC, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

PETRUCCI, E. G. R. **Materiais de construção**. 5. ed. Porto Alegre: globo, 1980.

PRACIDELLI, S. **Cerâmica vermelha**. Senai, 1989.

RIPPER, E. **Manual prático de materiais de construção**. São Paulo: Editora Pini, 1995. 252 f.

ROMAN, H. R. **Determinação das características físicas e análise estatística da capacidade resistente de tijolos cerâmicos maciços**. 1983. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1983.

SANTOS, I. S.; SILVA, N. I. W. (Coords). **Manual de cerâmica vermelha**. Porto Alegre: UNISINOS/CIENTEC/SIOSES GS/SEBRAE-RS, 1995.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS. **Estudo de atividade industriais do Tocantins – Cerâmica Vermelha da Região Central do Tocantins**, 2004. Disponível em: <http://www.sindicerpb.com.br/media/dynamic/download/Estudo_de_Cer%C3%83mica_vermelha.pdf>

SILVA, A. V. **Análise do processo produtivo dos tijolos cerâmicos no estado do Ceará – da extração da matéria-prima à fabricação**. 2009. 104 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Estrutural e Construção Civil, Escola Superior de Tecnologia do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <http://www.brasenic.com.br/bigot/bigot_2.pdf>.

SILVA, Cícera Diedja Cordeiro da. Impactos ambientais gerados na indústria da cerâmica vermelha. **Revista Diálogos**, n. 12, set./out. 2014.

SOUZA SANTOS, P. *Ciência e tecnologia de argilas*. São Paulo: Edgard Blucher, 1989.

TAPIA, R. S. E. C. et al. **Manual para a indústria de cerâmica vermelha: redução de desperdícios e maior eficiência no setor: fascículo 1**. Rio de Janeiro: SEBRAE, 2005.

TOMAZETTI, R. R. **Análise da produção de cerâmica vermelha da região central do estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 2003. 190p. Dissertação (mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2003.

VAN VLACK, L. H. **Propriedades dos materiais cerâmicos**. São Paulo: Edgard Blucher, 1973.

VILLANUEVA, B. R. et al. Análises estratégico para el desarrollo de los productores de ladrillo en la ciudad de saltillo, Coahuila. México. **Global Conference on Business e Finance Proceedings**, Institute for Business e Finance Research, p. 1212, 2015.

ANEXOS

FABRICANTE “A”

ANEXO 1 – Resultados dos ensaios de características geométricas, físicas e mecânicas dos blocos cerâmicos de vedação.

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES - DIMENSÕES EFETIVA							CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS			
FABRICANTE : Fabricante "A"				DATA DO ENSAIO: 15/01/19						
CP Nº	COMPRIMENTO (C) (mm)			LARGURA (L) (mm)			ALTURA (H) (mm)			
	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	
1	191	189	190	87,1	89	88,1	190,0	189	189,5	
2	189,1	185	187,1	88	88	88	189	188,1	188,6	
3	190	189,1	189,6	91,2	90	90,6	189	187	188	
4	188,1	190	189,1	90	90,2	90,1	184	190	187	
5	189,1	190	189,6	89,2	90	89,6	185	189	187	
6	187,2	189,1	188,2	87	88	87,5	188	188	188	
7	190	188	189	90	89,9	90,0	189	187	188	
8	187,1	189,2	188,2	90	90	90	190	190	190	
9	189	191	190	90	91	90,5	191	190	190,5	
10	187	185	186	87	85	86	188	189	188,5	
11	187	191	189	89	88	88,5	185	190	187,5	
12	190	190	190	89,1	89	89,1	188	186	187	
13	189	187	188	90	89	89,5	191	187	189	
Média (mm)				188,73			89,03			188,35
Desvio-padrão (mm)				1,22			1,35			1,14
Valor Máximo (mm)				190			90,6			190,5
Valor Mínimo (mm)				186			86			187

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS BLOCOS						CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS				
FABRICANTE: Fabricante "A"				DATA DO ENSAIO: 15/01/19						
CP Nº	ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS (mm)					ESPESSURA DOS SEPTOS (mm)				
	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA
1	7,23	6,47	7,4	6	6,8	7	6,23	6	6	6,31
2	8	6,6	7	6,51	7,0	6	6,89	5,53	6,43	6,21
3	8	6,6	7	6,51	7,0	8,48	6,6	7,4	6	7,12
4	6,96	6,8	5,34	9,21	7,1	7	6,43	6,54	8	6,99
5	6	5,32	7,64	7	6,5	4	6	6	5,85	5,46
6	7,64	8,42	7,22	9	8,1	6	7,72	6	7,64	6,84
7	7,64	7,32	6,85	8	7,5	8	7,64	6,47	6	7,03
8	6	8	8	7	7,3	6,33	6	6	7	6,33
9	7	7,87	6,05	6	6,7	5,65	7	6	6,66	6,33
10	6,32	6,53	5,53	7	6,3	5,95	5,74	5,73	7	6,11
11	6,96	8	6	6,64	6,9	7,22	6,64	6	5,74	6,40
12	7	5,32	7,8	6	6,5	6,5	5,74	6,29	6,3	6,21
13	7,12	6,96	6	7,52	6,9	7	6	6,2	6,2	6,35
Média (mm)					7,0	6,44				
Desvio-padrão (mm)					0,45	0,46				
Valor Máximo (mm)					8,1	7,12				
Valor Mínimo (mm)					6,3	5,46				

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO E PLANEZA DAS FACES DE REVESTIMENTO				CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS		
FABRICANTE: Fabricante "A"		DATA DO ENSAIO: 15/01/19				
CP Nº	DESVIO DE ESQUADRO (mm)			PLANEZA DA FACE (mm)		
	Leit 1	Leit 2	Maior valor	Leit 1	Leit 2	Maior valor
1	0	0	0	1	0	1
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	2	0	2
4	0	0	0	0	3	3
5	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	4	4
7	1	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	1
10	0,15	0	0,15	1	5	5
11	0	0	0	1	0	1
12	0	0	0	2	0	2
13	0	0	0	0	3	3
Média (mm)			0,09	1,77		
Desvio-padrão (mm)			0,277003194	1,58922655		
Valor Máximo (mm)			1	5		
Valor Mínimo (mm)			0	0		

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA E ABSORÇÃO DE ÁGUA DO BLOCO CERÂMICO				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS
FABRICANTE: Fabricante "A"		DATA DO ENSAIO: 16/01/19		
CP Nº	MASSA DOS CPs NAS CONDIÇÕES (g)			ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
	Natural	Seca	Saturada	
14	2.397,60	2.398,10	2.596,60	8,27
15	2.446,20	2.445,80	2.646,10	8,10
16	2.433,60	2.434,50	2.672,10	9,75
17	2.369,40	2.370,30	2.564,10	8,17
18	2.386,60	2.388,10	2.588,30	8,38
19	2.425,30	2.422,70	2.630,90	8,59
Média (mm)				8,54
Desvio-padrão (mm)				0,62
Valor Máximo (mm)				9,75
Valor Mínimo (mm)				8,1

ENSAIO : DETERMINAÇÃO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO					CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS	
FABRICANTE: Fabricante "A"			DATA DO ENSAIO: 24/01/19			
CP Nº	DIMENSÕES EFETIVA - MÉDIA(mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ENSAIO (Kgf/ cm²)	TENSÃO DE RUPTURA (Mpa)
	Comprimento	Largura	Altura			
1	190,0	88,1	189,5	167,3	250	0,15
2	187,1	88,0	188,55	164,6	740	0,42
3	189,6	90,6	188	171,7	630	0,36
4	189,1	90,1	187	170,3	330	0,19
5	189,6	89,6	187	169,8	810	0,46
6	188,2	87,5	188	164,6	310	0,18
7	189,0	90,0	188	170,1	310	0,18
8	188,2	90,0	190	169,3	730	0,41
9	190,0	90,5	190,5	171,9	680	0,39
10	186,0	86,0	188,5	159,9	740	0,42
11	189,0	88,5	187,5	167,2	390	0,22
12	190,0	89,1	187	169,9	630	0,36
13	188,0	89,5	189	168,2	480	0,28
Média (mm)						0,309
Desvio-padrão (mm)						0,112
Valor Máximo (mm)						0,46
Valor Mínimo (mm)						0,15

ANEXOS

FABRICANTE “B”

ANEXO 2 – Resultados dos ensaios de características geométricas, físicas e mecânicas dos blocos cerâmicos de vedação.

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES - DIMENSÕES EFETIVA							CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS		
FABRICANTE: Fabricante "B"				DATA DO ENSAIO: 11/02/19					
CP Nº	COMPRIMENTO (C) (mm)			LARGURA (L) (mm)			ALTURA (H) (mm)		
	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA
1	188	188	188	88	91	89,5	180	184	182
2	185	188	186,5	87	94	90,5	181	184	182,5
3	186	185	185,5	85	93	89	183	181	182
4	185	188	186,5	84	95	89,5	184	180	182
5	186	188	187	84	95	89,5	180	184	182
6	185	188	186,5	94	85	89,5	184	186	185
7	189	187	188	91	90	90,5	179	180	179,5
8	186	186	186	94	84	89	186	184	185
9	185	186	185,5	85	95	90	180	185	182,5
10	184	184	184	86	91	88,5	180	182	181
11	186	184	185	89	84	86,5	186	183	184,5
12	185	186	185,5	85	94	89,5	185	183	184
13	186	188	187	86	93	89,5	185	185	185
Média (mm)			186,2	89,3			182,8		
Desvio-padrão (mm)			1,15	1,01			1,72		
Valor Máximo (mm)			188	90,5			185		
Valor Mínimo (mm)			184	86,5			179,5		

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS BLOCOS						CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS				
FABRICANTE: Fabricante "B"			DATA DO ENSAIO: 11/02/19							
CP Nº	ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS (mm)					ESPESSURA DOS SEPTOS (mm)				
	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA
1	6	6	7	6	6,3	6	5,7	6,6	5,3	5,9
2	6	7	6	7	6,5	5,7	6,7	6,4	5,3	6,0
3	8,2	8,1	8,5	7,7	8,1	5,8	6,4	6	5	5,8
4	6,2	9,4	7,3	7	7,5	7	8	7,7	7,8	7,6
5	10,2	8	7	7	8,1	6,3	8,6	7,2	7	7,3
6	7	5	5,7	5,4	5,8	8	7	7,8	7	7,5
7	7,5	6,3	10	9	8,2	8	7	8	7	7,5
8	5,5	6,6	5,9	6,3	6,1	7,7	7	7,4	7,4	7,4
9	6,7	7	6	5,7	6,4	7,2	8	6,5	7	7,2
10	6,8	5,7	5,7	6,8	6,3	8	7	7,7	8,7	7,9
11	6	6,3	5	6,5	6,0	8,2	6,7	9	6,9	7,7
12	5,3	6	7,7	5,5	6,1	8	7	7	7	7,3
13	6,5	6,3	6	8,2	6,8	7,7	7	6,5	6,4	6,9
Média (mm)					6,8	7,1				
Desvio-padrão (mm)					0,88	0,70				
Valor Máximo (mm)					8,2	7,9				
Valor Mínimo (mm)					5,8	5,8				

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO E PLANEZA DAS FACES DE REVESTIMENTO				CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS		
FABRICANTE: Fabricante "B"		DATA DO ENSAIO: 11/02/19				
CP Nº	DESVIO DE ESQUADRO (mm)			PLANEZA DA FACE (mm)		
	Leit 1	Leit 2	Maior valor	Leit 1	Leit 2	Maior valor
1	2	0	2	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	3	3
5	0	1	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	1	0	1	0	0	0
8	0	0	0	2	0	2
9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	4	4
11	0	2	2	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	1	1
Média (mm)			0,46	0,77		
Desvio-padrão (mm)			0,78	1,36		
Valor Máximo (mm)			2	4		
Valor Mínimo (mm)			0	0		

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA E ABSORÇÃO DE ÁGUA DO BLOCO CERÂMICO				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS
FABRICANTE: Fabricante "B"		DATA DO ENSAIO: 12/02/19		
CP Nº	MASSA DOS CPs NAS CONDIÇÕES (Kg)			ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
	Natural	Seca	Saturada	
14	2.345,30	2.332,00	2.590,00	11,06
15	2.339,40	2.335,80	2.557,00	9,46
16	2.342,40	2.337,40	2.571,00	10
17	2.340,30	2.338,30	2.588,00	10,68
18	2.272,40	2.231,60	2.464,00	10,41
19	2.199,10	2.197,20	2.425,00	10,36
Média (mm)				10,33
Desvio-padrão (mm)				0,55
Valor Máximo (mm)				11,06
Valor Mínimo (mm)				9,46

ENSAIO : DETERMINAÇÃO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO					CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS	
FABRICANTE: Fabricante "B"			DATA DO ENSAIO: 15/02/19			
CP Nº	DIMENSÕES EFETIVA - MÉDIA(mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ENSAIO (Kgf/ cm²)	TENSÃO DE RUPTURA (Mpa)
	Comprimento	Largura	Altura			
1	188	89,5	182	168,2	630	0,36
2	186,5	90,5	182,5	168,7	620	0,35
3	185,5	89	182	165,09	480	0,28
4	186,5	89,5	182	166,91	520	0,30
5	187	89,5	182	167,36	1140	0,65
6	186,5	89,5	185	166,91	760	0,43
7	188	90,5	179,5	170,1	210	0,12
8	186	89	185	165,54	490	0,28
9	185,5	90	182,5	166,95	660	0,37
10	184	88,5	181	162,84	770	0,44
11	185	86,5	184,5	160	180	0,10
12	185,5	89,5	184	166,02	700	0,40
13	187	89,5	185	167,36	440	0,25
Média (mm)						0,333
Desvio-padrão (mm)						0,14
Valor Máximo (mm)						0,65
Valor Mínimo (mm)						0,10

ANEXOS

FABRICANTE “C”

ANEXO 3 – Resultados dos ensaios de características geométricas, físicas e mecânicas dos blocos cerâmicos de vedação.

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES - DIMENSÕES EFETIVA							CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS		
FABRICANTE: Fabricante "C"				DATA DO ENSAIO: 15/02/19					
CP Nº	COMPRIMENTO (C) (mm)			LARGURA (L) (mm)			ALTURA (H) (mm)		
	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA
1	191	191	191	90	90	90	190	189	189,5
2	190	190	190	89	90	89,5	188	186	187
3	193	193	193	89	90	89,5	192	189	190,5
4	189	190	189,5	89	91	90	188	189	188,5
5	192	191	191,5	90	90	90	189	191	190
6	194	190	192	90	90	90	190	192	191
7	191	191	191	90	89	89,5	190	189	189,5
8	187	191	189	90	90	90	191	190	190,5
9	194	193	193,5	90	89	89,5	190	191	190,5
10	192	193	192,5	89	86	87,5	188	190	189
11	195	194	194,5	90	90	90	190	190	190
12	190	191	190,5	90	90	90	190	190	190
13	196	192	194	90	88	89	190	190	190
Média (mm)			191,69	89,58			189,69		
Desvio-padrão (mm)			1,74	0,70			1,05		
Valor Máximo (mm)			194,5	90			191		
Valor Mínimo (mm)			189	87,5			187		

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS BLOCOS						CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS				
FABRICANTE: Fabricante "C"			DATA DO ENSAIO: 15/02/19							
CP Nº	ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS (mm)					ESPESSURA DOS SEPTOS (mm)				
	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA
1	7	8	8,4	9,4	8,2	8,4	7,4	7,7	8,3	8,0
2	6,5	7	7,6	10,15	7,8	10	8,2	7,5	7	8,2
3	8,5	9,6	8	7,5	8,4	7,3	7,7	7,8	8	7,7
4	9,6	6,7	7,3	8,1	7,9	8,1	8	6,8	7,5	7,6
5	6,8	7	8	7,5	7,3	9	8,3	6,3	6,7	7,6
6	8,1	7,8	7,6	8	7,9	7,4	8	8	9,3	8,2
7	6,8	7	7	8	7,2	8	6,7	7,8	9,4	8,0
8	8,4	11	9,4	9,3	9,5	9	9	9	6,4	8,4
9	8,2	10	8,6	8,5	8,8	8,4	8,2	7,3	8,5	8,1
10	6	8,2	13	8,6	9,0	9	9	9	8,7	8,9
11	8	7	7,9	7	7,5	7	7,8	6	7,3	7,0
12	9	6,5	7	9	7,9	8,3	8,2	7,6	8	8,0
13	9,8	7	9,1	8,3	8,6	8,1	8,3	8	8	8,1
Média (mm)					8,1	8,0				
Desvio-padrão (mm)					0,68	0,45				
Valor Máximo (mm)					9,5	8,9				
Valor Mínimo (mm)					7,2	7,0				

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO E PLANEZA DAS FACES DE REVESTIMENTO				CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS		
FABRICANTE: Fabricante "C"			DATA DO ENSAIO: 15/02/19			
CP Nº	DESVIO DE ESQUADRO (mm)			PLANEZA DA FACE (mm)		
	Leit 1	Leit 2	Maior valor	Leit 1	Leit 2	Maior valor
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	4	0	4	5	0	5
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	5	5	8	5	8
9	3	0	3	3	0	3
10	5	0	5	0	8	8
11	0	0	0	3	0	3
12	0	0	0	3	0	3
13	0	5	5	1	0	1
Média (mm)			1,7	2,4		
Desvio-padrão (mm)			2,3	3,0		
Valor Máximo (mm)			5	8		
Valor Mínimo (mm)			0	0		

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA E ABSORÇÃO DE ÁGUA DO BLOCO CERÂMICO				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS	
FABRICANTE: Fabricante "C"			DATA DO ENSAIO: 15/02/19		
CP Nº	MASSA DOS CPs NAS CONDIÇÕES (g)			ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)	
	Natural	Seca	Saturada		
14	2.451,00	2.449,00	2.641,00	7,28	
15	2.550,00	2.544,00	2.654,00	4,32	
16	2.501,00	2.457,00	2.715,00	10,50	
17	2.570,00	2.569,00	2.783,00	8,33	
18	2.496,00	2.453,00	2.716,00	10,72	
19	2.484,00	2.420,00	2.655,00	9,71	
Média (mm)				8,48	
Desvio-padrão (mm)				2,42	
Valor Máximo (mm)				10,72	
Valor Mínimo (mm)				4,32	

ENSAIO : DETERMINAÇÃO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO					CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS	
FABRICANTE: Fabricante "C"			DATA DO ENSAIO: 19/02/19			
CP Nº	DIMENSÕES EFETIVA - MÉDIA(mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ENSAIO (Kgf/ cm²)	TENSÃO DE RUPTURA (Mpa)
	Comprimento	Largura	Altura			
1	191	90	189,5	171,9	1360	0,77
2	190	89,5	187	170,05	650	0,38
3	193	89,5	190,5	172,73	3230	1,85
4	189,5	90	188,5	170,55	1410	0,80
5	191,5	90	190	172,35	2610	1,50
6	192	90	191	172,8	1190	0,68
7	191	89,5	189,5	170,94	800	0,45
8	189	90	190,5	170,1	1790	1,02
9	193,5	89,5	190,5	173,18	1240	0,71
10	192,5	87,5	189	168,43	1880	1,07
11	194,5	90	190	175	2470	1,41
12	190,5	90	190	171,45	830	0,47
13	194	89	190	172,66	1960	1,12
Média (mm)						0,94
Desvio-padrão (mm)						0,44
Valor Máximo (mm)						1,85
Valor Mínimo (mm)						0,38

ANEXOS

FABRICANTE “D”

ANEXO 4 – Resultados dos ensaios de características geométricas, físicas e mecânicas dos blocos cerâmicos de vedação.

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES - DIMENSÕES EFETIVA							CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS		
FABRICANTE: Fabricante "D"				DATA DO ENSAIO: 19/02/19					
CP Nº	COMPRIMENTO (C) (mm)			LARGURA (L) (mm)			ALTURA (H) (mm)		
	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	MÉDIA
1	190	190	190	90	89	89,5	190	190	190
2	187	190	188,5	88	89	88,5	190	188	189
3	190	189	189,5	89	89	89	190	190	190
4	191	191	191	89	89	89	190	190	190
5	190	187	188,5	89	89	89	190	190	190
6	190	189	189,5	90	89	89,5	190	190	190
7	190	190	190	90	90	90	190	190	190
8	190	190	190	88	87	87,5	190	188	189
9	189	189	189	90	88	89	190	190	190
10	190	188	189	90	89	89,5	190	188	189
11	188	190	189	89	90	89,5	189	190	189,5
12	189	189	189	88	89	88,5	190	188	189
13	190	190	190	90	89	89,5	190	191	190,5
Média (mm)			189,46	89,08			189,69		
Desvio-padrão (mm)			0,72	0,64			0,52		
Valor Máximo (mm)			191	90			190,5		
Valor Mínimo (mm)			188,5	87,5			189		

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS BLOCOS						CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS				
FABRICANTE: Fabricante "D"			DATA DO ENSAIO: 19/02/19							
CP Nº	ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS (mm)					ESPESSURA DOS SEPTOS (mm)				
	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA	Leit 1	Leit 2	Leit 3	Leit 4	MÉDIA
1	6	6,3	7,2	5,7	6,3	6,5	7	7	6	6,625
2	6,4	6,4	6,3	7	6,525	7	6	6,3	6	6,325
3	5,5	9	6	7,6	7,025	6	7	5,7	7,3	6,5
4	8	7	6	7	7	5,7	6,4	6	7	6,275
5	6,5	7,4	7	8,4	7,325	6	7,2	6	7	6,55
6	7	5,9	6,7	7	6,65	5	6,8	5,5	6,6	5,98
7	6	8	7	6,3	6,825	6	7	5,5	6,5	6,25
8	6,7	7	7,5	6,5	6,93	6,7	6,2	5,8	6,8	6,375
9	6	7	7	8	7	5,7	6	5,7	5,7	5,775
10	6,3	6,7	6,7	5	6,175	6	7,3	6	6,8	6,525
11	6,2	6,8	7	7,8	6,95	6,3	7	7,5	5,4	6,55
12	7	6,8	7,2	6,3	6,825	7,2	7	6,5	6,8	6,875
13	6,4	6,9	7	7,8	7,025	7	7,3	6,9	5,8	6,75
Média (mm)					6,81	6,41				
Desvio-padrão (mm)					0,32	0,30				
Valor Máximo (mm)					7,33	6,88				
Valor Mínimo (mm)					6,18	5,78				

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO E PLANEZA DAS FACES DE REVESTIMENTO				CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS		
FABRICANTE: Fabricante "D"		DATA DO ENSAIO: 19/02/19				
CP Nº	DESVIO DE ESQUADRO (mm)			PLANEZA DA FACE (mm)		
	Leit 1	Leit 2	Maior valor	Leit 1	Leit 2	Maior valor
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	2	2
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	1
9	0	0	0	1	0	1
10	0	0	0	0	3	3
11	0	1	1	2	0	2
12	1	0	1	4	0	4
13	0	0	0	0	3	3
Média (mm)			0,15	1,23		
Desvio-padrão (mm)			0,38	1,42		
Valor Máximo (mm)			1	4		
Valor Mínimo (mm)			0	0		

ENSAIO : DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA E ABSORÇÃO DE ÁGUA DO BLOCO CERÂMICO				CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS
FABRICANTE: Fabricante "D"		DATA DO ENSAIO: 20/02/19		
CP Nº	MASSA DOS CPs NAS CONDIÇÕES (g)			ABSORÇÃO DE ÁGUA (%)
	Natural	Seca	Saturada	
14	2.157,00	2.149,00	2.344,00	9,07
15	2.143,00	2.140,00	2.334,00	9,06
16	2.149,00	2.147,00	2.336,00	8,80
17	2.155,00	2.153,00	2.346,00	8,96
18	2.127,00	2.124,00	2.319,00	9,18
19	2.152,00	2.154,00	2.346,00	8,91
Média (mm)				9
Desvio-padrão (mm)				0,13
Valor Máximo (mm)				9,18
Valor Mínimo (mm)				8,8

ENSAIO : DETERMINAÇÃO RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO					CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS BLOCOS CERÂMICOS	
FABRICANTE: Fabricante "D"			DATA DO ENSAIO: 01/03/19			
CP Nº	DIMENSÕES EFETIVA - MÉDIA(mm)			ÁREA BRUTA (cm²)	CARGA DE ENSAIO (Kgf/ cm²)	TENSÃO DE RUPTURA (Mpa)
	Comprimento	Largura	Altura			
1	190	89,5	190	170	140	0,08
2	188,5	88,5	189	166,82	780	0,44
3	189,5	89	190	168,65	690	0,40
4	191	89	190	169,99	410	0,23
5	188,5	89	190	167,76	1000	0,57
6	189,5	89,5	190	169,6	980	0,56
7	190	90	190	171	510	0,29
8	190	87,5	189	166,25	1200	0,68
9	189	89	190	168,21	850	0,48
10	189	89,5	189	169,15	870	0,49
11	189	89,5	189,5	169,15	800	0,45
12	189	88,5	189	167,26	810	0,46
13	190	89,5	190,5	170,05	1380	0,79
Média (mm)						0,46
Desvio-padrão (mm)						0,19
Valor Máximo (mm)						0,79
Valor Mínimo (mm)						0,08