



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

BRUNO BALENSIEFER DA SILVA

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS E
COMERCIALIZADOS DA CIDADE DE ARIQUEMES/RO**

ARIQUEMES – RO

2021

BRUNO BALENSIEFER DA SILVA

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS E
COMERCIALIZADOS DA CIDADE DE ARIQUEMES/RO**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
obtenção do Grau em Bacharel em
Engenharia Civil apresentado à
Faculdade de Educação e Meio
Ambiente – FAEMA.

Orientadora: Prof. Me. Silênia Priscila
da Silva Lemes

ARIQUEMES – RO

2021

BRUNO BALENSIEFER DA SILVA

**ANÁLISE DO DESEMPENHO DE BLOCOS CERÂMICOS PRODUZIDOS E
COMERCIALIZADOS NA REGIÃO DO VALE DO JAMARI**

Trabalho de Conclusão de Curso para a
obtenção do Grau em Bacharel em
Engenharia Civil apresentado à
Faculdade de Educação e Meio
Ambiente – FAEMA.

Orientadora: Prof. Me. Silênia Priscila
da Silva Lemes

Banca examinadora

Prof. Me. Silênia Priscila da Silva Lemes
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Me. Ana Carolina Silverio de Oliveira
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

Prof. Esp. João Victor da Silva Costa
Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA

ARIQUEMES – RO

2021

FICHA CATALOGRÁFICA
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586a Silva, Bruno Balensiefer da.
Análise do desempenho de blocos cerâmicos produzidos e comercializados da cidade de Ariquemes/RO. / Bruno Balensiefer da Silva. Ariquemes, RO: Faculdade de Educação e Meio Ambiente, 2021.
74 f. ; il.
Orientador: Prof. Ms. Silênia Priscila da Silva Lemes.
Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil – Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes RO, 2021.

1. NBR 15270. 2. Bloco cerâmico. 3. Ensaio técnico. 4. Tijolo. 5. Rondônia. I. Título. II. Lemes, Silênia Priscila da Silva.

CDD 624

Bibliotecária Responsável
Herta Maria de Açucena do N. Soeiro
CRB 1114/11

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades a Ele concedidas a mim.

A minha orientadora, Silênia Priscila, que passou todo seu conhecimento para nos aperfeiçoarmos e nos motivou sempre a não desistir de nossos objetivos, não temer os obstáculos, nos mostrou que tudo é passageiro e que quem persevera alcança as folhas de louro da vitória.

Agradeço também aos a todos os docentes, que nesses 5 anos nos ofereceu tanto conhecimento e experiência.

A minha família, em especial minha mãe, que é uma guerreira e me ensinou tudo que sou hoje.

E a todos que, de alguma forma, me auxiliou na conquista deste sonho.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

(Leonardo da Vinci)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção do bloco de alvenaria cerâmica ...	16
Figura 2 Tipologia de bloco cerâmico de vedação	17
Figura 3 Tipologia de blocos cerâmicos estruturais.....	18
Figura 4 Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação.....	23
Figura 5 Jazidas de argila.....	27
Figura 6 Transporte e trituradora de material da empresa "A"	28
Figura 7 Transporte e trituradora de material da empresa "B"	29
Figura 8 Transporte e trituradora de material da empresa "C"	29
Figura 9 Máquina de extrusão de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C" ...	30
Figura 10 Máquina de cortar de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C".....	31
Figura 11 Trilhos para transporte dos blocos	32
Figura 12 Método de secagem natural.....	33
Figura 13 Método de secagem artificial	34
Figura 14 Forno paulistinha.....	35
Figura 15 Forno túnel	35
Figura 16 Defeitos visuais a serem observados	37
Figura 17 Ilustração do local de medição dos blocos cerâmicos.....	38
Figura 18 Medição de septo e parede externa de bloco cerâmico	39
Figura 19 Ilustração de medição do esquadro.....	39
Figura 20 Verificação da planeza das faces.....	40
Figura 21 Bloco cerâmico em estufa para secagem.....	41
Figura 22 Blocos cerâmicos imersos em água.	42
Figura 23 Capeamento das amostras após 24 horas e imersão por 6 horas.....	43
Figura 24 Demonstração do ensaio de compressão.	43
Figura 25 Extrusora e máquina de corte de fio de arame.....	45
Figura 26 Disposição dos tijolos para remoção gradual da água	46
Figura 27 Fornos utilizados para queima dos tijolos	47
Figura 28 Demonstradores e controladores de temperatura das empresas "A", "B" e "C", respectivamente.	47
Figura 29 Piso vazado dos fornos paulistinha.	48
Figura 30 Chaminé dos fornos paulistinha.	48
Figura 31 Identificação dos blocos cerâmicos	49

Figura 32 Coloração das amostras de cada olaria	50
Figura 33 Exemplos de inconformidade com a característica visual essencial.....	51
Figura 34 Dimensões das amostras de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C"	54
Figura 35 Detalhe do ensaio de característica mecânica.	62

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Relação das empresas que apresentam blocos em inconformidade com as dimensões	55
Gráfico 2 Relação das empresas que apresentam blocos em inconformidade com as dimensões de septo.....	56
Gráfico 3 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com o esquadro.....	58
Gráfico 4 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com a planeza	59
Gráfico 5 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com a característica física	61
Gráfico 6 Resistência média dos blocos cerâmicos.....	63
Gráfico 7 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com a característica mecânica	64
Gráfico 8 Quadro geral dos gráficos analisados.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Quantidade de amostras de cada ensaio para cada fábrica.....	21
Tabela 2 Aceitação e rejeição para característica visual	22
Tabela 3 Aceitação e rejeição para característica geométricas.	24
Tabela 4 Aceitação e rejeição para característica mecânica.	25
Tabela 5 Aceitação e rejeição para característica física.	26
Tabela 6 Característica das olarias de Ariquemes-RO	44
Tabela 7 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre a integridade dos tijolos.	50
Tabela 8 Avaliação das dimensões efetivas individuais e média dos tijolos.	53
Tabela 9 Avaliação das dimensões de septo e paredes internas.....	56
Tabela 10 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre o desvio em relação do esquadro.	57
Tabela 11 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre a planeza das faces.....	58
Tabela 12 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre o índice de absorção de água.	60
Tabela 13 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270-2017 sobre a resistência mecânica.	62
Tabela 14 Dados da análise Geométrica da Fábrica de cerâmica "A"	69
Tabela 15 Dados da análise Geométrica da Fábrica de cerâmica "B"	70
Tabela 16 Dados da análise Geométrica da Fábrica de cerâmica "C"	71
Tabela 17 Dados da análise física da Fábrica de cerâmica "A".....	72
Tabela 18 Dados da análise física da Fábrica de cerâmica "B".....	72
Tabela 19 Dados da análise física da Fábrica de cerâmica "C"	72
Tabela 20 Resultados dos ensaios de compressão	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
FAEMA	Faculdade de educação e meio ambiente
mu	Massa úmida
ms	Massa seca
AA	Absorção d'água
Mpa	Megapascal

RESUMO

O bloco cerâmico tem como principal função a vedação de vãos de estruturas, e para este tipo de componente da construção não existe um órgão específico para fiscalizar a qualidade dos blocos cerâmicos, se sua confecção atendeu as especificações estabelecidas pela NBR 15270/2017, logo sua característica pode variar do essencial estipulado pela norma, em busca de conhecer a qualidade dos blocos cerâmicos, para conhecer suas características foi feito um estudo dos tijolos fabricados numa cidade do interior de Rondônia chamada Ariquemes, a matéria prima de seu material é da mesma região, seguindo as especificações de teste orientado pela norma brasileira de regulamentação 15270 de 2017 (NBR 15270/17) e com isso apresentado os dados da avaliação de conformidade de blocos cerâmicos para alvenaria de vedação de exigências mínimas, de acordo com NBR 15270/2017 pré-estabelecida. A verificação dos corpos de prova foi feita em laboratório técnico, com os equipamentos recomendados, verificou-se que os resultados dos ensaios geométricos, físicos e mecânicos indicaram que o fornecedor não produziu os blocos cerâmicos conforme a ABNT NBR 15270: 2017. Por meio do ensaio de resistência a compressão, poucos apresentaram resistência maior que o indicado pela NBR 15270/2017 que é de 1,5 Mpa. Inclusive foram encontrados muitos defeitos de fissura e deformação nas amostras de todas as indústrias cerâmicas, que afeta o desempenho das peças. É necessária uma atenção dos usuários e revendedores para as indústrias se adequarem as exigências de qualidade de fabricação.

Palavras-chave: nbr 15270. Ensaio técnico. Análise de qualidade. Resistencia à compressão. Tijolo.

ABSTRACT

The main function of the ceramic block is to seal the gaps in structures, and for this type of construction component there is no specific body to oversee the quality of the ceramic blocks, if their manufacture met the specifications established by NBR 15270/2017, then its characteristic may vary from the essential stipulated by the standard, in order to know the quality of the ceramic blocks, to know their characteristics a study was made of the bricks manufactured in a city in the interior of Rondônia called Ariquemes, the raw material of its material is from the same region, following the test specifications guided by the Brazilian regulatory standard 15270 of 2017 (NBR 15270/17) and with this presented the data of the conformity assessment of ceramic blocks for sealing masonry with minimum requirements, according to NBR 15270/2017 pre-established. The verification of the specimens was carried out in a technical laboratory, with the recommended equipment, it was found that the results of the geometric, physical and mechanical tests indicated that the supplier did not produce the ceramic blocks according to ABNT NBR 15270: 2017. By means of compressive strength test, few showed strength greater than that indicated by NBR 15270/2017, which is 1.5 Mpa. In fact, many cracking and deformation defects were found in samples from all ceramic industries, which affect the performance of the pieces. Users and resellers must pay attention to the industries to adapt to the manufacturing quality requirements.

Keyword: nbr 15270. Ensaio técnico. Análise de qualidade. Resistencia à compressão.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO PRIMÁRIO	15
2.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIO	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1	PRODUÇÃO.....	15
3.2	TIPOS DE BLOCOS CERÂMICOS	17
3.2.1	Bloco cerâmico de vedação	17
3.2.2	Bloco cerâmico estrutural	18
3.3	NORMA 15270/2017 COMPONENTES CERÂMICOS - BLOCOS E TIJOLOS PARA ALVENARIA	18
3.3.1	Identificação	19
3.3.1.1	Identificação do fabricante	19
3.3.1.2	Dimensão nominais.....	19
3.3.1.3	Indicação de rastreabilidade	19
3.3.1.4	Contato da fabricante.....	19
3.3.1.5	Bloco estrutural	19
3.3.2	Características visuais	20
3.3.3	Características geométrica	20
3.3.4	Propriedades físicas	20
3.3.5	Característica mecânica	20
3.3.6	Amostragem	21
3.3.7	Requisitos específicos e critérios de aceitação	21
3.3.7.1	Identificação dos blocos cerâmicos	21
3.3.7.2	Característica visual	21
3.3.7.3	Dimensões das faces (Largura, altura e comprimento)	22
3.3.7.4	Espessura dos septos e paredes externas	24
3.3.7.5	Desvio em relação ao esquadro.....	24
3.3.7.6	Planeza das faces	25
3.3.7.7	Resistência à compressão	25
3.3.7.8	Índice de absorção de água.....	26
4	METODOLOGIA	26
4.1	PRODUÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS DE ARIQUEMES.....	27
4.1.1	Extração e preparação da matéria prima	27

4.1.2	Desenvolvimento dos blocos: extrusão	28
4.1.3	Transporte	31
4.1.4	Tratamento térmico	32
4.1.4.1	Secagem	32
4.1.4.2	Queima	34
4.2	COLETA DE AMOSTRAS	36
4.3	CARACTERÍSTICAS VISUAIS	36
4.4	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA	37
4.4.1	Medida das faces	37
4.4.2	Espessura dos septos e paredes externas	38
4.4.3	Desvio em relação ao esquadro	39
4.4.4	Planeza das faces	40
4.5	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	40
4.5.1	Massa seca	41
4.5.2	Massa úmida	41
4.6	CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS	42
5	RESULTADOS	44
5.1	ESTUDO DE CONFEÇÃO.....	44
5.2	CARACTERIZAÇÃO VISUAL	49
5.3	CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA	52
5.3.1	Medida das faces	53
5.3.2	Espessura dos septos e paredes externas	55
5.3.3	Desvio em relação ao esquadro	57
5.3.4	Planeza das faces	58
5.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....	60
5.5	CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA	61
5.6	RESULTADO GERAL	64
6	CONCLUSÃO	65

1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos materiais empregados na construção está ligada diretamente na durabilidade da edificação acabada. A indústria de confecção de bloco cerâmico está à procura de novas tecnologias para aumentar a produção como forma de atender ao nível de exigência cada vez maior dos clientes (SOUSA et al., 2017). Segundo Rizzatti et al. (2011), a esfera de bloco cerâmica possui um perfil semelhante em quase todos os estados do Brasil. Com uma capacidade de produção acentuada, porém com potência tecnológica fraca, o que impacta na qualidade da mercadoria final.

A construção utilizando blocos cerâmicos de vedação é o método construtivo amplamente utilizado no Brasil, principalmente no interior de Rondônia, como é o caso de Ariquemes, a cidade estudada. O interior do estado possui cidades com escassez de tecnologias e mão de obra qualificada para execução de um método construtivo diferente.

O método de confecção de bloco cerâmico de vedação mais utilizado é através da extrusão. De acordo com Neto et al. (2013), uma parcela da má qualidade está associada ao manuseio dos blocos, especialmente no momento após a extrusão, antes da secagem. Outra fonte de deformação dos blocos é através do uso inadequados de equipamentos de confecção, como a prensagem e o corte, que pode desregular com a queda de energia, o manuseamento diário, movimentação do equipamento, em adição a falta manutenção e vida útil obsoleta.

Como forma de estudar as amostras de tijolos da cidade, a fim de obter o máximo de conclusão de seus resultados, foi seguido os parâmetros de acordo com o que dita a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), exposto na NBR 15270/2017, que dita sobre as condições que o bloco cerâmico deve apresentar em relação às suas medidas, o quanto de absorção de água é aceitável e sua capacidade de suportar cargas, e através deste trabalho é demonstrado os resultados obtidos nos ensaios dos blocos cerâmicos confeccionados na cidade de Ariquemes, do estado de Rondônia.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

Análise técnica dos blocos cerâmicos da cidade de Ariquemes, de acordo com suas conformidades à norma diretriz.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIO

No sentido de alcançar o objetivo primário, alguns pontos específicos foram analisados, como:

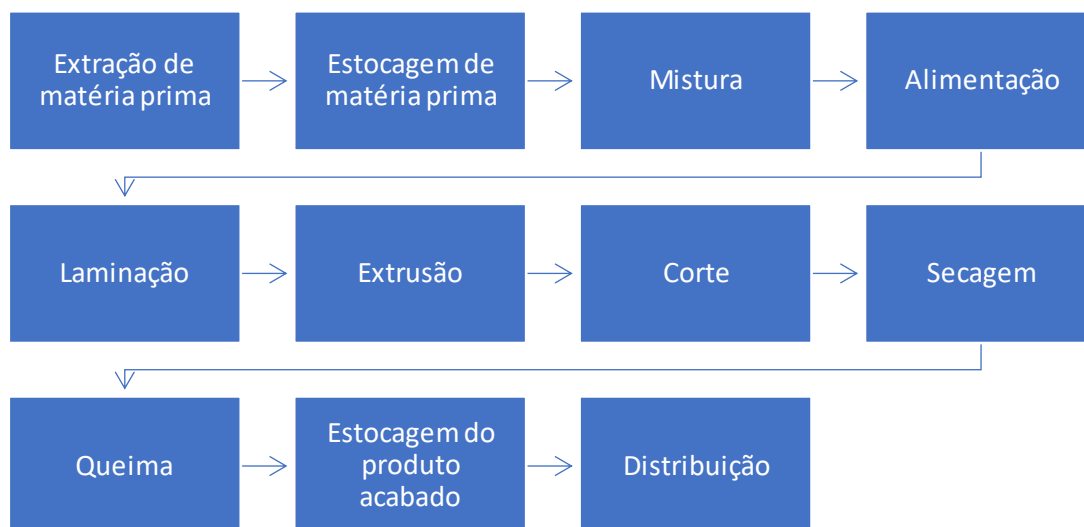
- Análise dos processos de produção utilizados pelas empresas da cidade;
- Verificação dos testes de qualidades realizados pelas empresas;
- Avaliar o desempenho dos blocos cerâmicos quanto as propriedades geométricas, físicas e mecânicas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODUÇÃO

O processo de fabricação de materiais cerâmicos abrange várias etapas, desde a exploração da jazida, estocagem, preparo da matéria-prima, conformação à extrusão, secagem e queima, conforme demonstrado na Figura 1 - Fluxograma do processo de produção do bloco de alvenaria cerâmica a seguir.

Figura 1 - Fluxograma do processo de produção do bloco de alvenaria cerâmica



Fonte: Adaptado de BARBOSA, D. S.; et.al. e NETO, M. S.; ALMEIDA, S. C. F (2021).

Segundo Santos (2006), um estudo prévio deve ser realizado antes da exploração das jazidas, observando as seguintes características: classificação e qualificação da argila, volume total, logística e relatório de impacto ambiental. Depois é realizada a estocagem da argila por um período a céu aberto, o que se chama de apodrecimento das raízes. Esse método bastante comum, utilizado desde os tempos mais antigos, prevê a exposição do material ao sol e chuva provocando a lavagem de sais solúveis, o alívio de tensões na argila, melhorando sua plasticidade (VÁSQUEZ, 2005). A matéria-prima deve ser tratada após a exploração e o armazenamento. O tratamento prévio que deve ser feito antes da fabricação compreende os processos de depuração, trituração, homogeneização e umidificação (VÁSQUEZ, 2005).

A extrusão é a fase na qual o material é conformado de acordo com o que for fabricado. O material, antes de ser colocado na extrusora, deve estar com o índice de plasticidade ideal. O excesso de água ocasiona trincas e gera deformações, enquanto que a falta de água não dá plasticidade ao material no teor adequado para a moldagem, gerando prejuízos no descarte de peças e no aumento do consumo de energia (RUY, 2004). O processo de secagem depende da eliminação total de água do produto no momento da moldagem. O material cerâmico deve estar totalmente seco, para que se consiga manusear, empilhar, transportar e ter condições de suportar as alterações químicas e físicas durante o processo de queima (MOREIRA; ALMADA, 2008). Por último, ocorre a queima, o processo principal dessas etapas, é o momento

quando ocorre uma mudança de suma importância nas características dos materiais cerâmicos, dando lugar a um produto duro e resistente. É nessa etapa que aparecem todos os efeitos das fases anteriores (BARBOSA et al., 2008). O processo de queima ocorre em três momentos: a) queima da matéria orgânica e a retirada de materiais de decomposição e oxidação; b) dentro dos materiais as partículas se misturam a um agregado que possui resistência mecânica; c) o resfriamento (PRESOTTO, 2012).

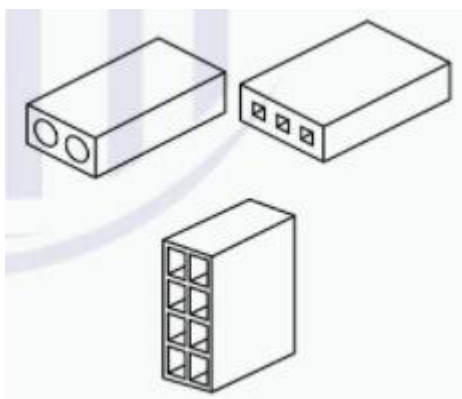
3.2 TIPOS DE BLOCOS CERÂMICOS

O bloco cerâmico pode ser dividido em duas categorias, conforme a função desejada ao bloco se ele será participante ou não da estrutura, em vedação e estrutural.

3.2.1 Bloco cerâmico de vedação

A utilização de bloco cerâmico de vedação, é empregado na construção convencional com estrutura de concreto armado para os pilares, vigas e lajes. Utilizado, principalmente, para fazer a vedação de vãos de ambientes e pode ser maciço ou ter seus furos feitos na horizontal e vertical, como pode ser observado na figura 2.

Figura 2 Tipologia de bloco cerâmico de vedação



Fonte: NBR 15270-2017

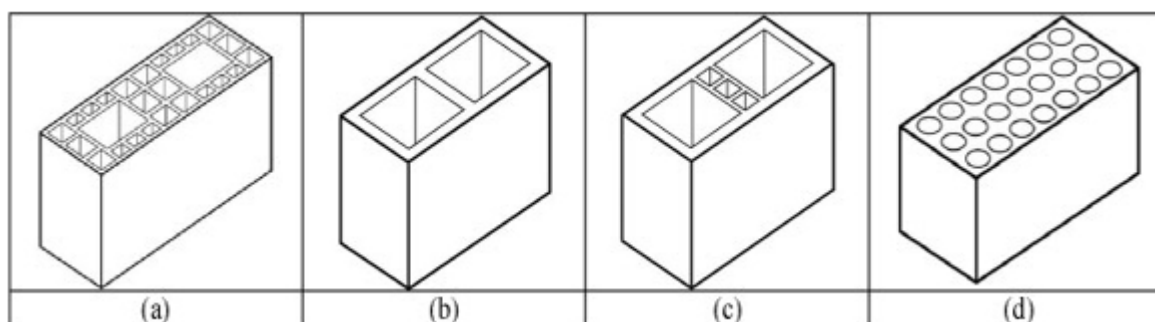
Uma das suas principais características é que ele não precisa suportar altas cargas já que conta com armações, vigas e pilares para dar suporte na sustentação

da estrutura da obra. Portanto, é um tipo de bloco que sustenta apenas o seu próprio peso precisando de ajuda para aguentar o peso do telhado, portas e janelas, por exemplo.

3.2.2 Bloco cerâmico estrutural

Os blocos cerâmicos estruturais são componentes da alvenaria estrutural que possui furos prismáticos perpendiculares à face que os contém, sendo os mesmos produzidos para serem assentados com furo na vertical. Os blocos cerâmicos classificam-se em: bloco cerâmico estrutural de paredes vazadas (a); bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (b); bloco cerâmico estrutural com paredes maciças (paredes internas vazadas) (c) e bloco cerâmico estrutural perfurado (d), como mostra a figura 3.

Figura 3 Tipologia de blocos cerâmicos estruturais



Fonte: NBR 15270-2017

A principal característica do bloco estrutural, utilizado na alvenaria estrutural é que em sua execução não é necessário usar vigas e pilares. Ele vai atuar no lugar delas, adquirindo a função estrutural da obra, ou seja, sendo a sustentação.

3.3 NORMA 15270/2017 COMPONENTES CERÂMICOS - BLOCOS E TIJOLOS PARA ALVENARIA

A norma que rege o controle de qualidade do bloco cerâmico é a NBR 15270:2017 Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria, dividida em duas partes, de requisitos e métodos de ensaio, a primeira parte especifica as condições de tamanho, características físicas e características mecânicas para

utilização em construções de alvenaria tanto para vedação quanto estrutural, enquanto a parte dois é referente aos procedimentos para realizações dos ensaios dos blocos cerâmicos de vedação ou estrutural.

3.3.1 Identificação

Segundo a NBR 15270-2017, os tijolos devem vir identificados em uma das faces, a identificação do fabricante sobre o bloco deve aparecer em baixo relevo, com letras de tamanho mínimo de 5 centímetros de altura de forma legível e que não atrapalhe seu uso, deve possuir pelo menos as seguintes informações:

3.3.1.1 Identificação do fabricante

A fabricante do bloco cerâmico deve apresentar CNPJ e razão social da empresa que confeccionou.

3.3.1.2 Dimensão nominais

Deve demonstrar em sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C) em ordem respectivamente citada (LxHxC), em centímetros, mas a unidade de medida pode ser ocultada.

3.3.1.3 Indicação de rastreabilidade

Deve apresentar o lote de produção ou a data de fabricação

3.3.1.4 Contato da fabricante

Deve apresentar algum contato da fabricante, importadora ou distribuidora, seja ele telefone ou endereço eletrônico.

3.3.1.5 Bloco estrutural

Para os blocos estrutural deve haver indicação de sua classe com as letras EST (indicação de sua condição estrutural) após as dimensões nominais.

3.3.2 Características visuais

Os tijolos não devem apresentar defeitos sistêmicos, como superfície irregular, deformações e quebras, que atrapalharia seu emprego no uso específico dela.

3.3.3 Características geométrica

A forma do bloco cerâmico deve possuir a forma de um prisma reto, pode se apresentar maciço, com perfurações na vertical ou na horizontal, a norma indica dimensões nominais variados para fabricação de tijolo, tamanhos desde (9x9x19) cm a (19x19x59) cm.

3.3.4 Propriedades físicas

As propriedades físicas exigidas pela norma são: massa seca e índice de absorção d'água

Massa seca é o peso do tijolo com o mínimo possível de umidade em seu interior, sua verificação é feita através do ensaio onde o bloco é colocado em uma estufa a 105 °C, por 24 horas.

Índice de absorção d'água é uma característica referente a quantos por cento da massa seca ele absorve em água, seu ensaio consiste em após a identificação da massa seca, as amostras são colocadas num tanque de água a temperatura ambiente por 24 horas, ou fervido por 2 horas, e após esse processo é pesado a amostra, e feito uma relação da sua massa saturado e sua seca.

3.3.5 Característica mecânica

A característica mecânica, está relacionada, dentre alguns fatores, a temperatura ideal de queima do bloco cerâmico, que se localiza entre 900°C a 1000°C. Determina a resistência à compressão dos blocos, calculada sobre a área bruta do bloco, devendo o valor do resultado ser maior ou igual a 1,5 MPa para

blocos de vedação com furo da vertical. A característica mecânica indica o quanto de força peso ela suporta sobre o tijolo.

3.3.6 Amostragem

Amostragem simples é quantificado por 13 amostras, e dupla amostragem é constituído por 26 amostras. A tabela 1 demonstra que norma exige as seguintes amostras para cada ensaio:

Tabela 1 Quantidade de amostras de cada ensaio para cada fábrica

Ensaio de verificação	Quantidade de amostras
Verificação de identificação	13 amostras
Características visuais	26 amostras
Características geométricas	13 amostras
Características mecânica	13 amostras
Índice de absorção d'água	6 amostras

Fonte: NBR 15270/2017

Para as amostras das características visuais, são separadas como duas amostras de 13 tijolos, é feito então a inspeção da primeira amostra, se atender as exigências de aceitação de amostras, não é necessário averiguar a segunda amostra, mas caso tenha sobressaído a margem de aceitação, é oferecido uma segunda chance de inspeção para o teste de característica visual.

3.3.7 Requisitos específicos e critérios de aceitação

3.3.7.1 Identificação dos blocos cerâmicos

Se algum corpo de prova não possuir qualquer tipo de identificação, o lote é rejeitado imediatamente, não há uma tolerância para esta qualificação.

3.3.7.2 Característica visual

Na condição de característica visual, o bloco deve-se apresentar inteiro e sem deformações, há uma grande tolerância para sua aceitação, pois é permitido até duas amostragens, mas isso não significa que necessita das duas, a norma indica os seguintes dados para sua aceitação.

Tabela 2 Aceitação e rejeição para característica visual

Número de blocos		Unidade em inconformidade			
		1º amostragem		2º amostragem	
1º amostra	2º amostra	Nº de aceitação	Nº de rejeição	Nº de aceitação	Nº de rejeição
13	13	2	5	6	7

Fonte: NBR 15270/2017

Conforme demonstra a tabela 2, se na primeira amostragem houver 2 ou menos blocos não conformes com as características visuais perfeitas, o lote está aprovado, mas se a quantidade apresentar igual ou maior que 5 blocos inconformes, o lote está rejeitado na primeira amostragem. Caso apresente 3 ou 4 tijolos não conformes, o ensaio é repetido na próxima amostragem, com a mesma quantidade de amostras, do mesmo lote, e seu resultado é cumulativo ao anterior.

Na segunda amostragem é necessário que a soma entre os resultados das duas amostras apresente valor igual ou inferior ao recomendado na coluna de aceitação da segunda amostragem, demonstrado na Tabela 2 Aceitação e rejeição para característica visual, caso esse valor ultrapasse o número de aceitação, seu lote é definitivamente rejeitado.

3.3.7.3 Dimensões das faces (Largura, altura e comprimento)

As dimensões dos blocos devem estar de acordo com as indicadas nas tabelas da norma, como demonstrado na figura 4 a seguir.

Figura 4 Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação.

Dimensões modulares $L \times H \times C$ Módulo dimensional $M = 10 \text{ cm}$	Dimensões nominais cm				
	Largura L	Altura H	Comprimento C		
			Bloco principal	1/2 bloco	
$(1) M \times (1) M \times (2) M$	9	9	19	9	
$(1) M \times (1) M \times (5/2) M$			24	11,5	
$(1) M \times (3/2) M \times (2) M$			14	19	9
$(1) M \times (3/2) M \times (5/2) M$		24		11,5	
$(1) M \times (3/2) M \times (3) M$		29		14	
$(1) M \times (2) M \times (2) M$		19	19	19	9
$(1) M \times (2) M \times (5/2) M$				24	11,5
$(1) M \times (2) M \times (3) M$				29	14
$(1) M \times (2) M \times (4) M$				39	19
$(5/4) M \times (5/4) M \times (5/2) M$	11,5	11,5	24	11,5	
$(5/4) M \times (3/2) M \times (5/2) M$		14	24	11,5	
$(5/4) M \times (2) M \times (2) M$		19	19	19	9
$(5/4) M \times (2) M \times (5/2) M$				24	11,5
$(5/4) M \times (2) M \times (3) M$				29	14
$(5/4) M \times (2) M \times (4) M$				39	19
$(3/2) M \times (1) M \times (5/2) M$	14	09	24	11,5	
$(3/2) M \times (1) M \times (3) M$			29	14	
$(3/2) M \times (2) M \times (2) M$			19	19	9
$(3/2) M \times (2) M \times (5/2) M$		24		11,5	
$(3/2) M \times (2) M \times (3) M$		29		14	
$(3/2) M \times (2) M \times (4) M$		19	19	39	19
$(2) M \times (2) M \times (2) M$	19			9	
$(2) M \times (2) M \times (5/2) M$	24			11,5	
$(2) M \times (2) M \times (3) M$	29			14	
$(2) M \times (2) M \times (4) M$	24	24	39	19	
$(5/2) M \times (5/2) M \times (5/2) M$			24	11,5	
$(5/2) M \times (5/2) M \times (3) M$			29	14	
$(5/2) M \times (5/2) M \times (4) M$	24	24	39	19	

NOTA Os blocos com largura de 7,0 cm e altura de 19 cm são admitidos excepcionalmente, somente em funções secundárias (como em "shafts" ou pequenos enchimentos) e respaldados por projeto com identificação do responsável técnico.

Fonte: NBR 15270/2017.

A figura 4 demonstra as dimensões nominais dos tijolos para sua padronização de fabricação. A dimensão usual para os blocos utilizados na cidade de Ariquemes é de 9x14x19 e 9x14x24.

A tolerância de diferença das dimensões indicadas para tijolos de vedação é de 5 milímetros individualmente e 3 milímetros a média, para mais ou menos.

Tabela 3 Aceitação e rejeição para característica geométricas.

Números de blocos cerâmicos	Unidades não conformes	
	Número para aceitação do lote	Número para rejeição do lote
Amostragem simples		
13	2	3

Fonte: NBR 15270/2017.

Conforme a tabela 3, o lote é descartado quando há mais de duas unidades de tijolos fora do padrão de tamanho, levando em consideração da tolerância de 5 milímetros individualmente, e caso a média obtida ultrapasse a tolerância de 3 milímetros, o lote é rejeitado.

3.3.7.4 Espessura dos septos e paredes externas

Septo é a região entre os furos do bloco, sua dimensão mínima é de 7 centímetros, suas tolerâncias de dimensão são de 0,5 milímetro para menos, para tijolos de vedação de 1,5Mpa, como o estudado aqui.

Sua espessura para as paredes externas a soma do corte transversal deve ser sempre maior ou igual a 20 milímetros sem tolerância para valor mínimo.

O lote é descartado quando há mais de duas unidades de tijolos fora do padrão de tamanho, levando em consideração da tolerância de 5 milímetros individualmente, e caso a média obtida ultrapasse a tolerância de 3 milímetros, o lote é rejeitado.

3.3.7.5 Desvio em relação ao esquadro

A tolerância para o desvio em relação ao esquadro é de no máximo 3 milímetros.

O lote é descartado quando há mais de duas unidades de tijolos fora do padrão de tamanho, levando em consideração da tolerância de 5 milímetros individualmente, e caso a média obtida ultrapasse a tolerância de 3 milímetros, o lote é rejeitado.

3.3.7.6 Planeza das faces

O desvio da planeza das faces, conhecida como flecha, não deve ultrapassar 3 milímetros.

O lote é descartado quando há mais de duas unidades de tijolos fora do padrão de tamanho, levando em consideração da tolerância de 5 milímetros individualmente, e caso a média obtida ultrapasse a tolerância de 3 milímetros, o lote é rejeitado.

3.3.7.7 Resistência à compressão

A resistência à compressão mínima aceita é de 1,5 Megapascal. Na Tabela 4, é apresentado os parâmetros para aceitação e rejeição para característica mecânica.

Tabela 4 Aceitação e rejeição para característica mecânica.

Números de blocos cerâmicos	Unidades não conformes	
	Número para aceitação do lote	Número para rejeição do lote
13	2	3

Fonte: NBR 15270/2017.

No estudo de ensaio a compressão, referente à resistência do bloco cerâmico individual de vedação é aceito até 2 amostras não conforme a carga mínima de 1,5 Mpa.

3.3.7.8 Índice de absorção de água

A norma estipula valores de 8% a 25% como aceitáveis para o índice de absorção de água. Na Tabela 5, é apresentado os parâmetros para aceitação e rejeição para as propriedades físicas de absorção de água do tijolo.

Tabela 5 Aceitação e rejeição para característica física.

Números de blocos cerâmicos	Unidades não conformes	
	Número para aceitação do lote	Número para rejeição do lote
Amostragem simples		
6	1	2

Fonte: NBR 15270/2017

Para este quesito, a norma permite apenas um bloco cerâmico em inconformidade.

4 METODOLOGIA

Neste item estão descritos os métodos experimentais utilizados para o desenvolvimento da pesquisa, verificando-se os cumprimentos de requisitos da Norma Brasileira de Regulamentação 15270 de 2017 (NBR-15270). Foi feita a análise geométrica, bem como as dimensões do bloco, largura, altura e comprimento, a espessura dos septos do bloco, que são o elemento que separa os furos, dimensão das paredes externas, verificação de desvio de esquadro e planeza de faces, foi aferido as características físicas definidas pela massa seca e índice de absorção e examinou as características mecânicas, ou seja, a resistência à compressão dos blocos. Com o auxílio do laboratório de materiais de engenharia civil da Faculdade de Educação e Meio Ambiente (FAEMA) foram feitos os ensaios.

4.1 PRODUÇÃO DOS BLOCOS CERÂMICOS DE ARIQUEMES

Foi realizado uma visita técnica nas indústrias de produção de bloco cerâmico da cidade de Ariquemes, para observar seu processo de fabricação. As empresas de confecções de tijolos conhecidas são um total três em Ariquemes, sendo identificadas de “A” à “C” para preservar suas identidades. Ambas as empresas possuíam os setores de administração e produção bem definidos e separados. As empresas “A” e “C” demonstram possuir uma produção de alta escala, com uma grade de funcionário grande, enquanto a fábrica “B” já se apresentou como uma empresa familiar com uma produção que atende bem sua demanda, e quadro de funcionários pequeno, sendo a maioria algum parente, mas que possuía empregados sem parentesco.

4.1.1 Extração e preparação da matéria prima

O processo de produção começa com a exploração de jazidas da matéria prima principal, a argila. Nas empresas “A” e “B”, as jazidas de argilas são próximas às fabricas, como pode observar na Figura 5 Jazidas de argila, a seguir, diminuindo os gastos com o transporte. Pelo próprio setor de produção é observado as máquinas retroescavadeiras e caçambas fazendo a coleta de argila para abastecer a fábrica. A empresa “C” faz a exploração de uma jazida distante do meio de produção, portanto é feito a extração da matéria prima no local da jazida com a retroescavadeira e colocado na caçamba, e a caçamba transporta o material até o meio a linha de produção.

Figura 5 Jazidas de argila



Fonte: Autor (2021)

Foi constatado que na empresa “A” e “B” não havia um estudo de laboratório para garantir a qualidade ou características dos materiais usados na produção dos blocos, a empresa “C” preferiu não responder sobre o estudo de material antes da fabricação dos blocos cerâmicos.

4.1.2 Desenvolvimento dos blocos: extrusão

Nesta etapa, após o material ser depositado no caixão, que é o estoque inicial de argila que será o início da produção, nas três empresas o material é transportado por esteiras até o moedor, que tritura as partes maiores em menores, logo após esse moedor apenas a empresa “A” encaminhava o material até uma máquina laminadora, dois cilindros que prensava o material argiloso entre eles, transformando-os em lascas de argila, em seguida a produção transportava para outro triturador, onde havia sempre um operário que acrescentava água na mistura conforme a necessidade de água para a argila, demonstrado nas Figura 6 Transporte e trituradora de material da empresa "A"Figura 7 Transporte e trituradora de material da empresa "B"Figura 8 Transporte e trituradora de material da empresa "C" a seguir.

Figura 6 Transporte e trituradora de material da empresa "A"



Fonte: Autor (2021)

Figura 7 Transporte e trituradora de material da empresa "B"



Fonte: Autor (2021)

Figura 8 Transporte e trituradora de material da empresa "C"



Fonte: Autor (2021)

Em seguida o material úmido e triturado é levado até a extrusora, também conhecida como maromba, como demonstra a Figura 9 Máquina de extrusão de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C"., que irá empurrar o material, que será moldado de acordo com o bico instalado na extrusora. Quando me apresentei na visita a produção na fábrica "B", os funcionários estavam fazendo a limpeza do bico da extrusora, que apresentava muitos resíduos orgânicos, como raízes e fragmentos de madeira, questionado sobre a quantidade de vezes necessária de parar a produção para fazer essa limpeza, de acordo com um funcionário era necessário no máximo duas vezes ao dia, mas nem sempre era preciso, mas que toda manhã eles faziam a remoção do bico e o limpavam. Nas empresas "A" e "C" a produção estava em andamento normalmente.

Figura 9 Máquina de extrusão de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C".



Fonte: Autor (2021)

A próxima etapa após a extrusão é cortar o material no tamanho desejado, o tamanho padrão para tijolo é 9cm x 14cm x 19cm, as empresas "A" e "B" executam os blocos nessas medidas, a empresa "C" desenvolve blocos com comprimento maior, que é aceito por norma, a medida de seus tijolos são de 9cm x 14cm x 24cm. A máquina que faz a seção do tijolo é conhecida, demonstrado na Figura 10 Máquina de cortar de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C"., como cortadeira.

Figura 10 Máquina de cortar de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C".



Fonte: Autor (2021)

A máquina, das três empresas, que corta os blocos, utiliza arame para essa função, pois apresenta menos contato com a massa do bloco ainda úmido, diminuindo defeitos nos blocos.

4.1.3 Transporte

Após o corte é feito o transporte dos blocos até a tratamento térmico de secagem, e é nesse processo que podem aparecer alguns defeitos de manuseio incorreto. A empresa "A" e "B" demonstravam um transporte em sua maioria manual, no qual um colaborador utilizavam as próprias mãos para transferir o bloco da mesa recém cortado até um palete, uma empilhadeira colocara o palete com os blocos úmidos num pátio coberto, a remoção da umidade será natural pela temperatura do ambiente. A empresa "C" possuía um conjunto de transporte mais avançado em relação a tecnologia, o transporte dos blocos úmidos é feito todos em trilhos, como demonstra a Figura 11 Trilhos para transporte dos blocos,

Figura 11 Trilhos para transporte dos blocos



Fonte: Autor (2021)

Na empresa “C”, até mesmo a disposição dos blocos úmidos, na estante que está nos trilhos é feito de forma mecanizada, ou seja, não tem necessidade de interferência direta dos funcionários com os blocos.

4.1.4 Tratamento térmico

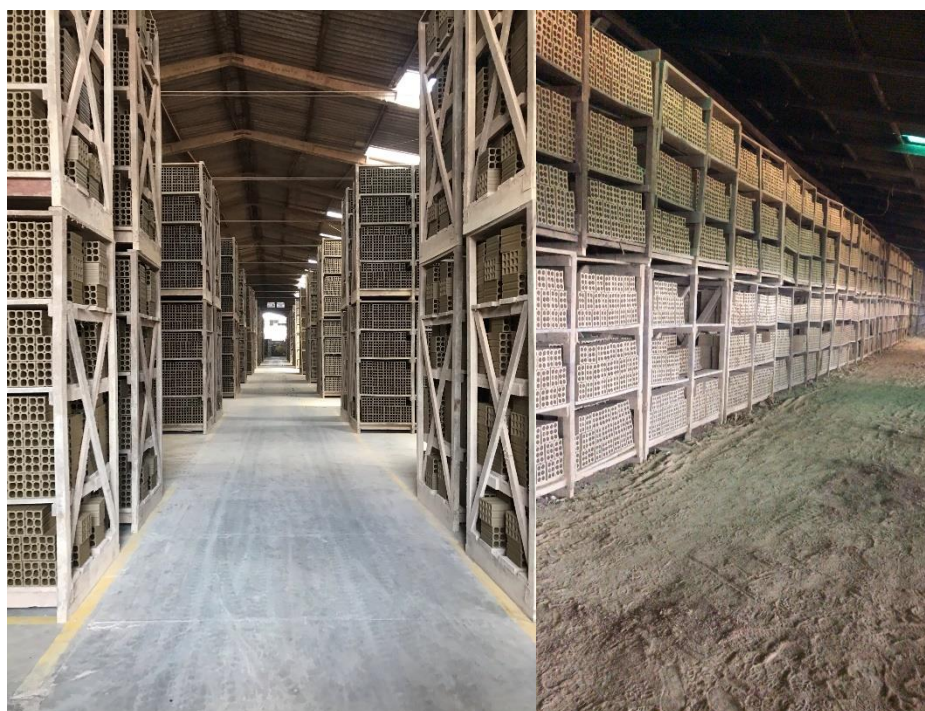
A fase de tratamento térmico é fundamental para desenvolvimento positivo e consolidação das propriedades principais do bloco cerâmico, ele é dividido em duas partes: secagem e queima.

4.1.4.1 Secagem

Processo para reduzir o teor de umidade do interior do tijolo de forma lenta e uniforme, com o objetivo de evitar patologias como trincas, empenamentos ou quebras.

As empresas “A” e “B” utilizava o método de secagem natural, em que os blocos são expostos às temperaturas ambientes, é um método mais lento e dependente das condições climáticas da região, como: umidade do ar, vento, tempo, entre outros. Armazenam as peças cerâmicas em galpões cobertos, como observado na Figura 12 Método de secagem natural.

Figura 12 Método de secagem natural



Fonte: Autor (2021)

A empresa “C” faz o uso do método artificial, utilizando a estufa para acelerar o processo de remoção de água. Os tijolos ficam na estufa a cerca de 50°C por dois dias, depois disso são levados aos fornos a temperaturas mais elevadas.

Figura 13 Método de secagem artificial



Fonte: Autor (2021)

Nesse método a remoção da umidade dos blocos ocorre de forma mais rápida, agilizando o processo de produção.

4.1.4.2 Queima

Após a secagem lenta, os blocos são levados até os fornos, que podem alcançar temperaturas de 900°C a 1500°C, esse processo de queima, se bem executado, oferece ao tijolo aumento na massa específica, dureza e resistência mecânica.

As empresas “A” e “B” apresentavam fornos menos modernos, conhecidos como fornos paulistinha ou abóboda, como a Figura 14 Forno paulistinha a alimentação é automática, porem há a necessidade de haver matéria no estoque para alimentar o forno, logo um operário é necessário para alimentar o estoque do forno.

Figura 14 Forno paulistinha



Fonte: Autor (2021)

A empresa “C” demonstra modernidade no processo de queima dos blocos cerâmicos, com seu forno de túnel, observado na Figura 15 Forno túnel, o carrinho carregado de tijolo, ainda sob o trilho, é transportado para dentro do forno, que é alimentado automaticamente por uma esteira localizada a superior do forno, conforme a necessidade

Figura 15 Forno túnel



Fonte: Autor (2021)

Após o processo de queima, o tijolo é colocado para resfriar naturalmente, logo em seguida os tijolos voltam a ser manuseados pelos operários para serem comercializados e distribuídos.

4.2 COLETA DE AMOSTRAS

A coleta, para pesquisa, foi realizada na cidade de Ariquemes, interior do estado de Rondônia, foram analisados os blocos de vedação de dimensão 9 cm x 14 cm x 19 cm e 9 cm x 14 cm x 24 cm, essa variação de tamanho ocorreu por conta que uma das industrias pesquisadas confecciona tijolos maiores que as outras. As empresas “A” e “B” fabricam tijolos do tamanho 9x14x19 cm, enquanto a “C” produzem blocos de 9x14x24 cm, diferindo das outras duas. Foram coletados 26 blocos de cada empresa de confecção de tijolo, conhecidas como olarias.

4.3 CARACTERÍSTICAS VISUAIS

A princípio foi feita a análise visual e identificação dos tijolos, pois em uma das faces externas é obrigatório a impressão com informações do fabricante, e observados defeitos sistemáticos apresentados nos blocos cerâmicos, como marcas de manuseio incorreto, quebras e deformações como demonstrado na figura 16 a seguir.

Figura 16 Defeitos visuais a serem observados



Fonte: Autor (2021)

Os tijolos fora do padrão exigem mais tempo de mão de obra para serem colocados, e as alterações que eles ocasionam produzem custos adicionais de reparo e acabamento.

4.4 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA

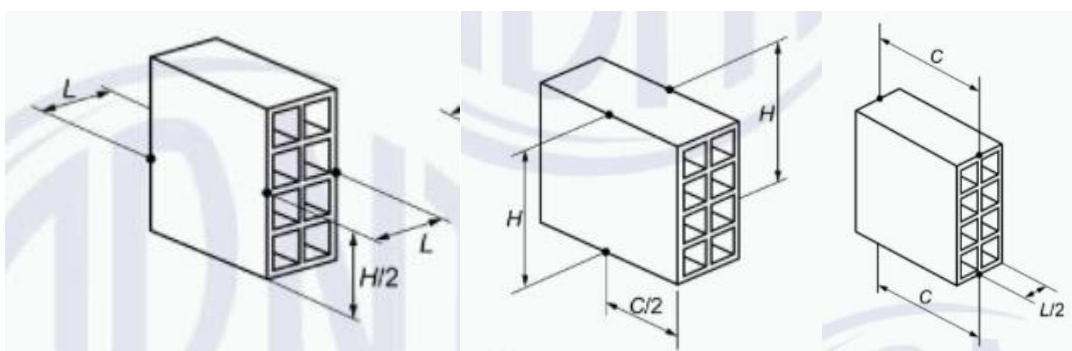
A NBR 15270/2017 cria um modelo de verificação geométrica bem detalhado, dividindo-se em medida das faces, espessura dos septos e paredes externas, desvio em relação ao esquadro e planeza das faces.

4.4.1 Medida das faces

Verificação das dimensões do bloco foi feita com o auxílio de algumas ferramentas: Paquímetro, régua e esquadro. A NBR-15270 exige um mínimo de treze

amostras de cada empresa de confecção de tijolo, foi verificado com uma amostragem simples de 13 tijolos. A priori os corpos de prova foram preparados e condicionados conforme especifica a norma, o procedimento do ensaio foi feito sobre uma mesa regular nivelada. Para medir as faces foi utilizado uma régua metálica, a medição é feita posicionando a régua no centro de uma das medidas a ser examinada, por exemplo, para descobrir a largura, a régua foi posicionada no meio da altura do tijolo, nas duas faces, para altura foi medido na metade do comprimento, nas duas faces, a medida do comprimento foi analisado com a régua sobre a metade da largura do corpo de prova, em cada face, como ilustra a Figura 17 Ilustração do local de medição dos blocos cerâmicos.

Figura 17 Ilustração do local de medição dos blocos cerâmicos.



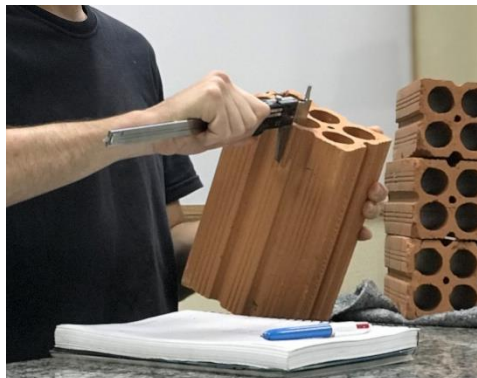
Fonte: NBR 15270/2017.

É exigido uma amostragem simples, de 13 corpos de prova, para este ensaio. Para rejeição do lote, deve haver 3 ou mais tijolos fora das medidas ou da tolerância admitida, que é de 5 mm (milímetro) a medida individual e 3 mm na média.

4.4.2 Espessura dos septos e paredes externas

Para determinar as espessuras dos septos e das paredes externas dos corpos de provas, foi utilizado um paquímetro como ferramenta de medição, como pode ser observado na Figura 18.

Figura 18 Medição de septo e parede externa de bloco cerâmico.



Fonte: Autor (2021)

Para medir as espessuras, analisou-se uma dimensão de cada face e o septo menos espesso. Para rejeição do lote, deve haver 3 ou mais tijolos fora das medidas ou da tolerância admitida, que é de 0,5 mm.

4.4.3 Desvio em relação ao esquadro

A definição do desvio em relação ao esquadro, com auxílio de um esquadro e uma régua, é feito o desvio em relação ao esquadro posicionando o esquadro numa face que assenta o tijolo com argamassa e a outra face maior, onde é feito o revestimento, como demonstra a figura 19 Ilustração de medição no esquadro.

Figura 19 Ilustração de medição no esquadro.



Fonte: NBR 15270/2017

Para rejeição do lote, deve haver 3 ou mais tijolos fora do esquadro ou da tolerância admitida, que é de no máximo 3 mm a mais ou a menos.

4.4.4 Planeza das faces

Determinação da planeza das faces, neste caso foram utilizados um esquadro e uma régua como ferramenta de medição, a face analisada é a mesma que é feito o revestimento. O esquadro foi posicionado na diagonal da face de revestimento, e medido o desvio côncavo ou convexo da face, realizado como observado na Figura 20 Verificação da planeza das faces.

Figura 20 Verificação da planeza das faces.



Fonte: Autor (2021)

Para rejeição do lote, deve haver 3 ou mais tijolos fora do esquadro ou da tolerância admitida, que é de no máximo 3 mm a mais ou a menos.

4.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Verificação das características físicas, como massa seca e índice de absorção da água, as ferramentas utilizadas serão, principalmente: estufa, tanque de água e balança. Para este teste a NBR-15270 aceita seis amostras de cada empresa de confecção de tijolo.

4.5.1 Massa seca

Para descobrir a massa seca (m_s) dos blocos cerâmicos, eles foram devidamente limpos, retirando qualquer resquício de pó e partículas soltas, e armazenado numa estufa, como demonstrado na figura 21, bloco cerâmico em estufa para secagem, então foram submetidos a uma secagem a 105 °C, a cada uma hora se fazia a pesagem dos tijolos, quando a diferença de peso entre o peso atual e o anterior diferiu 0,25%, é adotado este como massa seca (m_s) do bloco cerâmico, mais adiante este dado será

utilizado na fórmula de índice de absorção.

Figura 21 Bloco cerâmico em estufa para secagem.



Fonte: Autor (2021).

O índice de absorção de água (AA) é dado pela equação 2, representada a seguir:

$$AA\% = \frac{m_u - m_s}{m_s} \times 100 \quad (2)$$

Onde m_u e m_s são massa úmida e massa seca, respectivamente.

4.5.2 Massa úmida

A determinação da massa úmida (m_u) ocorre com a imersão total dos tijolos num recipiente com a água a temperatura ambiente por 24 horas como pode ser observado na Figura 22 Blocos cerâmicos imersos em água.

Figura 22 Blocos cerâmicos imersos em água.



Fonte: Autor (2021).

Após esse tempo com o corpo de prova saturado é retirado e colocado sobre uma superfície para escorrer o excesso de água, foi passado um pano limpo e úmido para retirada da água remanescente, entre a remoção do corpo de prova do recipiente com água à sua pesagem deve ser feito em menos de 15 minutos.

4.6 CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Verificação das características mecânicas como a resistência à compressão, ferramenta utilizada: prensa hidráulica. A NBR-15270 determina 13 corpos de prova de cada empresa de confecção de bloco cerâmico de vedação. Os corpos de provas foram colocados entre dois pratos metálicos que abrangiam toda a área da superfície. É realizado o capeamento de no máximo 3 mm, de forma a regularizar a superfície com pasta de cimento, após a cura do capeamento, os corpos de provas são emergidos num tanque de água por 6:00 horas no mínimo, como é observado na Figura 23 Capeamento das amostras após 24 horas e imersão por 6 horas.

Figura 23 Capeamento das amostras após 24 horas e imersão por 6 horas.



Fonte: Autor (2021)

A posição do ensaio deve ser igual a como o tijolo será empilhado e como ele distribuirá a carga em obra, neste caso será em posição cutelo, ou meia vez como é conhecido, o corpo de prova será colocado na prensa com o centro de gravidade mais próximo possível do centro do prato da prensa como pode ser observado na Figura 24 Demonstração do ensaio de compressão..

Figura 24 Demonstração do ensaio de compressão.



Fonte: NBR 15270/2017

Com o resultado dos testes em mão será feita uma análise e compara-los, com auxílio de ferramentas visuais como gráficos e tabelas.

5 RESULTADOS

5.1 ESTUDO DE CONFECÇÃO

Foi estudado de perto o processo de execução das indústrias de cerâmicas de Ariquemes, há três na cidade de Ariquemes, para manter a confidencialidade elas serão tratadas como “A”, “B” e “C”, as empresas atendiam aos requisitos de segurança em algumas partes, alguns funcionários possuíam os equipamentos de proteção individuais (EPI), porem outros não utilizavam o mesmo. Todas as empresas possuíam as licenças ambientais em validade.

Alguns dados obtidos através das olarias estão apresentados na Tabela 6 Característica das olarias de Ariquemes-RO

Tabela 6 Característica das olarias de Ariquemes-RO

	A	B	C
Tipo de produção	Manual por extrusão	Manual por extrusão	Mecanizado por extrusão
Material Fabricado	Apenas blocos cerâmicos	Apenas blocos cerâmicos	Apenas blocos cerâmicos, outros por encomenda
Dimensão dos blocos	9x14x19	9x14x19	9x14x24
Tipo de forno	Paulistinha	Paulistinha	Vagão
Temperatura de Queima	até 950 °C	Até 1000 °C	até 950 °C

Fonte: Autor (2021)

A empresa “A” e “B” não possuem laboratórios de qualidade para verificar os cumprimentos de norma, a empresa “C” preferiu não responder. Nestas fabricantes não havia uma medição ou estudo do quanto de água colocar na argila durante o processo de fabricação, era quantificado de forma intuitiva pelo operador da máquina de moagem, antes de ir para extrusora. Questionado ao gerente de qualidade da empresa “A” o quanto de água era colocado para o ponto da massa para o bloco cerâmico, a resposta obtida foi: “Cada tijolo perde cerca de 600 gramas de água durante o processo de fabricação até sua secagem no forno, então essa é a média de água colocada na fabricação”.

As empresas produzem os tijolos pelo mesmo método, de extrusão, em que a matéria prima é depositada num funil, chamado caixaão, e por meio de uma esteira o material é levado até um moedor para quebrar os pedaços grandes de argila, logo em seguida, na empresa “A” o material argiloso passava pela máquina que acrescentava água e transformava o material em lascas de argila, chamado de laminador, dois cilindros que giravam enquanto o material era lançado pouco a pouco, que o transformava em lâminas, na empresa “B” e “C” o material, após passar ao moedor era conduzido a um misturador e acrescentado água a sua composição, e depois disso o material ia para a extrusora, uma máquina que empurra a argila no molde do tijolo que resulta no formato do tijolo infinito, e logo em seguida é recortado por uma máquina de fios de arame, como demonstra a figura 25 a seguir.

Figura 25 Extrusora e máquina de corte de fio de arame.



Fonte: Autor (2021)

Antes de ir para o forno os tijolos recém fabricados, úmidos, nas fabricantes “A” e “B” são encaminhados através de empilhadeiras a galpões cobertos a temperatura ambiente, para a umidade sair aos poucos, como demonstrado nos itens a) e b) da figura 12 disposição dos tijolos para remoção gradual da água. Na fabricante “C” os blocos recém criado são encaminhados a uma estufa com temperaturas de até 50°C, o transporte é feito todo por trilho e uma máquina a motor para fazer o transporte, como pode ser observado no item c) e d) da Figura 26.

Figura 26 Disposição dos tijolos para remoção gradual da água



a)

b)

c)

d)

Fonte: Autor (2021)

Após alguns dias são colocados nos fornos, onde alcançam temperaturas de até 900°C. A empresa “A” informou que os blocos ficam 3 dias no forno paulistinha, como observado no item “a” da figura 16, em temperaturas gradativamente crescentes, a alimentação do forno e temperatura são automatizadas, como demonstra a figura 7, porém há a necessidade de um operário alimentar o estoque próximo do alimentador, conforme o forno necessita de pó de serra a máquina oferece, e durante a queima nas ultimas 18 a 20 horas são mantidos em temperatura alta constante de 920 a 950°C. A empresa “B” faz o uso do mesmo tipo de forno e método de cozimento de tijolo, a temperatura é controlada por um mostrador externo, como demonstra a figura 8, porém a alimentação do forno é manual, segundo o operário do forno, no último dia a temperatura da fornalha pode chegar a 1000°C. A empresa “C” utiliza o forno de vagão, como observado no item “b” da figura 27, em que os tijolos após saírem da estufa são levados a uma esteira, que suporta altas temperatura, a alimentação e verificação de temperatura são totalmente automatizadas, como demonstra a figura 28, há uma esteira aérea que encaminha o pó de serra do estoque de serra até as fornalhas, conforme a necessidade de aumento de temperatura.

Figura 27 Fornos utilizados para queima dos tijolos



a) Forno paulistinha

b) Forno vagão

Fonte: Autor (2021)

Figura 28 Demonstradores e controladores de temperatura das empresas “A”, “B” e “C”, respectivamente.



Fonte: Autor (2021)

No interior do forno, após a queima do pó de serra, o ar no inteiro do forno vai aquecendo e vai subir até o teto do forno e passar por dentro dos tijolos, isso é importante para que a queima dos tijolos seja uniforme, e para que todos os tijolos tenham ar quente passando por dentro deles para seu cozimento, até o piso do forno, onde o chão é todo vazado para o ar quente poder sair, como demonstrado na figura 29, a saída do ar quente ocorre através das chaminés, construídas próximas aos fornos, como observado na figura 30.

Figura 29 Piso vazado dos fornos paulistinha.



Fonte: Autor (2021)

Figura 30 Chaminé dos fornos paulistinha.



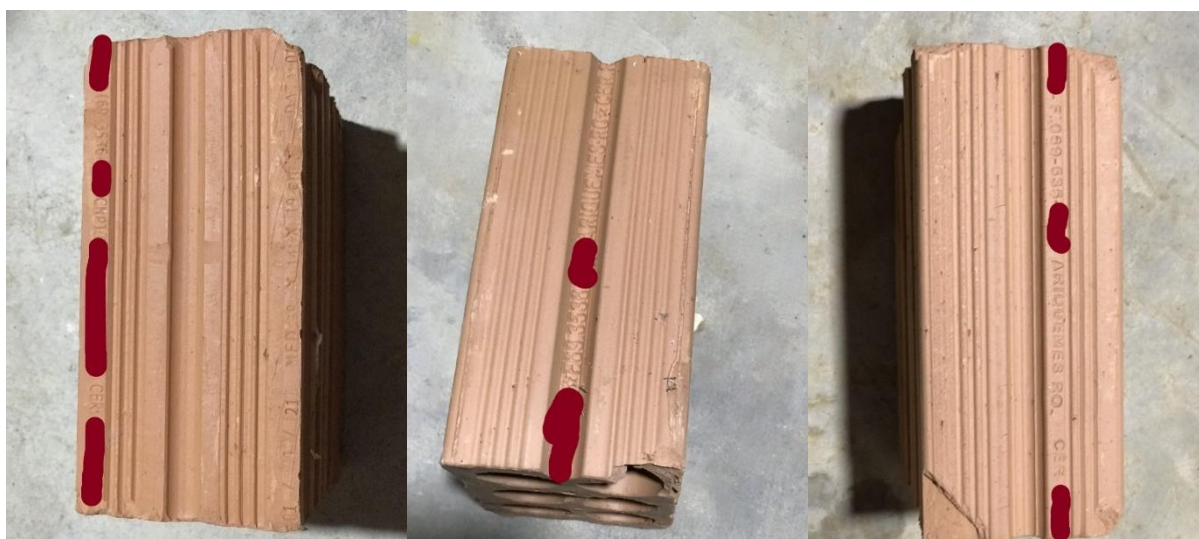
Fonte: Autor (2021)

Após a queima dos tijolos, eles são distribuídos sem nenhuma verificação técnica, para constatar se o lote é apto e se está seguindo as normativas vigentes da NBR 15270-2017.

5.2 CARACTERIZAÇÃO VISUAL

Na análise visual foi observado que todos os blocos cerâmicos apresentavam a identificação com dados de suas fabricantes, conforme a NBR 15270/2017 manda, apresentado na figura 31, e foram analisados muitos defeitos sistemáticos apresentados nos blocos cerâmicos, como marcas de manuseio incorreto, quebras, trincas e rachaduras.

Figura 31 Identificação dos blocos cerâmicos



Fonte: Autor (2021)

Todos os tijolos apresentavam alguma identificação dos fabricantes, portanto para este quesito está aprovado. Como pode-se notar a empresa A, transcreve em seus produtos de um lado o nome da empresa, número para contato e CNPJ, e o outro lado fica informações sobre a data de fabricação e medidas nominais do bloco. As empresas B e C disponibilizam em seu produto apenas seu nome, local de fabricação e número para contato.

Um dos primeiros indicativos da qualidade do tijolo é sua coloração, que é uma característica facilmente vista, a norma não especifica nada a respeito desta característica, mas a alguns estudos que blocos cerâmicos de qualidade demonstram uma cor marcante de tonalidade laranja forte, amostras claras ou pálidas demonstram baixa qualidade. A seguir na figura 32 pode-se perceber a coloração das amostras adquiridas.

Figura 32 Coloração das amostras de cada olaria



a) Fabricante A

b) Fabricante B

c) Fabricante C

Fonte: Autor (2021)

Nota-se, na figura 32, que não há uma homogeneidade de coloração na própria amostra de cada olaria, e entre elas há uma diferença ainda mais acentuada, isso se dá principalmente pela constituição da matéria prima de cada uma, o tempo no fomo também influencia na coloração mais escura. A coloração dos produtos da empresa “B” e “C” estão mais próximo e uma cor bege, enquanto da fabricante “A” a coloração se assemelha às tonalidades próximas do marrom.

Assim que foi comprado as amostras, foi averiguado suas condições físicas e quanto a integridade das amostras obtidas, imediatamente após a compra obteve-se os seguintes dados sobre os blocos que apresentavam algum defeito visual. Através da tabela 7, observado a seguir, é interpretado alguns resultados obtidos.

Tabela 7 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre a integridade dos tijolos.

Empresa	Blocos em inconformidade com a NBR 15270	Aceita/Rejeita
A	10	Rejeita
B	9	Rejeita
C	13	Rejeita

Fonte: Autor (2021).

Portanto, como demonstra a tabela 7, a empresa “A” possuíam 10 blocos com algum defeito visual, a fabricante “B” observou-se que das 13 amostras 9 apresentava algum defeito visual e a empresa “C” todas as amostras tinham alguma imperfeição visual. Algumas dessas imperfeições estão demonstradas na figura 33 a seguir.

Figura 33 Exemplos de inconformidade com a característica visual essencial.



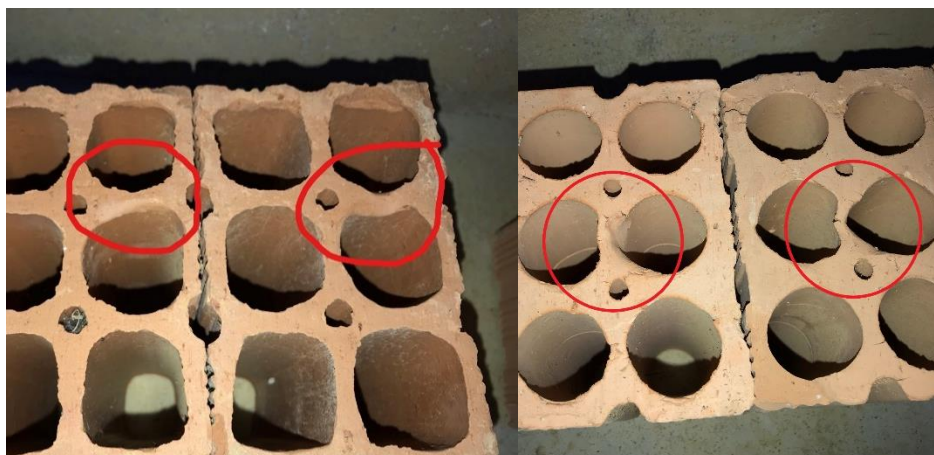
a) Tijolos com quebras



b) Tijolos com rachaduras



c) Tijolos com ranhura no estado amolecido



d) Tijolo apresentando patologia de manuseio inadequado

Fonte: Autor (2021)

Como pode-se notar, todas as empresas falharam em vender seu produto pela qualidade visual, os produtos da empresa A e B apresentavam alguns defeitos de quebrado, outras de fissuras, e alguns de manuseio incorreto em seu estado amolecido ainda, antes da queima, a empresa C já demonstrava grande quantidade de blocos com trincas.

5.3 CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA

Seguindo os parâmetros determinados pela NBR 15270/2017 executou-se o ensaio que determina as características geométricas, tal qual medida das faces,

desvio em relação ao esquadro, quão plano estaria às faces e espessura dos septos e paredes externas. Para o ensaio, foi necessário o uso de um paquímetro digital, régua metálica e esquadro. A princípio os blocos foram limpos, identificados e tiveram as rebarbas retidas, por consequente foram colocados em ambiente protegido, sobre um palete, em ambiente coberto.

5.3.1 Medida das faces

A Tabela 8 Avaliação das dimensões efetivas individuais e média dos tijolos. demonstra os resultados das quantidades individuais de blocos cerâmicos em desacordo com a NBR 15270/17, e o resultado da média das dimensões dos blocos cerâmicos de cada empresa que produz na cidade de Ariquemes, no estado de Rondônia.

Tabela 8 Avaliação das dimensões efetivas individuais e média dos tijolos.

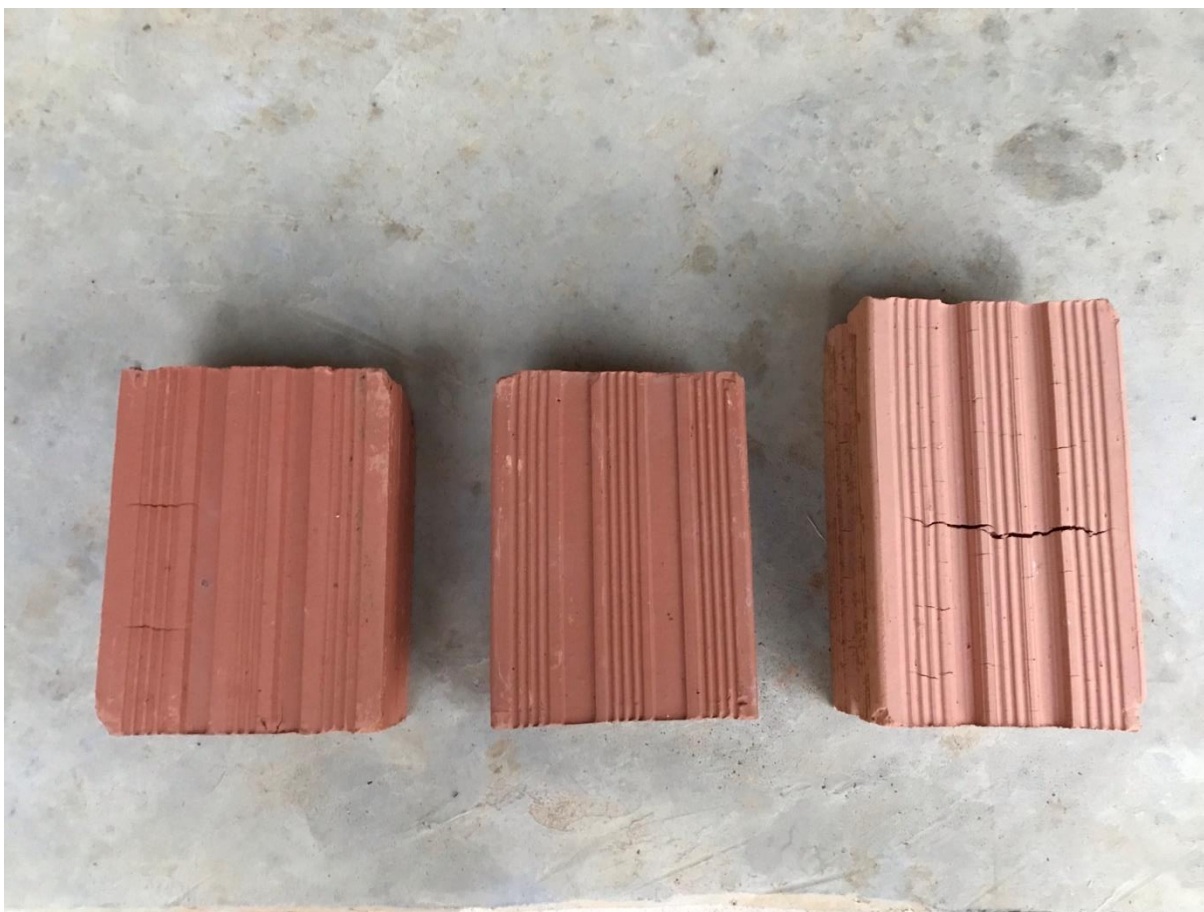
Dimensões individuais, quantidade de tijolos não conformes					Dimensão média (mm)			
Empresa	L	H	C	LOTE	L	H	C	LOTE
A	0	1	5	R	88,3	139,1	185,4	R
B	2	9	12	R	88,9	133,5	183,0	R
C	0	0	13	R	93,9	140,5	226,7	R

Legenda 1 - L = Largura, H = Altura, C = Comprimento, A = Aprovado e R = Reprovado.

Fonte: Autor (2021).

Observa-se que nenhuma delas foram aprovadas na análise geométrica, pois a norma define um máximo de 2 blocos com dimensões ultrapassando a tolerância do permitido para dimensões individuais, de 5 mm e dimensão média, de variação permitida de 3 mm.

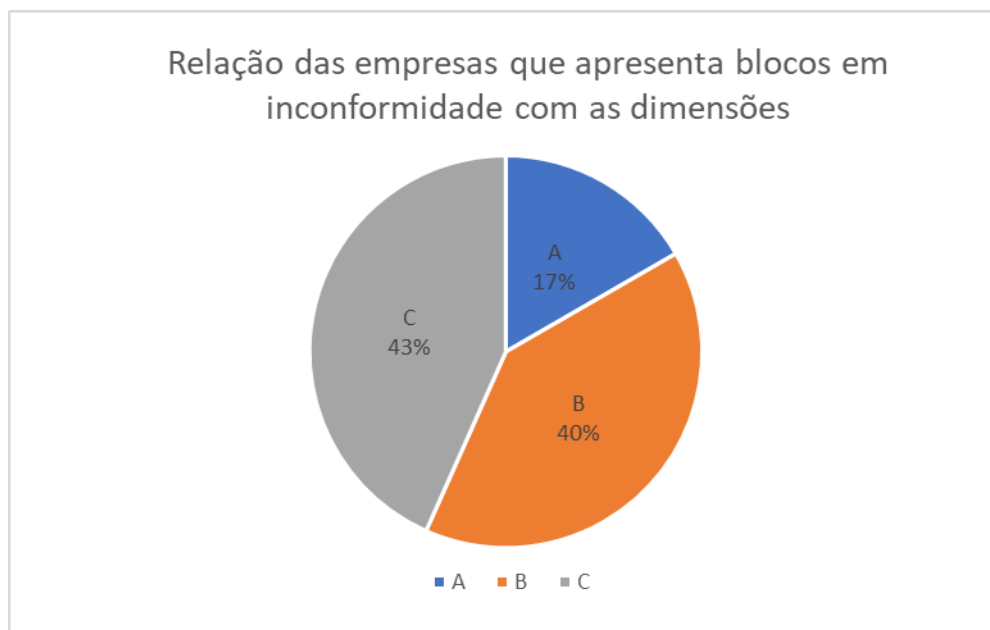
Figura 34 Dimensões das amostras de cada empresa, respectivamente, "A", "B" e "C".



Fonte: Autor (2021)

Como demonstrado na figura 34, a dimensão dos blocos da olaria "A" e "B" são de 9 cm x 14 cm x 19cm enquanto a olaria C é de 9cm x 14cm x 24cm, portanto a média de comprimento para as amostras da olaria "C" diverge com o restante. A média permitida seria de 87 mm a 93 mm para largura, 137 mm a 143 mm para altura, 187 mm a 193 mm para o comprimento de tijolos de 190 mm, como é o caso das empresas "A" e "B", e 237 mm a 243 mm para blocos de 240 mm para a empresa "C". Ao analisar a tabela 8 observa-se q a empresa "A" passou nos requisitos largura e altura, porém foi reprovada para a dimensão comprimento, demonstrando um tamanho menor à faixa de tolerância. A empresa "B" foi aprovada apenas no quesito largura, a altura e comprimento não satisfaz o tamanho mínimo admitido. A empresa "C" foi muito bem com as dimensões individuais para largura e altura, onde a tolerância era de 5 mm, porem para dimensão média, com tolerância de 3 mm, a largura ultrapassou o limite, e o comprimento ficou abaixo do mínimo.

Gráfico 1 Relação das empresas que apresentam blocos em inconformidade com as dimensões



Fonte: Autor (2021)

Fazendo uma relação, com a quantidade de tijolo em inconforme de cada empresa e a quantidade total dos tijolos que apresenta tamanho diferente ao nominal, percebe-se que a empresa “C” apresentou a maior quantidade de amostras inconformes. A empresa “A”, “B” e “C” tiveram a quantidade amostras com tamanhos incorretos, respectivamente, de 5, 12 e 13 tijolos, de forma análoga e comparativa, em porcentagem, dos 30 tijolos, que é o total de blocos inconformes para as medidas das faces, obtemos 17% da empresa “A”, 40% da empresa “B” e 43% da empresa “C”, como demonstrado do gráfico 1, esses dados estão demonstrados na tabela 14 a 16 do APÊNDICE.

5.3.2 Espessura dos septos e paredes externas

Na análise de dimensão de septo todas as empresas reprovaram como podemos notar na Tabela 9, demonstrado a seguir.

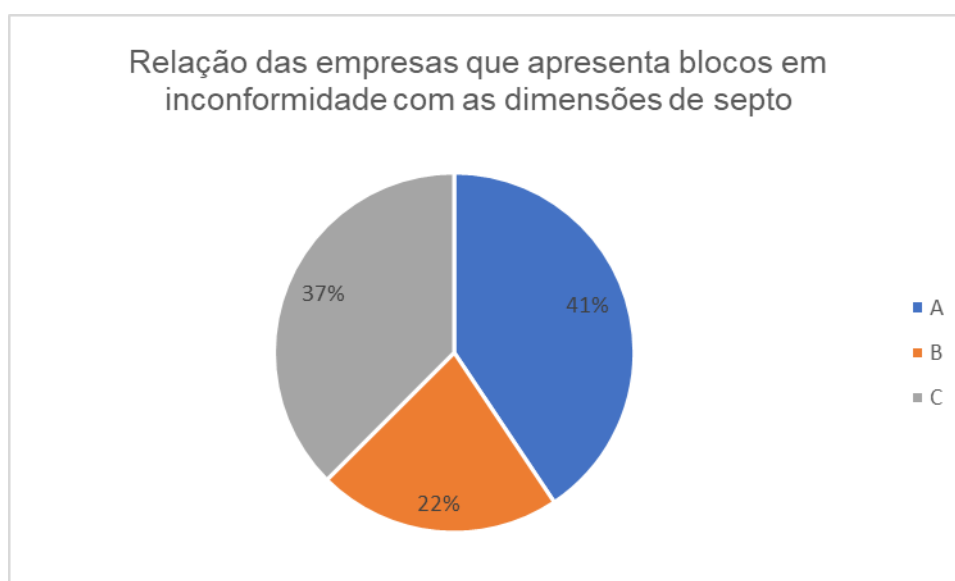
Tabela 9 Avaliação das dimensões de septo e paredes internas

Empresa	Quantidade de tijolos não conforme com a dimensão dos septo	Quantidade de tijolos não conforme com a dimensão das paredes externas
A	13	0
B	7	0
C	12	0

Fonte: Autor (2021).

A norma exige um septo mínimo de 7 mm com tolerância de 0,5 mm, a empresa “A” apresentou inconformidade no septo de todas as amostras, enquanto a empresa “B” demonstrou septos menores que o estipulado em normas em apenas 7 amostras, a empresa “C” apresentou 12 amostras em inconformidade de septo. Para paredes externas não há um valor mínimo, porém a norma expressa que a soma dos quatro valores obtidos deve ser maior que 20 mm, não havendo uma tolerância para isso, e todas as empresas foram aprovadas nesse quesito. Os valores de septo e paredes externas estão demonstrados na tabela 14 a 16 do APÊNDICE.

Gráfico 2 Relação das empresas que apresentam blocos em inconformidade com as dimensões de septo



Fonte: Autor (2021)

Conforme o gráfico 2 demonstra, a empresa “A” apresentou a maior quantidade de discordância para a medida mínima do septo, com um valor de 41%, em seguida veio a empresa “C” com 37% e a “A” com 22% de inconformidade do septo.

5.3.3 Desvio em relação ao esquadro

Para avaliação do desvio em relação ao esquadro foram obtidos os seguintes resultados, conforme a Tabela 10 a seguir.

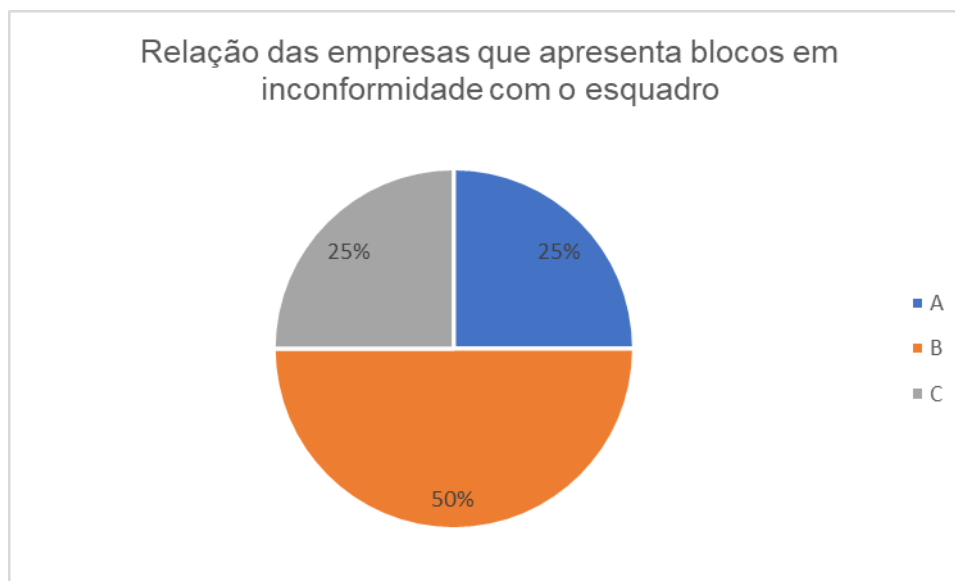
Tabela 10 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre o desvio em relação do esquadro.

Empresa	Blocos em inconformidade com a NBR 15270	Aceita/Rejeita
A	2	Aceita
B	4	Rejeita
C	2	Aceita

Fonte: Autor (2021).

A NBR 15270 rejeita o lote se a quantidade de amostras em inconformidade for maior que 2. Conforme demonstrado na tabela 10, as empresas A e C estavam em conformidade com os norma, que permite uma tolerância de desvio em relação ao esquadro de no máximo 3 mm para até dois blocos cerâmicos, a B teve seu lote rejeitado por apresentar quantidade maior que o permitido pela NBR 15270. Houve um total de 8 blocos fora do esquadro, desses 4 eram na empresa “B”, o restante se dividiu com a empresa “A” e “C”, como pode-se notar no gráfico 3. Os valores de desvio em relação ao esquadro estão demonstrados na tabela 14 a 16 do APÊNDICE.

Gráfico 3 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com o esquadro



Fonte: Autor (2021)

Portanto, como observado no gráfico 3, de todas as amostras em inconformidade, sendo um total de oito, 1/4 do gráfico é da empresa “A”, e outro 1/4 do gráfico é da empresa “C” e a metade restante do gráfico é da empresa “B”, os resultados da “A” e “C” foram aprovados o da empresa “B” excedeu o limite e o lote foi reprovado.

5.3.4 Planeza das faces

Para os requisitos planeza das faces reunimos os resultados demonstrado na Tabela 11:

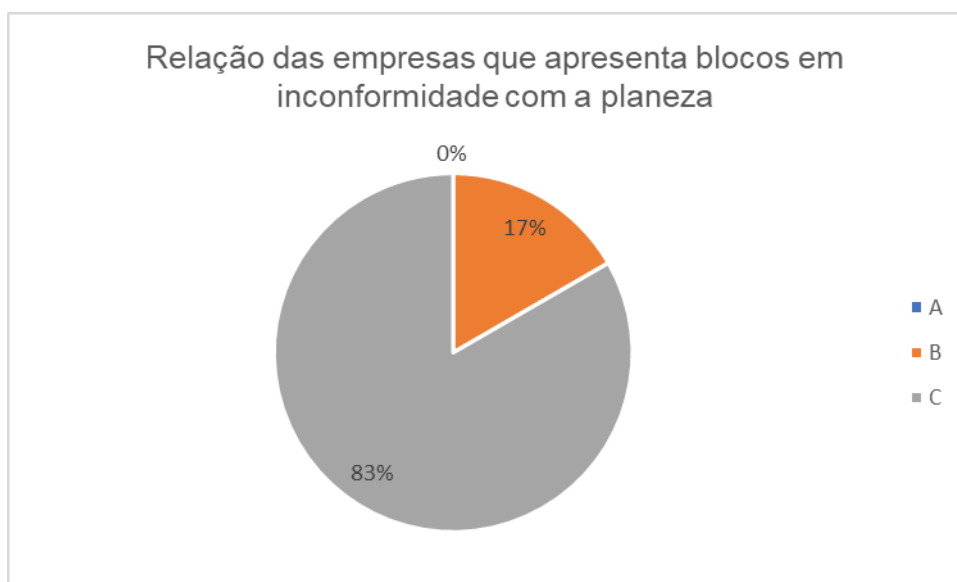
Tabela 11 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre a planeza das faces.

Empresa	Blocos em inconformidade com a NBR 15270	Aceita/Rejeita
A	0	Aceita
B	1	Aceita
C	5	Rejeita

Fonte: Autor (2021).

Para o item planeza das faces a norma 15270-2017 determina uma tolerância de 3 mm para até 2 amostras para ser aceito o lote, as empresas A e B demonstraram estar em conformidade com a norma como demonstrado na Tabela 11 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre a planeza das faces. Por outro lado a empresa “C” ultrapassou a quantidade permitida, sendo seu lote rejeitado. Os valores de planeza das fazes estão demonstrados na tabela 14 a 16 do APÊNDICE. No gráfico 4 é observado a proporção de inconformes de cada empresa.

Gráfico 4 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com a planeza



Fonte: Autor (2021)

O total de blocos rejeitados foi de 6, a empresa “A” não demonstrou nenhum bloco com esse defeito, a empresa “B” apresentou apenas 1 com planeza maior que o permitido, apresentando 17% do total com defeito e a empresa “C” possuía 5 amostras fora do conforme, com 83% das amostras fora do esquadro, como demonstrado no gráfico 4 anteriormente.

5.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

A NBR 15270/2017 determina um índice de absorção de água entre 8% a 25% aceitável até 1 unidade não conforme com a exigência, a amostragem para este ensaio é de seis unidade. O resultado dos testes pode ser observado na tabela 12 a seguir.

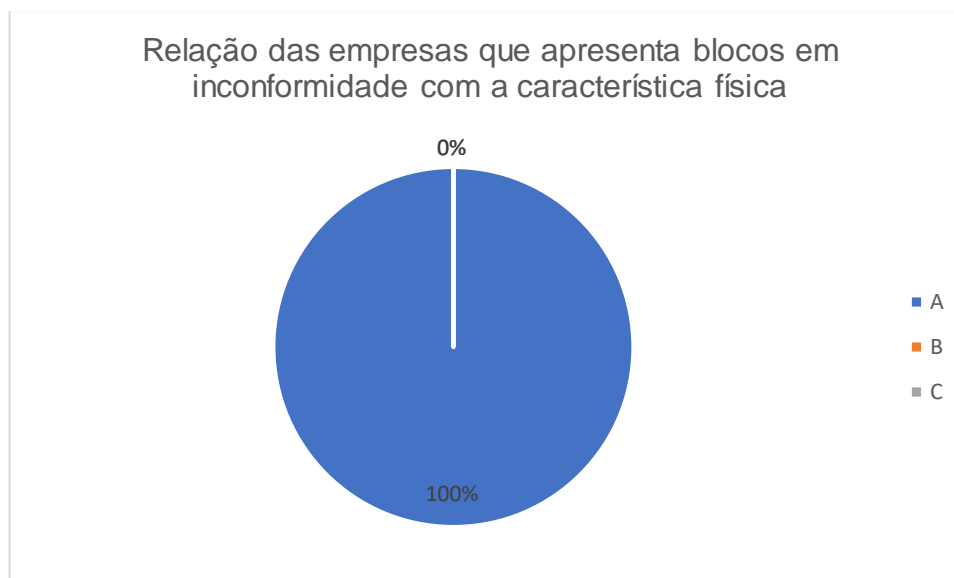
Tabela 12 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre o índice de absorção de água.

Empresa	Blocos em inconformidade com a NBR 15270	Aceita/ Rejeita
A	3	Rejeita
B	0	Aceita
C	0	Aceita

Fonte: Autor (2021).

A única em desacordo foi a empresa “A” que apresentou 3 blocos cerâmicos com absorção de água acima do permitido pela NBR 15270/2017. Os valores obtidos do índice de absorção da água das amostras estão demonstrados na tabela 17 a 19 do APÊNDICE.

Gráfico 5 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com a característica física



Fonte: Autor (2021)

Portanto, como demonstra o gráfico 5, a empresa “A” apresentou 100% de todas as amostras reprovadas, como observado no gráfico 5, e 50% de sua amostragem reprovou no teste, pois das 6 amostras 3 ultrapassaram o limite de absorção de água.

5.5 CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

Para ensaio de compressão, foram seguidas todas as recomendações da norma, utilizando treze amostras por empresa para resultado mais fiel, conforme a norma sugere, as amostras foram limpas e feitas o capeamento com uma camada fina de pasta de cimento para regularizar a superfície, antes do ensaio foi colocado os blocos num tanque por, no mínimo, 6 horas, na execução do ensaio foram colocados uma chapa rígida em cima e embaixo do corpo de prova, a figura 35 demonstra parte do procedimento seguido.

Figura 35 Detalhe do ensaio de característica mecânica.



a) Blocos capeados em tanque b) Bloco sob carga e rompido

Fonte: Autor (2021)

A tabela 20 do APÊNDICE demonstra os resultados através da análise dos dados de peso obtidos, levando em consideração a gravidade igual a 10m/s^2 , multiplicando o peso com a gravidade se obtém a força em Newton, em seguida esse valor é dividido pela área do bloco cerâmico de cada amostra, alcançando a carga apresentada por cada bloco. O resultado quantitativo é observado na tabela 13 a seguir.

Tabela 13 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270-2017 sobre a resistência mecânica.

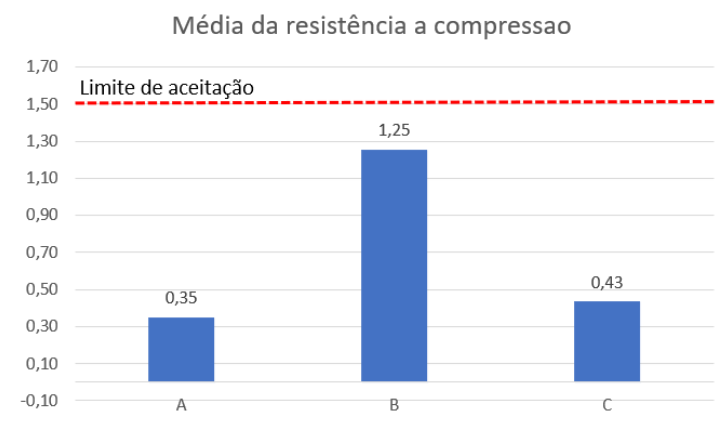
Empresa	Blocos em inconformidade com a NBR 15270	Aceita/ Rejeita
A	13	Rejeita
B	8	Rejeita
C	13	Rejeita

Fonte: Autor (2021)

As três fabricantes de blocos cerâmicos foram reprovadas no teste de características mecânicas, a empresa “A” e “C” não apresentaram nenhuma amostra que atingisse a carga mínima de 1,5 Mpa (Mega Pascal), a empresa “B” demonstrou o melhor desempenho para esse teste, cinco de suas treze amostras passaram do

mínimo, mas a norma aceita até duas unidades não conforme com a norma, portanto para este ensaio todas reprovaram no teste e tiveram o lote rejeitado.

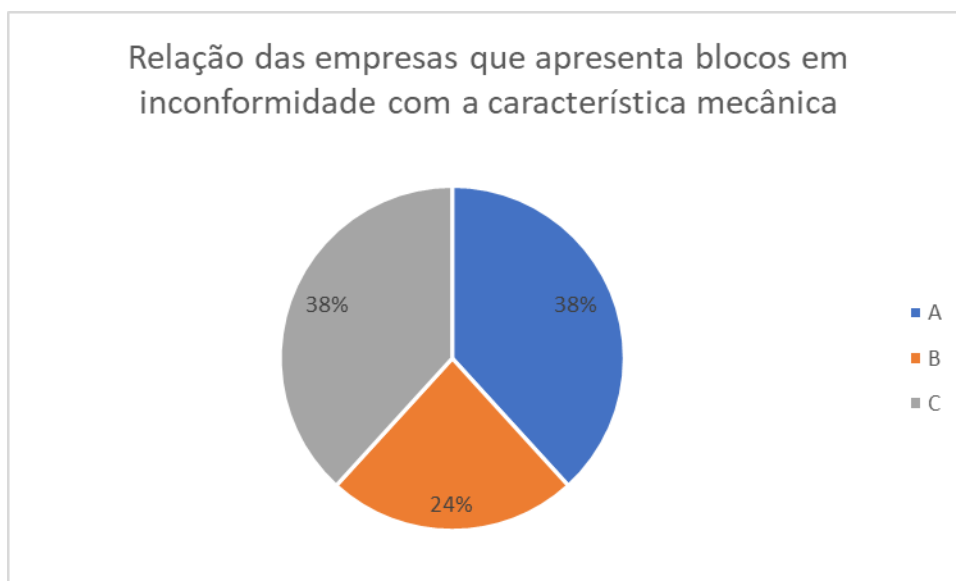
Gráfico 6 Resistência média dos blocos cerâmicos.



Fonte: Autor (2021).

Como pode-se notar no gráfico 6, por mais que nenhuma tenha atingido o limite mínimo, a empresa “B” diante das concorrentes se sobressaiu, ela alcançou a carga de 83,33% em relação ao valor de 1,5 Mpa, enquanto as outras duas empresas não chegaram nem na metade do que a empresa “B” fez. Em relação a empresa “B”, as fabricantes “A” e “C” fizeram, respectivamente, 28% e 34,4%, E em relação à mínima carga obteve-se, respectivamente, 23,33% e 28,66%, alcançando nem um terço de carga mínima exigida pela NBR 15270/2017. Fazendo uma relação do total de blocos em inconformidade e o quanto cada empresa demonstrou é representado no gráfico 7 a seguir.

Gráfico 7 Relação das empresas que apresenta blocos em inconformidade com a característica mecânica



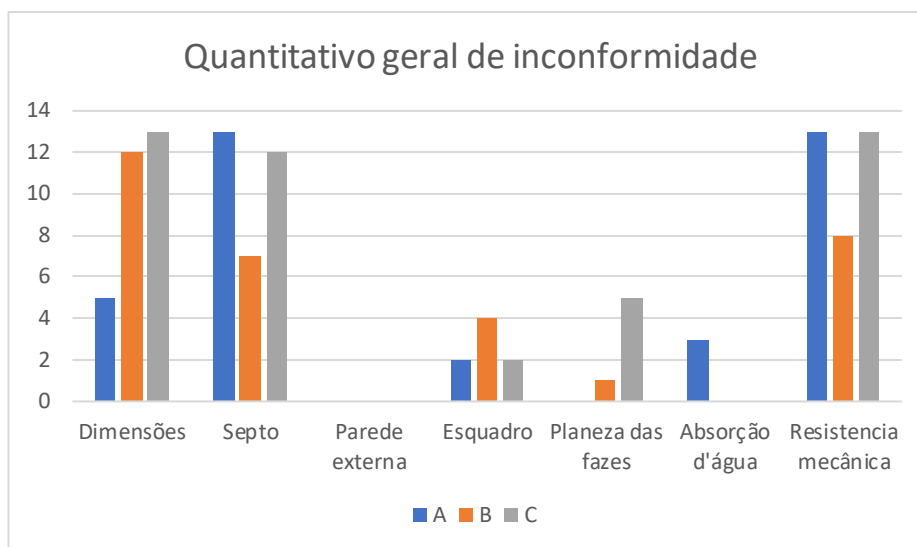
Fonte: Autor (2021)

A empresa B apresentou o menor percentual de blocos em inconformidade com a característica mecânica, pois conforme demonstra a tabela 20 no anexo, ela obteve 5 amostras que alcançaram o mínimo de carga, de 1,5Mpa, e a empresa “A” e “C” tiveram todas as amostras reprovadas.

5.6 RESULTADO GERAL

Conforme gráfico 8, visto a seguir, demonstra a quantidade de blocos em inconformidade com a norma de cada empresa, para cada item analisado

Gráfico 8 Quadro geral dos gráficos analisados.



Fonte: Autor (2021)

Nota-se que todas as empresas tiveram resultados aquém do desejado pela norma, observa-se que em alguns casos, todas as amostras da empresa foram desqualificadas.

6 CONCLUSÃO

Portanto, analisando os resultados nenhuma das três empresas fabricantes de bloco cerâmico da cidade de Ariquemes, RO, passaram nos requisitos de testes da NBR 15270-1/2017.

Após a verificação de fabricação dos blocos em cada empresa, notou-se o motivo da empresa “A” e “B” apresentarem tantos defeitos de manuseios, pois na sua produção há necessidade de pessoas para fazer o transporte do tijolo amolecido, recém fabricado, até os galpões para remoção da umidade, enquanto que na empresa “C”, com o processo de produção e transporte praticamente mecanizada, em nenhum momento o operário necessita pegar os blocos amolecidos, evitando o defeito de manuseio.

Na caracterização geométrica, todas as empresas reprovaram, nenhuma atingiu a quantidade de blocos no padrão de tamanho nominal. Na exigência de características físicas, referente a absorção de água, as empresas “B” e “C” foram

aprovadas, seus resultados foram de 100% de aprovação para os testes das amostras, a empresa “A” reprovou, pois apresentou 3 amostras que absorveu uma quantidade a mais que o exigido. No ensaio de compressão utilizado para conhecer o quanto o bloco cerâmico suporta de carga, a NBR 15270/2017 exige um mínimo de 1,5 Mpa (Megapascal), e todas as empresas sobressaíram a quantidade mínima de amostra em inconformidade.

As propriedades adquiridas como resistência mecânica, dureza, resistência a intempéries e aos agentes químicos, apresentam principalmente durante o processo da queima adequada do tijolo, portanto a má qualidade dos blocos cerâmicos referente a sua resistência mecânica pode estar ligada a falta de controle da temperatura de queima nos fornos.

O que impressionou foi o quão qualificado tecnologicamente a empresa “C” se apresenta em relação às outras, e demonstrar resultados ruins e até inferiores das outras empresas com uma produção mais simples e menos mecanizada.

Nenhuma empresa demonstrou o controle de análise do material utilizado para fabricação do bloco cerâmico, pois diferentes matérias-primas, demandam temperaturas de queima diferente, o que influencia grandemente nas suas características, ocasionando problemas de: resistência, coloração e absorção de água.

Dessa forma observa-se a necessidade de avanço tecnológico no processo de análise da matéria prima utilizada para fabricação dos blocos cerâmicos, a começar pela dosagem do material e a água ao controle de qualidade reforçado nos blocos fabricados, assim como especializar os colaboradores e fiscalizar as etapas de produção, resultando, em consequência, no aumento na qualidade do produto.

REFERÊNCIA

ALVES, J. P. C.; CARVALHO, F. S.; GUIMARÃES, J. P.; OLIVEIRA, T. N.; LIMA, D. P.. **Análise da qualidade dos blocos cerâmicos de vedação produzidos no município de Porto Nacional (TO)**. Engineering Sciences, v.7, n.1, p.22-29, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270: Componentes cerâmicos - blocos e tijolos para alvenaria de vedação - parte 1: requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270: Componentes cerâmicos - blocos e tijolos para alvenaria de vedação - parte 2: métodos de ensaios**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

BARBOSA, D. S.; SILVA, J. E. Da; MACHADO, R. A. F.; HOTZA, D. **Controle e Automação na Indústria Cerâmica**: estudo de Caso na Fabricação de Porcelanato no Brasil. Revista Cerâmica Industrial, v 13, n 4, p 23-30, 2008.

COLATTI, N. R. et al. **Determinação das características geométricas dos blocos cerâmicos produzidos no município de ColatinaES**. In: IV Jornada Científica do IFES. 2011.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Bloco cerâmico (Tijolo)**. Publicação disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tijolo.asp>> Acesso em: 07/09/2021.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Portaria n.558 de 19 de novembro de 2013**. Aprova a Regulamentação Técnica para Componentes Cerâmicos para Alvenaria. Rio de Janeiro: INMETRO, 2013

MOREIRA, G. C.; ALMADA, Jorge L. A. **Avaliação da qualidade dos blocos cerâmicos para alvenaria de vedação comercializados na região norte do paraná**. Faculdade de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Tuiuti do Paraná. Curitiba, 2008.

NETO, M. S.; ALMEIDA, S. C. F.. **Arranjo produtivo na indústria cerâmica vermelha no estado do Tocantins**: certifica o como estratégia para comercializa o de produtos e redu o de resíduos gerados-estudo de caso. In: JORNADA DE INICIA O CIENTÍFICA E EXTENSÃO, 4. Anais. Palmas: IFTO, 2013.

PRESOTTO, Petula. **Desenvolvimento de novos materiais cerâmicos a partir de resíduos da minera o de serpentinito: obten o e caracteriza o**. 2012. 96 f. Disserta o (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-gradua o em Engenharia e Ciência dos Materiais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

R GO, V. R.. **Avalia o da conformidade de blocos cerâmicos para alvenaria de vedação produzidos na região integrada de desenvolvimento da grande Teresina**. Disserta o (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

REIS, A. S.; SILVA, M. S. (2017). **Análise do Desempenho de Blocos Cerâmicos Produzidos na região de Colatina-ES**. *Cerâmica Industrial*, 39-46.

RIZZATTI, E.; ROMAN, H. R.; MOHAMAD, G.; NAKANISHI, E. Y.. **Tipologia dos blocos cerâmicos estruturais: influência da geometria dos blocos no comportamento mecânico da alvenaria**. *Revista Matéria*, Rio de Janeiro, v.16, n.2, p.730-746, 2011.

RUY, Valter Antônio. **Estudo da qualidade dos blocos cerâmicos produzidos pelas olarias da região metropolitana de Curitiba - avaliação de três empresas selecionadas**. Curitiba: [s.n.]. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal Tecnológica do Paraná. Curso de Pós Graduação. 2004. 77 p.

SANTOS, Juçara Elizabeth de Castro dos. **Avaliação do controle estatístico de processo das indústrias cerâmicas da região metropolitana de Curitiba com base nos índices de capacidade**.2006. 132 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Programa de Pós Graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SOUSA, G. L.; MORAIS, L. B.; FERNANDES, F. A. S.. **Caracterização e avaliação da qualidade dos blocos cerâmicos furados para alvenaria de vedação fornecidos em Palmas-TO**. *Revista Integralização Universitária*, Palmas, v.13 n.17, p.144-162, 2017.

VÁSQUEZ, Gilberto Antônio Gorrichátegui. **Avaliação da conformidade dos blocos cerâmicos produzidos em algumas cerâmicas no Rio Grande do Norte**.2005. 91 f. Dissertação (Mestrado) -Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

APÊNDICE

Tabela 14 Dados da análise Geométrica da Fábrica de cerâmica "A"

Análise geométrica dos blocos cerâmicos							
Amostras	Medida das faces			Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes externas (mm)	Desvio em relação ao esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)				
1	88,00	137,00	185,50	5,31	4,77	2,7	0
					5,39		
	88,00	139,00	184,50		6,52		
					7,59		
2	88,60	140,40	187,40	5,26	6,05	1	0
					6,26		
	88,10	141,10	186,45		6,39		
					7,77		
3	87,60	137,20	186,50	5,81	8,24	2	0
					6,42		
	89,20	138,00	185,70		5,55		
					5,55		
4	88,00	137,80	184,60	6,44	5,87	1	1
					5,22		Convexo
	88,00	139,30	184,90		6,77		
					7,88		
5	88,80	137,90	187,40	6,27	6,24	2	0
					5,03		
	88,30	138,70	187,30		7,78		
					7,04		
6	86,38	137,00	184,20	6,11	5,59	3,4	1
					6,54		Concavo
	85,50	134,30	158,50		6,5		
					7,06		
7	87,99	138,00	185,09	5,96	5,28	1	0
					7,05		
	88,19	139,33	184,92		6,48		
					7,12		
8	90,03	141,68	187,86	5,75	5,87	2	2
					5,4		Concavo
	89,52	140,69	187,31		7,49		
					6,66		
9	88,49	139,70	190,00	5,88	5,13	0,5	1
					5,95		Concavo
	87,96	140,84	188,42		7,71		
					6,5		
10	87,58	137,30	183,91	5,91	5,68	1	2
					5,35		Concavo
	87,06	136,33	183,44		7,13		
					7,07		
11	88,44	140,44	187,94	5,46	5,92	1,5	1
					6,65		Concavo
	89,16	140,34	187,78		7,15		
					6,24		
12	89,14	140,61	188,75	5,65	6,2	3,3	1
					7,51		Concavo
	89,20	141,24	188,10		5,56		
					6,67		
13	89,19	141,05	187,22	6,16	7,64	1	0
					5,96		
	90,35	140,27	187,44		6,57		
					5,8		
Média	88,34	139,06	185,43	5,84			

Fonte: Autor (2021)

Tabela 15 Dados da análise Geométrica da Fábrica de cerâmica "B"

Análise geométrica dos blocos cerâmicos							
Amostras	Medida das faces			Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes externas	Desvio em relação ao esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)				
1	83,90	127,40	177,50	6,38	8,25	5	2,9
	85,00	126,20	178,50		7,92		6,22
2	90,40	135,00	181,90	5,27	6,82	4,7	2,45
	90,00	137,90	186,40		7,47		7,34
3	91,50	136,60	187,00	5,75	8,61	3,3	2,12
	89,50	136,30	183,30		8,94		6,28
4	89,70	136,40	186,40	5,49	8,33	2,5	2,53
	89,90	135,70	188,30		6,84		8,53
5	89,60	134,40	183,90	7	7,31	1	2,97
	90,00	133,30	182,50		7,14		7,98
6	89,50	134,70	186,10	5,26	8,54	2,88	2,49
	89,60	135,30	183,00		6,84		7,61
7	89,40	133,29	183,60	7,37	8,34	1	2,39
	89,91	134,51	180,97		7,45		7,63
8	88,96	133,92	183,26	7,4	7,78	3,41	1,74
	89,78	133,85	181,02		7,86		8,97
9	86,63	128,00	179,20	5,6	7,53	0,5	3,1
	84,42	128,07	179,74		7,26		8,16
10	89,98	134,97	181,57	7,3	8,19	1,7	1,85
	89,70	134,01	185,01		7,4		8,3
11	91,40	133,90	186,67	6,9	8,5	2,93	2,12
	89,15	134,80	184,30		8		8,1
12	86,08	131,90	181,98	5,8	6,4	0	1
	87,13	130,16	177,61		7		8
13	90,09	135,54	182,59	7	8,1	2,09	1,41
	90,49	135,34	184,42		6,7		7,6
Média	88,91	133,52	182,95		7,7		

Fonte: Autor (2021)

Tabela 16 Dados da análise Geométrica da Fábrica de cerâmica "C"

Análise geométrica dos blocos cerâmicos							
Amostras	Medida das faces			Espessura dos septos (mm)	Espessura das paredes externas	Desvio em relação ao esquadro (mm)	Planeza das faces (mm)
	Largura (mm)	Altura (mm)	Comprimento (mm)				
1	94,00	139,20	227,5	7,06	7,91	2,28	2,34
	93,50	140,10	225,5		8,94		Concavo
					10,25		
2	94,00	141,40	228	5,86	8,69	2,64	1,9
	93,80	141,20	227		7,85		Concavo
					8,87		
					7,89		
3	94,60	141,50	227	5,71	8,4	2,9	2,95
	93,90	140,50	224		8,84		Concavo
					8,38		
					10,02		
4	94,00	140,40	226,5	5,9	9,07	2,4	3,37
	93,30	139,50	226,5		8,33		Concavo
					8,35		
					9,42		
5	94,10	140,60	226	5,44	9,18	1	1,99
	93,90	141,00	228,5		9,9		Concavo
					7,84		
					9,02		
6	93,50	139,90	224,5	5,28	8,62	1	3,42
	93,60	140,40	225		8,79		Concavo
					7,94		
					8,29		
7	93,72	141,08	228,5	5,5	8,84	2,97	2,9
	93,79	140,60	227		7		Concavo
					9,5		
					8		
8	94,04	140,90	226,5	5,7	8,6	0	3,06
	94,10	140,23	228,5		10		Concavo
					8,8		
					9,4		
9	93,96	140,14	226	5,96	7,9	1	2,94
	94,15	139,52	224		7,97		Concavo
					8,61		
					7,67		
10	93,69	139,84	226	6	8,33	1,5	3,31
	94,25	140,34	225		8,53		Concavo
					9,41		
					8,61		
11	94,35	141,19	227	6,16	8,82	3,61	2,85
	94,22	139,80	228,5		9,67		Concavo
					8,23		
					9,33		
12	94,26	140,57	227	6,05	10,46	2,52	3,2
	94,33	141,57	228		8,9		Concavo
					8,29		
					9,47		
13	94,09	140,04	229	5,73	9,84	3,5	2,98
	93,46	141,19	227		8,17		Concavo
					8,54		
					9,61		
Média	93,95	140,49	226,69		9,64		

Fonte: Autor (2021)

Tabela 17 Dados da análise física da Fábrica de cerâmica "A"

Características físicas			
Amostras	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Índice de absorção da água
1	1351,81	1687,52	24,83
2	1371,02	1728,94	26,11
3	1357,28	1699,99	25,25
4	1362,74	1702,2	24,91
5	1391,24	1739,27	25,02
6	1377,67	1676,94	21,72

Fonte: Autor (2021)

Tabela 18 Dados da análise física da Fábrica de cerâmica "B"

Características físicas			
Amostras	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Índice de absorção da água
1	1758,46	1961,96	11,57
2	1798,76	2192,62	21,90
3	1810,41	2196,13	21,31
4	1819,09	2203,8	21,15
5	1767,8	2152,4	21,76
6	1796	2187,25	21,78

Fonte: Autor (2021)

Tabela 19 Dados da análise física da Fábrica de cerâmica "C"

Características físicas			
Amostras	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Índice de absorção da água
1	2184,86	2681,99	22,75
2	2197	2690,1	22,44
3	2206,43	2702,37	22,48
4	2189,56	2684,32	22,60
5	2215,22	2704,42	22,08
6	2159,07	2644,45	22,48

Fonte: Autor (2021)

Tabela 20 Resultados dos ensaios de compressão

	A	B	C
1	0,53	1,30	0,49
2	0,39	1,71	0,42
3	0,47	0,58	0,36
4	0,36	0,90	0,31
5	0,40	0,29	0,62
6	0,38	1,69	0,39
7	0,39	1,33	0,45
8	0,30	1,56	0,50
9	0,20	2,32	0,30
10	0,50	1,54	0,46
11	0,22	0,99	0,52
12	0,22	1,26	0,39
13	0,18	0,81	0,44

Fonte: Autor (2021)



RELATÓRIO DE VERIFICAÇÃO DE PLÁGIO

DISCENTE: Bruno Balensiefer da Silva


CURSO: Engenharia Civil

DATA DE ANÁLISE: 26.11.2021

RESULTADO DA ANÁLISE

Estatísticas

Suspeitas na Internet: **7,68%**

Percentual do texto com expressões localizadas na internet 

Suspeitas confirmadas: **2,62%**

Confirmada existência dos trechos suspeitos nos endereços encontrados 

Texto analisado: **89,44%**

Percentual do texto efetivamente analisado (frases curtas, caracteres especiais, texto quebrado não são analisados).

Sucesso da análise: **100%**

Percentual das pesquisas com sucesso, indica a qualidade da análise, quanto maior, melhor.

Analisado por Plagius - Detector de Plágio 2.7.1
sexta-feira, 26 de novembro de 2021 09:13

PARECER FINAL

Declaro para devidos fins, que o trabalho do discente **BRUNO BALENSIEFER DA SILVA**, n. de matrícula **14865**, do curso de Engenharia Civil, foi aprovado na verificação de plágio, com porcentagem conferida em 7,68%. Devendo o aluno fazer as correções necessárias.

(assinado eletronicamente)
HERTA MARIA DE AÇUCENA DO N. SOEIRO
Bibliotecária CRB 1114/11
Biblioteca Júlio Bordignon
Faculdade de Educação e Meio Ambiente