

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

GABRIEL CAETANO PERES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS COMERCIALIZADOS EM
JATAÍ-GO, CONFORME A NBR 15270 – 1/2017

Jataí
2023



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico/Tecnológico - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Gabriel Caetano Peres

Matrícula: 20191020260163

Título do Trabalho: Avaliação da Qualidade de Blocos Cerâmicos Comercializados em Jataí-Go, conforme a NBR 15270 – 1/2017

Autorização - Marque uma das opções

- ☒ (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
- ☐ () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ () O documento está sujeito a registro de patente.
☐ () O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ () Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Documento assinado digitalmente
gov.br
GABRIEL CAETANO PERES
Data: 18/01/2024 17:41:51 -0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Jataí Go; 18/01/2024
Local Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

GABRIEL CAETANO PERES

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS COMERCIALIZADOS EM
JATAÍ-GO, CONFORME A NBR 15270 – 1/2017

Trabalho apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Me, Jerônimo Otoni de Carvalho Neto

Jataí - GO

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Peres, Gabriel Caetano.

Avaliação da qualidade de blocos cerâmicos comercializados em Jataí-GO, conforme a NBR 15270-1/2017 [manuscrito] / Gabriel Caetano Peres. - Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2023.

54 f.; il.

Orientador: Prof. Me. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto.

Bibliografias.

1. NBR15270. 2. Ensaio técnico. 3. Análise de qualidade. 4. Resistência à compressão. 5. Bloco cerâmico. I. Carvalho Neto, Jerônimo Otoni de. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.

Bibliotecária – Rosy Cristina O. Barbosa – CRB 1/2380 – C. Jataí. Cód. F001/2024-1.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

GABRIEL CAETANO PERES

AValiação DA QUALIDADE DE BLOCOS CERÂMICOS COMERCIALIZADOS EM JATAÍ-GO, CONFORME A NBR 15270 – 1/2017

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 28 de novembro de 2023, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Jerônimo Otoni de Carvalho Neto
Presidente da banca / Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Fabrício Ribeiro Bueno
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Eng. Danillo Henrique Cangassu Prado
Membro Externo
Danillo Henrique Cangassu Prado - Engenharia e Soluções Ltda

Jataí - GO
2023

Documento assinado eletronicamente por:

- **Danillo Henrique Cangassú Prado**, Danillo Henrique Cangassú Prado - 214205 - Engenheiro civil - Cangassu Prado Engenharia e Solucoes (51205330000154), em 07/12/2023 09:35:23.
- **Fabricio Ribeiro Bueno**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/12/2023 17:46:21.
- **Jeronimo Otoni de Carvalho Neto**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 05/12/2023 16:57:38.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/11/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 477001

Código de Autenticação: d4ab56934a



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3514-9580 (ramal: 9580)

RESUMO

O bloco cerâmico é um dos produtos mais fabricados com cerâmica vermelha no Brasil. Sua principal função é fazer a vedação de ambientes. A qualidade destes blocos está ligada diretamente aos produtos que entram na sua composição e ao modo de produção. Mesmo com o surgimento de diversas novas tecnologias, os blocos cerâmicos, quando se fala de vedação, ainda são os produtos mais utilizados no Brasil. Contudo, nem toda a produção está de acordo com os requisitos normativos regulamentados na NBR 15270:2017. Este trabalho tem como objetivo verificar as propriedades e a qualidade dos blocos cerâmicos comercializados na cidade de Jataí, situada no interior de Goiás. Foi feito um estudo em busca de conhecer a qualidade dos blocos comercializados nesta cidade e testes embasados nas orientações da NBR 15270:2017, com isso apresentando os dados da avaliação de conformidade de blocos cerâmicos para alvenaria de vedação de exigências mínimas. As verificações dos corpos de prova foram feitas em laboratório técnico no IFG de Jataí, utilizando equipamentos recomendados pela norma. Verificou-se que os resultados dos ensaios geométricos, físicos e mecânicos indicaram que os fornecedores possuem uma variação muito grande na sua produção e um índice de reprovação muito alta nos testes feitos. Por meio de ensaios de resistência à compressão, foi visto que pouquíssimos blocos resistem ao valor mínimo indicado pela norma, que é de 1,5 MPa. Além disso, foram encontrados muitos defeitos como fissuras e deformações nas amostras de todas as indústrias cerâmicas, o que afeta o desempenho das peças. É necessária uma atenção dos usuários e revendedores para as indústrias se adequarem às exigências de qualidade de fabricação.

Palavras-chave: NBR 15270. Ensaio técnico. Análise de qualidade. Resistência à compressão. Bloco Cerâmico.

ABSTRACT

The ceramic blocks is one of the most manufactured products using red ceramics in Brazil. Their main function is to place environments. The quality of these blocks is directly linked to the products that compose then and the manufacturing. Even with the emergence of several new technologies, ceramic blocks, when it comes to placement still the most used product in Brazil. Therefore, there is still no specific body for monitoring and checking whether production complies with the regulatory requirements regulated in the NBR. 15270:2017, this work aims to verify the production of ceramic blocks sold in the city of Jataí located in the interior of Goiás. A study was carried out in order to know the quality of the blocks sold in this city and tested based on the guidelines of NBR 15270:2017, with this presented the data from the conformity assessment of ceramic blocks for masonry installation of minimum criteria. The checks of the test specimens were carried out in a technical laboratory at IFG in Jataí, using equipment recommended by the standard, obtaining that the results of geometric, physical, and mechanical tests indicated that suppliers have a very large variation in their production and a very high failure rate in tests carried out. Through a compressive strength test, it was seen that very few blocks resist what is indicated by the 1.5 MPa standard. Furthermore, many cracking and deformation defects were found in samples from all ceramic industries, which affect the performance of the pieces. Attention from users and sellers is necessary so that industries comply with manufacturing quality criteria.

Keywords: NBR 15270. Technical test. Quality analysis. Ceramic Block.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Flecha concava - representação esquemática	19
Figura 2.2: Desvio em relação ao esquadro – representação esquemática	19
Figura 3.3: Medida das faces	23
Figura 3.4: Ilustração do local de medição dos blocos cerâmicos.....	24
Figura 3.5: Medida dos septos	24
Figura 3.6: Demonstração esquemática de septos e paredes externas	25
Figura 3.7: Desvio em relação ao esquadro	25
Figura 3.8: Estudo da flecha côncava	26
Figura 3.9: Estudo da flecha côncava	27
Figura 3.10: Determinação de massa úmida	28
Figura 3.11: Teste de resistência a compressão.	29
Figura 4.12: Irregularidades no armazenamento	31
Figura 4.13: Defeitos visuais	32
Figura 4.14: Medida das faces para verificação de conformidade	34
Figura 4.15: Alguns dos exemplares nos quais foram feitos a análise de planeza das faces ...	35
Figura 7.16: Teste de compressão cerâmica 1	47
Figura 7.17: Teste de compressão, cerâmica 2	48
Figura 7.18: Teste de compressão, Cerâmica 3	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Tabela de número de blocos utilizados por teste, de cada lote	22
Tabela 4.2: Blocos não conformes com a NBR 15270 segundo as características visuais.	32
Tabela 4.3: Blocos não conformes segundo NBR 15270, segundo Dimensões das faces	34
Tabela 4.4: Blocos não conformes com a NBR 15270 segundo a espessura dos septos e paredes externas.	36
Tabela 4.5: Blocos não conformes com a NBR 15270 segundo ao desvio ao esquadro.	37
Tabela 4.6: Blocos não conforme com a NBR 15270 segundo a planeza das faces	39
Tabela 4.7: Relação de blocos não conformes em relação à absorção de água	40
Tabela 4.8: Blocos com não conformidade, segundo a resistência a compressão.....	40
Tabela 7.9: Resultados características geométricas cerâmica 1	50
Tabela 7.10: Resultados características geométricas cerâmica 2	51
Tabela 7.11: Resultados características geométricas cerâmica 3	52
Tabela 7.12: Resultados cerâmica 1	53
Tabela 7.13: Resultados Cerâmica 2	53
Tabela 7.14: Resultados cerâmica 3	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1: Relação percentual de não conformidade visual	33
Gráfico 4.2: Relação percentual de não conformidade na planeza das faces	36
Gráfico 4.3: Relação percentual de não conformidade nos septos e paredes externas	37
Gráfico 4.4: Relação percentual de não conformidade em relação ao desvio ao esquadro.	38
Gráfico 4.5: Relação percentual de não conformidade em relação a planeza das faces	39
Gráfico 4.6: Relação percentual de não conformidade em relação a resistência a Compressão	41
Gráfico 4.7: Relação geral de não conformidade	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira mu – Massa úmida ms –

Massa seca

AA – Absorção d'água

Mpa – Mega pascal

ABC – Associação Brasileira de Cerâmica ABNT–Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANFACER – Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres

ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica

NBR – Norma brasileira regulamentadora

PBQP-H – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat

PSQ – Programa Setorial de Qualidade

IFG – Instituto Federal de Goiás

SUMÁRIO

Sumário

RESUMO	7
ABSTRACT.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE GRÁFICOS.....	11
CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA	16
1.2 OBJETIVOS	17
1.3 OBJETIVO GERAL	17
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 PROCESSOS PRODUTIVO DE BLOCOS CERÂMICOS.....	18
2.2 PREPARAÇÃO DA MASSA	18
2.2.1 Moldagem	19
2.2.2 Secagem	19
2.2.3 Queima.....	20
2.2.4 Tipos de Fornos.....	20
2.2.5 Comercialização na Construção Civil.....	21
2.2.6 Definições e Requisitos Segundo A NBR 15270-1	21
2.2.7 Qualidade dos Blocos Cerâmicos	22
CAPÍTULO 3 METODOLOGIA	24
3.1 COLETA DE AMOSTRAS	24
3.2 CARACTERÍSTICAS VISUAIS	25
3.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	26
3.4 MEDIDA DAS FACES.....	26
3.4.1 Espessuras dos Septos e Paredes Externas.....	27
3.4.2 Desvio em Relação ao Esquadro.....	28
3.4.3 Planeza das Faces.....	29
3.4.4 Características Físicas	29
3.4.5 Massa Seca.....	29
3.4.6 Massa Úmida	30
3.4.7 Características Mecânicas.....	31
CAPÍTULO 4 RESULTADOS.....	33
4.1 COLETA DE AMOSTRAS	33
4.2 CARACTERÍSTICAS VISUAIS	34
4.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	36

4.4 MEDIDA DAS FACES.....	36
4.4.1 Espessuras dos Septos e Paredes Externas.....	39
4.4.2 Desvio em Relação ao Esquadro.....	40
4.4.3 Planeza das Faces.....	41
4.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	43
4.6 CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS.....	43
4.7 RESULTADO GERAL	44
CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO	46
CAPÍTULO 6 REFERÊNCIAS	48
CAPÍTULO 7 ANEXO I.....	50
7.1 RESULTADOS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS	50
7.2 RESULTADOS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	52
7.3 RESULTADOS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	56

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

As cerâmicas são fabricadas a partir de uma massa à base de argila (que contém argilominerais formados pelas combinações entre elementos metálicos e não metálicos), submetido a um processo de secagem lenta e, após a retirada de grande parte da água, há um tratamento térmico sob elevadas temperaturas. (ISAIA, 2017).

A indústria cerâmica é uma das mais antigas do mundo. No período neolítico (entre 12000 e 4000 a.C.), a necessidade de armazenar alimentos levou o homem à criação de componentes de barros secos naturalmente e, posteriormente, à fabricação de cerâmicas cozidas. (ISAIA, 2017).

A origem da cerâmica no Brasil remonta aos primórdios na Ilha de Marajó, onde florescia a avançada cultura indígena marajoara. No entanto, estudos arqueológicos revelam a presença de uma cerâmica mais rudimentar na região amazônica, datando de cerca de cinco mil anos atrás. Isso sugere que a tradição ceramista já estava enraizada muito antes da chegada dos portugueses ou da influência cultural dos escravos, desmistificando a crença comum. Os povos indígenas, em especial os índios aborígenes, estabeleceram desde cedo a cultura do trabalho em argila, uma prática que já existia quando Cabral chegou ao território brasileiro. Os colonizadores portugueses, ao introduzirem as primeiras olarias, não trouxeram uma novidade substancial, mas desempenharam um papel crucial na organização e concentração da mão-de-obra envolvida na produção cerâmica. (ANFACER, 2023).

O método tradicionalmente empregado pelos indígenas sofreu modificações substanciais com a implementação de olarias nos estabelecimentos jesuítas, como colégios, engenhos e fazendas. Esses locais tornaram-se centros de produção de tijolos, telhas e utensílios de barro destinados ao consumo diário. Entre as influências mais notáveis, destaca-se a introdução do uso do torno e das rodadeiras, uma mudança particularmente marcante ao longo da faixa litorânea dos engenhos, em povoados e fazendas. Nas regiões mais interioranas, contudo, as práticas manuais indígenas preservaram sua relevância. Com a adoção dessa nova técnica, observou-se a fabricação de peças com maior simetria na forma, um acabamento mais refinado e uma notável redução no tempo necessário para realizar o trabalho cerâmico. Esse processo de assimilação de métodos mais avançados nas áreas mais densamente colonizadas contrastou com a persistência das tradições manuais indígenas em regiões menos influenciadas pela presença europeia. (ANFACER, 2023).

A argila é um recurso natural não renovável que pode ser extraída em grande escala no Brasil, e possui diversas utilidades e finalidades no setor da construção civil. Esse material assume propriedade de plasticidade expressiva quando adicionado com água, que lhe proporciona melhor trabalhabilidade tornando possível à forma desejada do produto, que após a queima, tem-se a formação da cerâmica vermelha. (ANFACER, 2023).

O setor industrial responsável pela fabricação da cerâmica vermelha no Brasil possui grande importância. Segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER, 2014), a Indústria de Cerâmica Vermelha corresponde a 4,8 % da Indústria de Construção Civil, totalizando cerca de 6900 empresas, e cerca de 10.300.000 toneladas de argila por mês.

O setor da construção civil está sendo cada vez mais exigente quanto à qualidade dos materiais empregados nas mais diversas obras, com isso as empresas procuram buscar os materiais com as melhores certificações de conformidades estabelecidas pelas normas brasileiras, que apresentam o padrão necessário dos materiais a serem utilizados em obras de engenharia civil (BAUER, 2019). O bloco de vedação comum, em cerâmica vermelha é um dos mais utilizados em vedações de edificações, pois além do baixo custo ele possui uma fácil aplicação. Para possuir certificação de qualidade este bloco deve atender as recomendações estabelecidas na norma NBR 15270-1/2017, a qual fixa as condições exigíveis no recebimento deste produto, utilizados em obras de alvenaria com ou sem revestimento, no que diz respeito às características geométricas, físicas e mecânicas. (MERGULHÃO et al., 2016).

1.1 JUSTIFICATIVA

Os blocos cerâmicos possuem grande utilização no mercado da construção civil em virtude de serem materiais versáteis e de fácil manuseio. Porém, segundo Sandes (2008) mesmo com grande aceitação no mercado, existem dificuldades de se obter blocos que atendam aos requisitos necessários de qualidade e dentro dos padrões adequados para que se estabeleça uma obra durável e confiável. Essa ausência de qualidade dos blocos de vedação pode originar diversas patologias nas alvenarias, comprometendo a qualidade das mesmas. A falta de qualidade na produção industrial dos blocos cerâmicos compromete a execução da alvenaria. Fontana Cabezas (2011), afirma que um dos principais problemas encontrados nos blocos cerâmicos está relacionado à variação geométrica das peças que gera o aumento da espessura das camadas de argamassa devido a inclinação e não alinhamento de prumo dos blocos entre si, tendo como consequência o desperdício de argamassa na execução da alvenaria e o aumento no

custo final da obra. A padronização da qualidade dos blocos cerâmicos é dada através da norma NBR 15270-1 (ABNT, 2017a). Porém, não é comum que se tenha a fiscalização no processo produtivo ou recebimento destes blocos na comercialização. Grande parte das edificações construídas na cidade de Jataí-GO, utiliza os blocos cerâmicos em sua vedação. No entanto, não se obtém na literatura dados técnicos e acadêmicos sobre a qualidade e atendimento aos requisitos específicos da ABNT NBR 15270-1:2017. Neste sentido, considerando-se a importância dos blocos cerâmicos de vedação e sua grande aplicação nas obras regionais, faz-se necessário indicar a qualidade desses materiais, portanto, este trabalho tem como objetivo caracterizar os blocos cerâmicos de vedação comercializados no município de Jataí-GO com o intuito de fornecer de forma imparcial dados técnicos a respeito das características desse material.

1.2 OBJETIVOS

1.3 OBJETIVO GERAL

Verificar se os blocos cerâmicos comercializados na cidade de Jataí-GO atendem as prescrições estabelecidas na NBR 15270-1/2017.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a geometria dos blocos cerâmicos verificando suas dimensões, espessura dos septos, paredes externas, o desvio em relação ao esquadro e a planeza das faces;
- Realizar a análise mecânica através do ensaio de resistência a compressão;
- Realizar a análise física através dos ensaios de determinação da massa seca e índice de absorção;
- Analisar visualmente os blocos cerâmicos de modo a verificar se apresentam defeitos sistêmicos, como superfície irregular, deformações e quebras.

CAPÍTULO 2 REVISÃO DA LITERATURA

Para ANICER (2014), a indústria cerâmica no Brasil conta com 6,9 mil olarias, sendo 63% dessas indagadas na produção de blocos/tijolos cerâmicos, e com receita de 18 bilhões de reais anuais de faturamento, correspondendo a 4,8% do total das indústrias da construção civil no mercado. O processo produtivo se caracteriza por indústrias de pequeno porte e com estrutura de produção com baixa qualidade de rendimento e desempenho regular das peças, segundo Pilz et al., (2015). O setor da indústria cerâmica brasileira sofre grandes problemas na qualidade de seus produtos, tendo a não-conformidade da técnica de produção um dos seus grandes fatores e grande parte de produção das pequenas e médias olarias é artesanal, com falhas no processo de mecanização, controle de umidade e secagem, acarretando a má eficiência e organização de padronização.

2.1 PROCESSOS PRODUTIVO DE BLOCOS CERÂMICOS

Segundo ISAIA, 2017, o processo de fabricação de componentes de cerâmica vermelha pode ser dividido entre as etapas de preparação da massa, moldagem, secagem, queima e resfriamento.

2.2 PREPARAÇÃO DA MASSA

A preparação da massa, por meio das operações de sazonalamento, mistura e laminação, tem como principais objetivos adequar a dimensão dos grãos de argila ao processo de moldagem que será submetida, aumentar sua reatividade e reduzir o teor de impurezas existentes. O sazonalamento é realizado pela maioria das indústrias de cerâmica vermelha consiste na exposição da argila à intempérie, de modo que ocorram alterações nas características, tais como: a desagregação dos torrões, o aumento de sua reatividade e a lixiviação de sais solúveis. O tempo utilizado para o sazonalamento depende da argila e do tipo de componente a ser moldado, podendo variar de 1 a 12 meses. (ISAIA.,2017).

A mistura de duas ou mais argilas é um processo muito utilizado. Tem a finalidade de corrigir deficiências existentes na argila proveniente da jazida principal, sendo realizada em função do tipo e das características do componente de cerâmica vermelha que será fabricado. O

amassamento, geralmente realizado com o auxílio de laminadoras, tem a função principal de triturar, por esmagamento, os torrões e grãos de maior dimensão da argila, reduzindo-os a uma dimensão adequada para a moldagem. O processo ocorre por meio da passagem da mistura de argilas entre dois cilindros metálicos. Nessa etapa, também é ajustado o teor de água da mistura, de modo a permitir uma moldagem adequada. (ISAIA, 2017).

2.2.1 Moldagem

A moldagem ou conformação das peças pode ser realizada por extrusão ou por prensagem. O processo de extrusão é o mais comum na fabricação de tijolos e blocos, enquanto a prensagem é utilizada para telhas. Na moldagem por extrusão, a massa deve ser moída por via úmida. Os valores usuais de umidade estão entre 20% e 30%. Nesse processo, o equipamento usado é uma maromba a vácuo, que tem as funções de retirar o excesso de ar existente na massa cerâmica e conformá-la por meio da passagem por uma boquilha, que funciona como molde para a cerâmica. O bloco de argila extrudado é contínuo e deve ser cortado nas dimensões previstas para o tipo de componente que está sendo fabricado, prevendo a diminuição métrica que irá ocorrer ao longo dos processos de secagem e queima (ISAIA, 2017).

2.2.2 Secagem

As argilas utilizadas na fabricação de cerâmica vermelha possuem, usualmente, um teor elevado de umidade, necessário para viabilizar a moldagem. Esse teor de água deve ser retirado lentamente do componente cerâmico, de modo a impedir o aparecimento de deformações ou fissuras. Durante o processo de secagem, ocorre migração de água para o exterior, e o calor gerado pela evaporação dessa umidade aquece a superfície do componente moldado. Como consequência, a superfície do componente seca mais rápido que seu interior. Isso resulta numa contração diferencial com relação ao interior que gera tensões que podem vir a causar deformações e/ou fissuras. A contração varia entre 3% e 8% em peças moldadas no estado plástico (por extrusão, por exemplo) e na ordem de 0,5% em peças conformadas por prensagem. (ISAIA, 2017).

A velocidade de secagem é influenciada pela temperatura, pela umidade e direção de incidência do ar sobre o componente moldado, pela forma do componente também pela granulometria (argilas mais finas apresentam uma secagem lenta) e composição mineralógica da argila. (ISAIA, 2017).

A secagem pode ser realizada por meio de dois processos: secagem natural e secagem artificial. A secagem natural é realizada por meio de estocagem dos componentes extrudados em prateleiras, em local protegido da chuva. Os componentes ficam expostos ao ar ambiente, até que sua umidade chegue ao teor especificado para a fabricação (geralmente inferior a 1%). O tempo necessário para a secagem natural depende das condições ambientais, ficando geralmente entre 10 e 30 dias. Já a secagem artificial é realizada em estufas ou em câmaras de alvenaria onde se aproveita o calor do forno. Pode ser realizada pelo processo contínuo (secadores de câmaras paralelas ou do tipo túnel) ou intermitente (por batelada). Em geral, sua duração é inferior a 3 dias. (ISAIA, 2017).

2.2.3 Queima

O aquecimento da argila gera alterações físico-químicas irreversíveis, que resultam em mudanças nas suas propriedades. No início do processo de aquecimento até cerca de 150°C, ocorre a evaporação da água livre. Desta temperatura até cerca de 600 °C perda da água adsorvida. A partir de então, iniciam-se diversas reações químicas, ocorrendo desidratação química e decomposição da matéria orgânica existente na argila. Posteriormente, ocorre a oxidação e, a partir de 800°C a 1100°C, ocorre a vitrificação da argila. (ISAIA, 2017).

Fatores como a velocidade em que ocorre o acréscimo de temperatura, a temperatura máxima atingida durante o processo, o tempo de manutenção da temperatura máxima e a velocidade do resfriamento, além da uniformidade da temperatura no forno, são determinantes das propriedades que se desejam obter no componente fabricado, tais como: a resistência mecânica, a absorção de água e a contração linear. A velocidade de acréscimo de temperatura deve ser especificada de modo a permitir a saída da água de forma gradual, sem a geração de deformações excessivas por contração. Na fabricação de blocos e tijolos de cerâmica vermelha, a temperatura máxima atingida fica na ordem de 800°C a 1100°C. (ISAIA, 2017).

2.2.4 Tipos de Fornos

Diversos tipos de fornos são utilizados para a fabricação de cerâmica vermelha. O modo mais tradicional de classificação é em função do processo de queima, dividindo-se os fornos em contínuos (quando a produção é contínua) e intermitentes (quando a queima ocorre em ciclos de carga, quente, queima e descarga). Os fornos mais utilizados no Brasil são os contínuos, com destaque para os fornos tipo Hoffmann e fornos tipo Túnel. (ISAIA, 2017).

2.2.5 Comercialização na Construção Civil

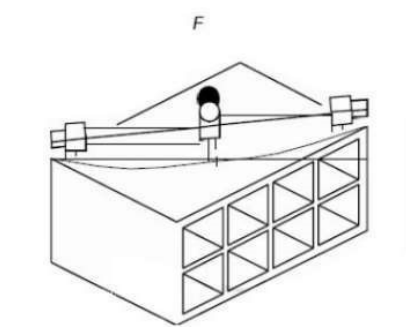
Savazzini-Reis e Silva (2017) afirmam que grandes inovações na gestão das obras de construção civil têm levado a discussões de vários fatores, dentre os quais: o consumo excessivo de argamassas na execução da alvenaria de vedação e o desperdício do próprio bloco tem se destacado. Os principais problemas que se identificam nos blocos cerâmicos, gerando uma maior insatisfação aos compradores corporativos é justamente a baixa qualidade e à falta de padronização e normalização destes produtos. Segundo Junior e Brito (2016), no que diz respeito as melhorias e desenvolvimento do processo de produção dos blocos cerâmicos pelas indústrias, é necessário que se tenha uma reavaliação da forma que são produzidos esses materiais, racionalizar e aumentar o rigor no processo construtivo para obter uma maior redução dos resíduos gerados. O mercado dos blocos cerâmicos no Brasil é constituído por consumidores diretos e indiretos, sendo que uma pequena parcela dos comerciantes é intermediária, ou seja, adquirem o produto das indústrias e os revendem para construtoras, lojas e proprietários de obras, fazendo com que as transações de compras sejam mais rápidas. Neste aspecto, acontecem que as construtoras e algumas lojas são os mais exigentes, considerando, no momento da compra, sobretudo as normas técnicas. Já os proprietários de obras, em sua maioria, costumam decidir o tipo de produto a ser adquirido a partir das opiniões dos pedreiros, os quais, através de suas experiências por tempo de serviço, valorizam mais a resistência do produto. Acontece que até no ano de 2018, a FIESP (2018) afirma que o sistema de autogestão na realização de obras chegou a uma taxa de 41,2% do PIB total gerado da construção civil, mostrando que os próprios moradores e proprietários que irão habitar tais, realizam parcialmente ou integralmente a construção, projeto e gerenciamento das mesmas. Para Ferreira (2014) a autogestão na produção habitacional é resultado de processo histórico em sentido social de organização.

2.2.6 Definições e Requisitos Segundo A NBR 15270-1

Conforme a NBR 15270-1 (ABNT, 2017a), os blocos cerâmicos de vedação são “componentes não participantes da estrutura, que possui furos ou vazados prismáticos perpendiculares as faces que os convêm”. Tendo sua classe de blocos cerâmicos de vedação conhecida por VED. Dentre as características geométricas se destaca a definição de desvio em relação ao esquadro, onde a norma define como “ângulo formado entre o plano de assentamento do bloco e sua face” representado na figura 2.1, e a definição de planeza das faces (flecha) que se trata da distância

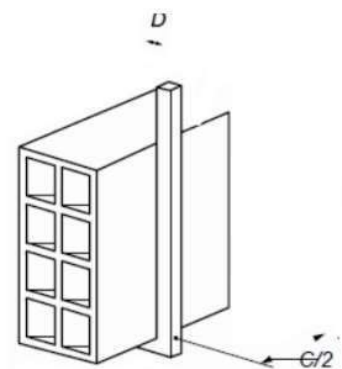
das faces dos blocos até o eixo dessa mesma face, assim sendo a distância da concavidade ou convexidade da face de tais, ilustrado na figura 2.2. Para fim de requisitos tem se a tolerância máxima de 3 mm de ambas as características (desvio em relação ao esquadro e planeza das faces) em cada peça submetida a ensaio. Para ser constituído um lote de blocos cerâmicos de vedação, deve conter a quantidade máxima de 250 mil peças, e qualidade, marca e condições de identificação iguais. (ABNT, 2017a).

Figura 2.1: Flecha concava - representação esquemática



Fonte: ABNT, 2017b

Figura 2.2: Desvio em relação ao esquadro – representação esquemática



Fonte: ABNT, 2017b

2.2.7 Qualidade dos Blocos Cerâmicos

Para ser considerado de boa qualidade, um bloco cerâmico deveria ter as faces planas, os lados paralelos e textura uniforme. Além disso, deveria satisfazer propriedades físicas como uniformidade de cor, tamanho e densidade. Também deveria apresentar valores mínimos de propriedades mecânicas, tais como, resistência à compressão, módulo de elasticidade, absorção,

condutibilidade térmica e resistência ao fogo (SOMAYAJI, 2001). O método de avaliação de algumas destas propriedades é especificado na NBR-15270.

No intuito de organizar o setor da construção civil, no que diz respeito à melhoria da qualidade habitacional e modernização produtiva, bem como contribuir para o desenvolvimento sustentável do habitat urbano, foi criado pelo governo federal, em 1998, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), sob a coordenação da Secretaria Nacional de Habitação, do Ministério das Cidades. Este programa, que surgiu a partir de compromissos firmados pelo Brasil na Conferência do Habitat II, em 1996, foi concebido como um instrumento de regulamentação e estímulo ao cumprimento das normas técnicas na produção dos materiais de construção e dos padrões de qualidade. (BAUER, 2019).

O PBQP-H teve ainda o objetivo de ampliar o acesso à moradia de qualidade para a população de menor renda, por meio da elevação dos patamares de qualidade, produtividade e sustentabilidade da indústria da construção civil, com o uso de procedimentos ambiental, social e economicamente sustentáveis. (BAUER, 2019).

Outra medida foi a instituição do Sistema de Qualificação de Materiais, Componentes e Sistemas Construtivos (SiMaC), no Âmbito do PBQP-H, pela Portaria nº 310 do Ministério das Cidades, em 20 de agosto de 2010. O intuito foi elevar e manter em 90% o percentual médio de conformidade com as normas técnicas dos produtos que compõem a cesta de materiais de construção combate à não conformidade técnica intencional. (BAUER, 2019).

As associações de fabricantes de produtos cerâmicos participam do PBQP-H, que, em contrapartida, apoia os Programas Setoriais de Qualidade (PSQ) das associações, favorecendo o elo institucional entre agentes financiadores e compradores governamentais, para que venham desempenhar seu poder de compra como indutores do processo de qualidade. O PSQ tem como um de seus principais objetivos possibilitar que cheguem ao mercado produtos em conformidade com os requisitos técnicos normatizados. Para tanto, estabelece metas e ações que devem ser cumpridas pelas entidades responsáveis por cada PSQ e pelas empresas que aderem ao programa. Com relação à cerâmica vermelha, podem ser citados: PSQ-BC (Programa Setorial de Qualidade para Blocos Cerâmicos), que tem como balizador a ABNT NBR 15270:2017), Partes 1 e 2 (atualizadas em 2017). (BAUER, 2019).

CAPÍTULO 3 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 feito a análise geométrica, bem como as dimensões do bloco, largura, altura e comprimento, a espessura dos septos do bloco, que são os elementos que separam os furos, dimensão das paredes externas, verificação de desvio de esquadro e planeza de faces, será aferido as características físicas definidas pela massa seca e índice de absorção e a aferição das características mecânicas, ou seja, a resistência à compressão dos blocos, foram feitos estes ensaios para os blocos cerâmicos de cada olaria estudada, após a obtenção dos resultados foi feito à análise comparativa entre os resultados encontrados para cada uma delas. Os ensaios foram feitos no laboratório de Materiais de Construção do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Goiás, Campus Jataí.

Foi feito uma visita aos depósitos que comercializam blocos cerâmico na cidade de Jataí, para descobrir quais indústrias fornecem seus produtos na cidade. Foi feito um levantamento e descobrimos que existem três indústrias de regiões diferentes que fornecem blocos de cerâmica vermelha em nossa cidade, sendo apenas uma localizada no nosso município, neste trabalho estas indústrias serão chamadas de Indústria 1, Indústria 2 e Indústria 3, para que as análises possam ser feitas rigorosamente de forma imparcial.

3.1 COLETA DE AMOSTRAS

A coleta, para pesquisa, foi realizada na cidade de Jataí, interior do estado de Goiás, onde foram recolhidos e analisados os blocos de vedação das três principais olarias fornecedoras de blocos cerâmicos na cidade de Jataí - Goiás. As amostras serão recolhidas em quantidade especificadas pela norma, como representado na tabela 3.1, porém será utilizado apenas 26 amostras de cada indústria, já que podemos utilizar os mesmos blocos para os ensaios desde que o ensaio de compressão, seja feito por último, por se tratar de um ensaio destrutivo.

Tabela 3.1: Tabela de número de blocos utilizados por teste, de cada lote

Ensaio de Verificação	Quantidade de Amostras
Verificação de identificação	13 amostras
Características Visuais	26 amostras
Características Geométricas	13 amostras
Características Mecânicas	13 amostras
Índice de Absorção d'água	6 amostras

Fonte: NBR 15270/2017

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

Figura 3.2: Defeitos visuais e de especificações do fabricante



Fonte: Autor (2023).

3.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

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.

3.4 MEDIDA DAS FACES

A verificação das dimensões foi feita com o auxílio de algumas ferramentas: paquímetro, régua e esquadro.

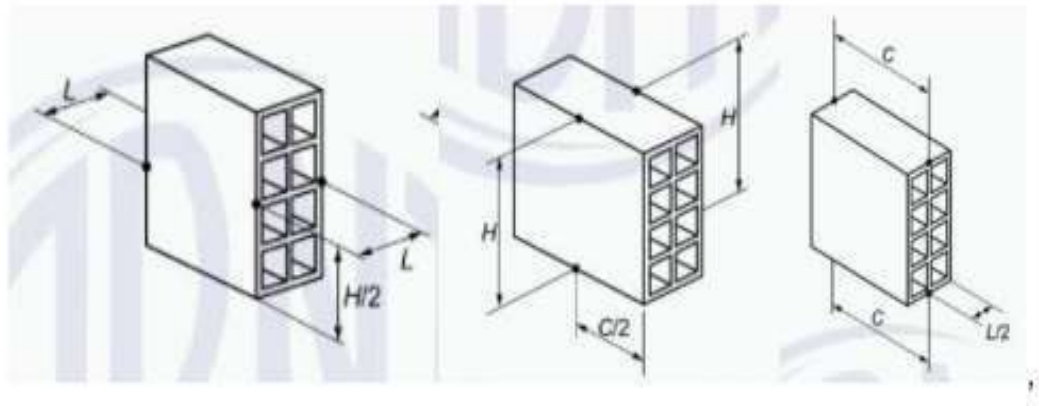
Figura 3.3: Medida das faces



Fonte: Autor (2023)

A NBR-15270 exige um mínimo de treze amostras de cada empresa de confecção de tijolo. Será verificado com uma amostragem simples de 13 tijolos. A priori os corpos de prova foram preparados e condicionados conforme especificado na norma, o procedimento do ensaio conforme na imagem 3.1 Para rejeição do lote, deve haver três ou mais tijolos fora das medidas ou da tolerância admitida, que é de 5 mm (milímetro) a medida individual e 3 mm na média.

Figura 3.4: Ilustração do local de medição dos blocos cerâmicos



Fonte: NBR 15270/2017

3.4.1 Espessuras dos Septos e Paredes Externas

Para determinar as espessuras dos septos e das paredes externas dos corpos de prova, foi utilizado um paquímetro como ferramenta de medição (Figura 3.5).

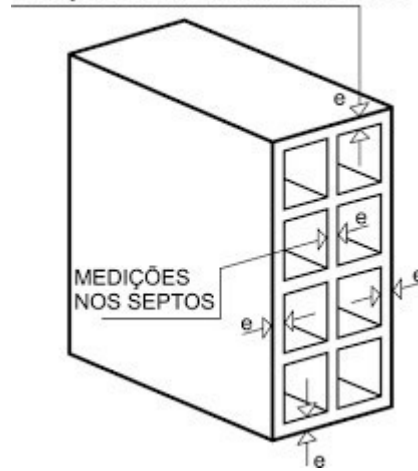
Figura 3.5: Medida dos septos



Fonte: Autor (2023)

Para medir as espessuras, analisa-se uma dimensão de cada face e o septo menos espesso. Para rejeição do lote, deve haver três ou mais tijolos fora das medidas ou da tolerância admitida, que é de 0,5 mm. (Figura 3.5).

Figura 3.6: Demonstração esquemática de septos e paredes externas



Fonte: NBR 15270/2017

3.4.2 Desvio em Relação ao Esquadro

Com auxílio de um esquadro e uma trena, é medido 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 3.7. Para rejeição do lote, deve haver três ou mais tijolos fora do esquadro ou da tolerância admitida, que é de no máximo 3 mm a mais ou a menos.

Figura 3.7: Desvio em relação ao esquadro



Fonte: Autor (2023)

3.4.3 Planeza das Faces

Neste caso foi utilizados um esquadro, trena e o deflectômetro como ferramentas de medição, a face analisada é a mesma que é feito o revestimento. O esquadro será posicionado na diagonal da face de revestimento e medido o desvio côncavo ou convexo da face, realizado como observado na Figura 3.8.

Figura 3.8: Estudo da flecha côncava



Fonte: Autor (2023)

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

3.4.4 Características Físicas

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

3.4.5 Massa Seca

Para descobrir a massa seca (m_s) dos blocos cerâmicos são devidamente limpos, retirando qualquer resquício de pó e partículas soltas e armazenados numa estufa para secagem. Quando a diferença de peso entre o peso atual e o anterior for inferior a 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 3.9: Estudo da flecha côncava



Fonte: Autor (2023)

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

$$AA\% = \frac{\mu - m_s}{m_s} * 100$$

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

É desejável que o bloco cerâmico tenha alguma absorção, porque boas propriedades de sucção são essenciais para uma boa aderência da argamassa de revestimento (CLAISSE, 2019). A NBR-15270 limita o valor mínimo da absorção em 8%. Entretanto, se a absorção for alta, pode induzir diversos fenômenos de degradação da alvenaria, além de comprometer a funcionalidade da edificação (BERTOLINI, 2014)

3.4.6 Massa Úmida

A determinação da massa úmida (μ) ocorreu com a imersão total dos tijolos num recipiente com a água a temperatura ambiente por 24 horas.

Figura 3.10: Determinação de massa úmida



Fonte: Autor (2023)

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

3.4.7 Características Mecânicas

Na verificação das características mecânicas, como a resistência à compressão, o equipamento utilizado foi uma 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 abrange toda a área da superfície. É realizado o capeamento com pasta de cimento, com espessura máxima 3 mm, de forma a regularizar a superfície, para que a carga aplicada pela prensa seja distribuída uniformemente sobre o bloco. Após a cura do capeamento, os corpos de provas serão emergidos num tanque de água por 6:00 horas no mínimo. A posição do ensaio deve ser igual àquela em que o tijolo será assentado 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. (Figura 3.11).

Figura 3.11: Teste de resistência a compressão.



Fonte: Autor (2023)

As três fabricantes de blocos cerâmicos foram reprovadas no teste de características mecânicas, a empresa “1” e “3” não apresentaram nenhuma amostra que atingisse a carga mínima de 1,5 Mpa (Mega Pascal), a empresa “2” demonstrou o melhor desempenho para esse teste, quatro 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. (Figura 3.11).

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1 COLETA DE AMOSTRAS

Ao coletar as amostras dos blocos cerâmicos, foi feita uma análise do ambiente onde estas amostras estavam armazenadas. Das três cerâmicas estudadas apenas uma se encontra na cidade de Jataí. Apenas nesta foi possível um estudo sobre o processo de fabricação. Nas outras, foi feito um estudo apenas do processo de armazenamento e transporte. Ao serem analisados os blocos cerâmicos da empresa, denominada neste trabalho como cerâmica 1, foi observado algumas irregularidades principalmente no local de armazenamento. Foram encontradas pilhas muito altas de blocos cerâmicos, nas quais, segundo prestadores de serviço do local, geram em algumas ocasiões desmoronamentos dos blocos. Após isto, os blocos são recolhidos e voltam para as pilhas, provocando, assim, inúmeras trincas e quebras nos blocos, que chegam em alguns casos com defeito aos consumidores. Na cerâmica de número 2, não foi visto este mesmo problema. Pelo contrário, estes estavam armazenados de forma adequada e o transporte do local de armazenamento até o caminhão é feito de forma mecanizada com empilhadeiras. Quando os seus blocos são vendidos em grande quantidade, são entregues em paletes, o que facilita no transporte e evita acidentes durante a carga e descarga. A cerâmica de número 3 possui fabricação na cidade de Jataí. Foi feito um estudo de todo seu processo de fabricação e armazenamento e no transporte. Porém, assim como na cerâmica de número 2, os seus processos são todos bem adequados. A secagem dos blocos é feita com uma temperatura muito elevada e sem uma padronização, o que pode ocasionar, principalmente no quesito resistência à compressão, uma variação muito grande nos resultados, situação que foi verificada e confirmada pelos testes no laboratório.

Figura 4.12: Irregularidades no armazenamento



Fonte: Autor (2023)

4.2 CARACTERÍSTICAS VISUAIS

Os blocos produzidos nas cerâmicas, 1 e 3 não possuem identificação do fabricante. Apenas os blocos da cerâmica nomeada como cerâmica 2, possuem essa identificação. Também foram analisados muitos defeitos sistemáticos apresentados nos blocos cerâmicos, como marcas de manuseio incorreto, quebras, trincas e rachaduras.

Figura 4.13: Defeitos visuais



Fonte: Autor (2023)

Um dos primeiros indicativos da qualidade do tijolo é sua coloração, que é uma característica facilmente identificável. A norma não especifica nada a respeito desta característica, mas há alguns estudos que mostram que blocos cerâmicos de qualidade demonstram uma cor uniforme e com marcante tonalidade laranja forte, amostras claras ou pálidas demonstram baixa qualidade, principalmente no processo de queima (BAUER, 2019).

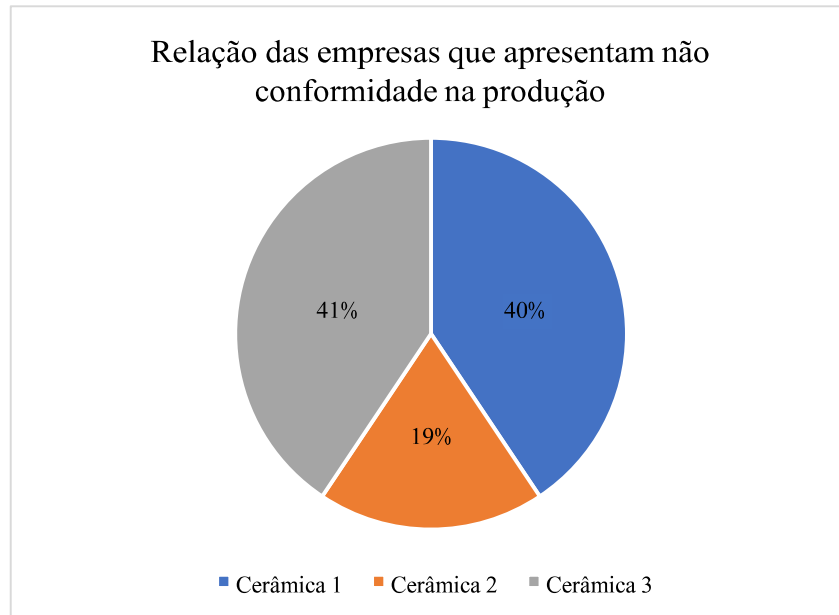
Tabela 4.2: Blocos não conformes com a NBR 15270 segundo as características visuais.

Empresa	Blocos sem conformidade com a norma 15270	Aceita/Rejeita
Cerâmica 1	13	R
Cerâmica 2	6	R
Cerâmica 3	13	R

Fonte: Autor (2023)

Feita uma análise quantitativa, tem-se que, em relação a quantidade geral de blocos rejeitados no experimento a cerâmica de número 1 possui uma porcentagem de 50%, a de número 2 tem 19% e a de número 3 tem uma porcentagem de 50% como representado no gráfico 4.1.

Gráfico 4.1: Relação percentual de não conformidade visual



Fonte: Autor (2023)

4.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

4.4 MEDIDA DAS FACES

A Tabela 4.3 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 Jataí, no estado de Goiás.

Figura 4.14: Medida das faces para verificação de conformidade



Fonte: Autor (2023)

Tabela 4.3: Blocos não conformes segundo NBR 15270, segundo Dimensões das faces

Quantidade de blocos não conformes tijolos não conforme					Dimensão média (mm)			
Empresa	Largura	Altura	Comprimento	Lote	Largura	Altura	Comprimento	Lote
1	13	13	13	R	86,5	132,2	223,2	R
2	0	2	6	R	89,8	142,5	238,3	R
3	0	2	13	R	89,7	138,2	229,8	R

Fonte: Autor (2023)

Observa-se que nenhuma delas foram aprovadas no teste geométrico já que, a norma permite apenas 2 blocos ultrapassando a tolerância permitida para dimensões individuais, de 5 mm e na média a tolerância e de apenas 3 mm.

Figura 4.15: Alguns dos exemplares nos quais foram feitos a análise de planeza das faces



Cerâmica 1

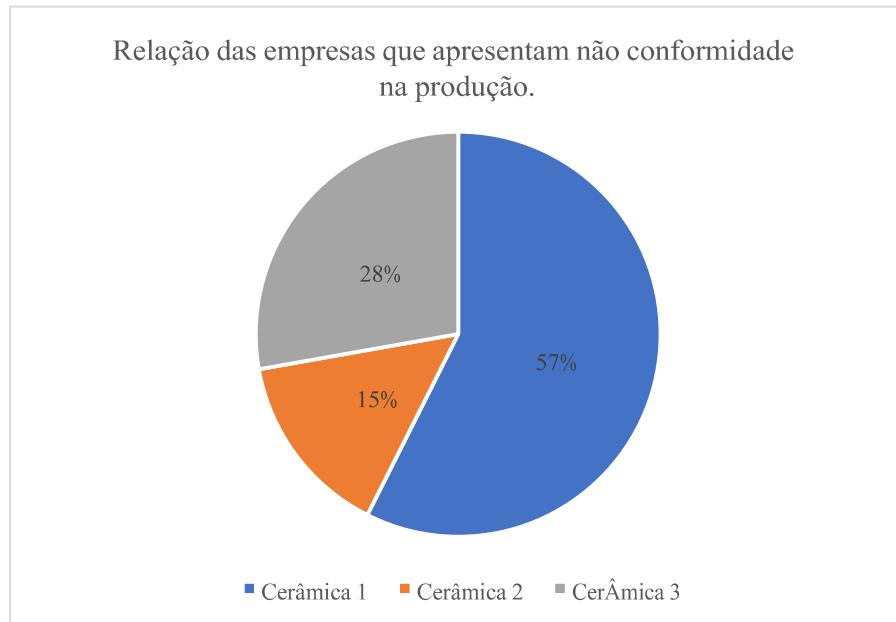
Cerâmica 2

Cerâmica 3

Fonte: Autor (2023)

Como demonstrado na figura 4.15, as dimensões dos blocos da olaria “1”, “2” e “3” são de 9 cm x 14 cm x 24 cm. A média permitida seria de 87 mm a 93 mm para largura, 137 mm a 143 mm para altura, e 237 mm a 243 mm para o comprimento. Ao analisar a tabela 3 observa-se que a empresa “1” teve seus blocos reprovados em todas as dimensões, largura, altura e comprimento. A empresa “2” foi aprovada no quesito largura e altura, e o comprimento não satisfaz o tamanho mínimo admitido. A empresa “3” foi aprovada assim como a empresa “2” nos quesitos largura e altura já no comprimento não conseguiu atingir os critérios exigidos pela norma. Ressaltando que a tolerância na análise individual é de 5 mm, e para dimensão média 3 mm.

Gráfico 4.2: Relação percentual de não conformidade na planeza das faces



Fonte: Autor 2023

Fazendo uma relação entre os blocos não conformes no teste de dimensão das faces, observase que a Cerâmica 1, possui o maior índice: 57%, seguida pela cerâmica de número 3 com 28% e, por fim, com os melhores resultados a de número 2 com apenas 15%.

4.4.1 Espessuras dos Septos e Paredes Externas

Na análise de dimensão dos septos todas as empresas não atenderam a norma como pode ser notado na Tabela 4.4, apresentada a seguir.

Tabela 4.4: Blocos não conformes com a NBR 15270 segundo a espessura dos septos e paredes externas.

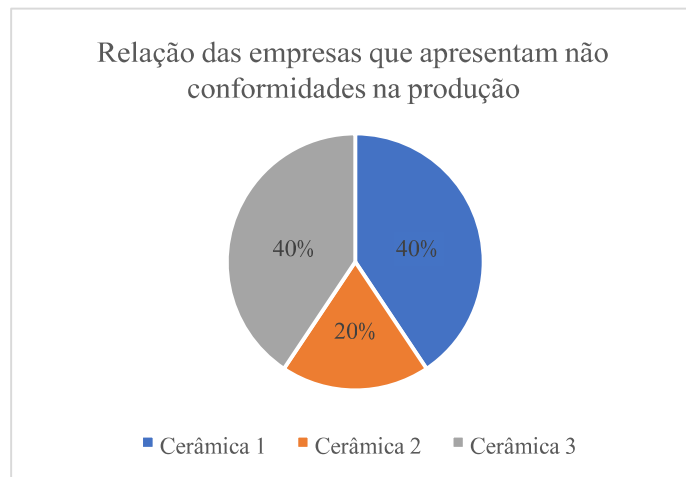
Empresa	Quantidade de tijolos não conforme com a dimensão dos septos	Quantidade de Tijolos não conforme com a dimensão das paredes externas
1	13	0

2	6	0
3	13	0

Fonte: Autor (2023)

A norma exige um septo mínimo de 7 mm com tolerância de 0,5 mm para mais ou para menos. As empresas “1” e “3” apresentaram não conformidade no septo de todas as amostras, enquanto a empresa “2” apresentou septos menores que o estipulado apenas 6 amostras. 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. Todas as empresas foram aprovadas nesse quesito.

Gráfico 4.3: Relação percentual de não conformidade nos septos e paredes externas



Fonte: Autos (2023)

Conforme o gráfico 4.3 demonstra, a empresa “1” e “3” apresentaram a maior quantidade de discordância para a medida mínima do septo, com um valor de 40%, em seguida veio a empresa “2” com 20%.

4.4.2 Desvio em Relação ao Esquadro

Para avaliação do desvio em relação ao esquadro foram obtidos os seguintes resultados, conforme a tabela 4.5 a seguir.

Tabela 4.5: Blocos não conformes com a NBR 15270 segundo ao desvio ao esquadro.

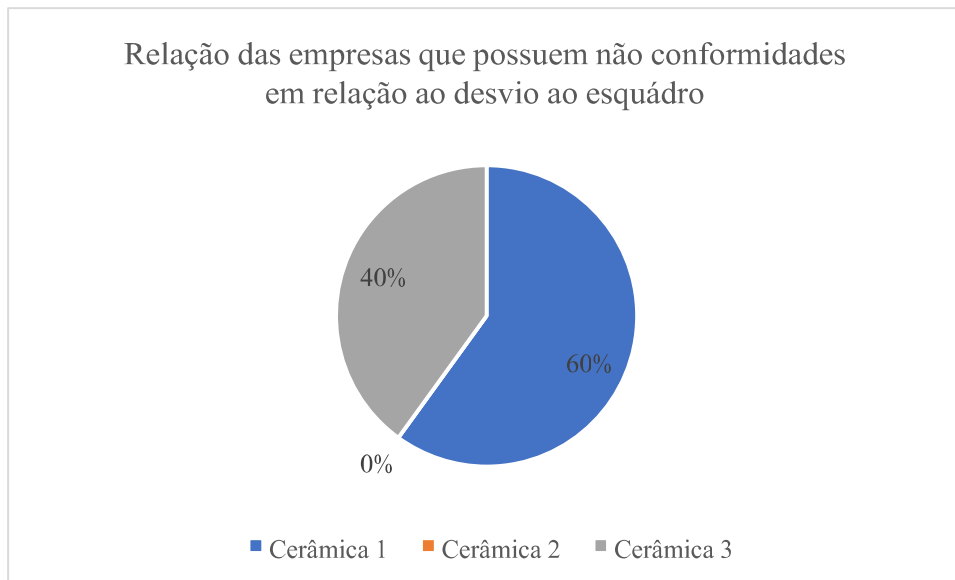
Empresa	Quantidade de tijolos não conformes em relação ao desvio do esquadro	Aceita/Rejeita
1	3	Rejeita
2	0	aceita

3	2	aceita
---	---	--------

Fonte: Autor (2023)

A NBR 15270 sugere que o lote seja rejeitado se a quantidade de amostras não conforme for maior que 2. Como demonstrado na tabela 10, as empresas 2 e 3 estavam em conformidade com a norma, que permite uma tolerância de desvio em relação ao esquadro de no máximo 3 mm para até dois blocos cerâmicos. A empresa “1” teve seu lote rejeitado por apresentar quantidade maior que o permitido pela NBR 15270. Houve um total de cinco blocos fora do esquadro, desses, três eram na empresa “1”, o restante se dividiu com a empresa “3” e já a empresa 2 não teve nem uma unidade que não atendesse a norma, no que se refere ao desvio em relação ao esquadro, como pode-se notar no gráfico 4.4.

Gráfico 4.4: Relação percentual de não conformidade em relação ao desvio ao esquadro.



Fonte: Autor (2023)

Portanto, como observado no gráfico 4.4, de todas as amostras não conformes, sendo um total de 5, 60% do gráfico é da empresa “1”, e outro 40% do gráfico é da empresa “3” e a empresa de número 2 não possui nem um sequer inconformidade quando é referido ao desvio ao esquadro. Logo os lotes de número 2 e 3 foram aprovados neste quesito.

4.4.3 Planeza das Faces

Para os requisitos planeza das faces reunimos os resultados demonstrado na Tabela 4.6:

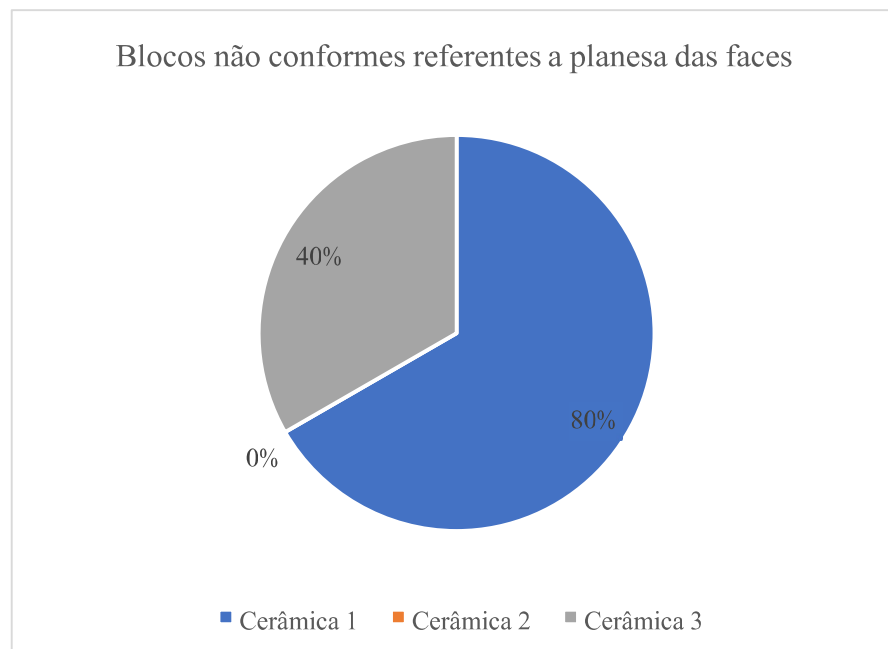
Tabela 4.6: Blocos não conforme com a NBR 15270 segundo a planeza das faces

Empresa	Blocos não conformes com a NBR 15270	Aceita/rejeita
1	8	R
2	0	A
3	2	A

Fonte: Autor (2023)

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 2 e 3 demonstraram estar em conformidade com a norma como demonstrado na Tabela 4.6 Quantidade de tijolos que não estão de acordo com a norma 15270:17 sobre a planeza das faces. Por outro lado, a empresa “1” ultrapassou a quantidade permitida, sendo seu lote rejeitado.

Gráfico 4.5: Relação percentual de não conformidade em relação a planeza das faces



Fonte: Autor (2023)

O total de blocos rejeitados foi de 10, a empresa “2” não demonstrou nenhum bloco com esse defeito, a empresa “1” apresentou 8 unidades não conformes, representando 80% do índice de

reprovação, e a empresa de número 3 apresentou apenas 2 unidades reprovadas, representando 40% do índice de reprovação, como demonstrado no gráfico 4.5.

4.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

NBR 15270/2017 determina um índice de absorção de água entre 8% e 25% aceitável até 1 unidade não conforme com a exigência, a amostragem para este ensaio é de seis unidades. O resultado dos testes pode ser observado na tabela 4.7 a seguir.

Tabela 4.7: Relação de blocos não conformes em relação à absorção de água

Empresa	Blocos não conformes segundo a NBR 15270	Aceita/Rejeita
1	0	A
2	0	A
3	0	A

Fonte: Autor (2023)

Como pode ser observado na tabela 9, nenhuma das empresas, apresentaram índice de absorção maior que o permitido pela norma, logo todas ficaram com índices entre 8% e 2%, em média, que é a porcentagem aceita pela NBR 15270/2017.

4.6 CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Para ensaio de determinação da resistência à compressão, foram seguidas todas as recomendações da norma, utilizando treze amostras por empresa. As amostras foram limpas e o capeamento foi feito com uma camada fina de pasta de cimento para regularizar a superfície em que seria aplicado o carregamento. Antes do ensaio, os blocos foram colocados num tanque por, no mínimo, seis horas. Na execução do ensaio foi colocado uma chapa rígida em cima e embaixo do corpo de prova. O resultado quantitativo é observado na tabela 4.8.

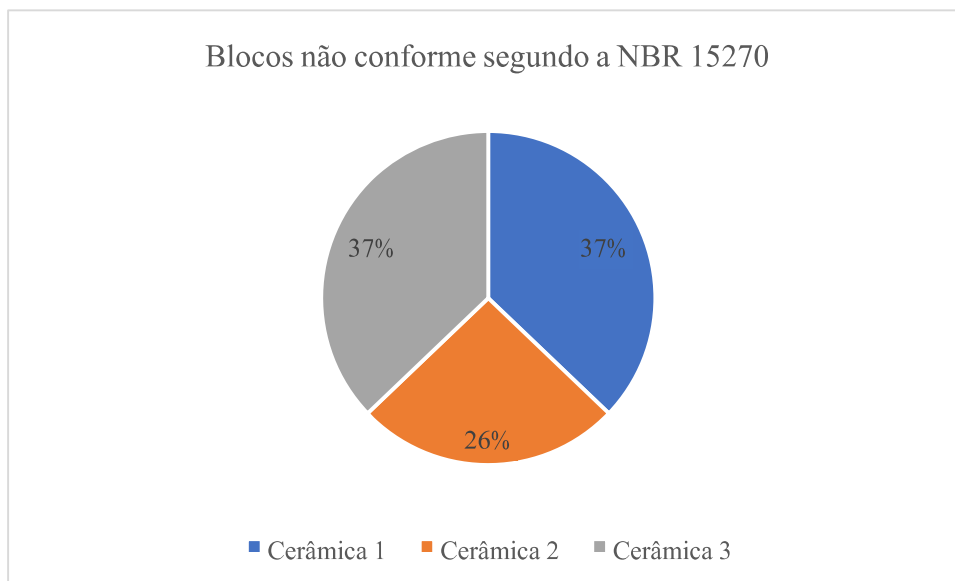
Tabela 4.8: Blocos com não conformidade, segundo a resistência a compressão

Empresa	Blocos não conformes segundo a NBR 15270	Aceita/Rejeita
Cerâmica 1	13	R
Cerâmica 2	9	R
Cerâmica 3	13	R

Fonte: Autor (2023)

As três fabricantes de blocos cerâmicos foram reprovadas no teste de características mecânicas. As empresas “1” e “3” não apresentaram nenhuma amostra que atingisse a carga mínima de 1,5 MPa (Mega Pascal), finalizando os testes com uma média respectiva de 0,1926 MPa e 0,1544 MPa. Os blocos da empresa “2” apresentaram o melhor desempenho para esse teste. Quatro de suas treze amostras superaram o valor mínimo e obteve uma média geral de 1,284 MPa. Contudo, a norma aceita até duas unidades não conformes. Portanto, para este ensaio, todas as empresas tiveram o lote rejeitado.

Gráfico 4.6: Relação percentual de não conformidade em relação a resistência a Compressão



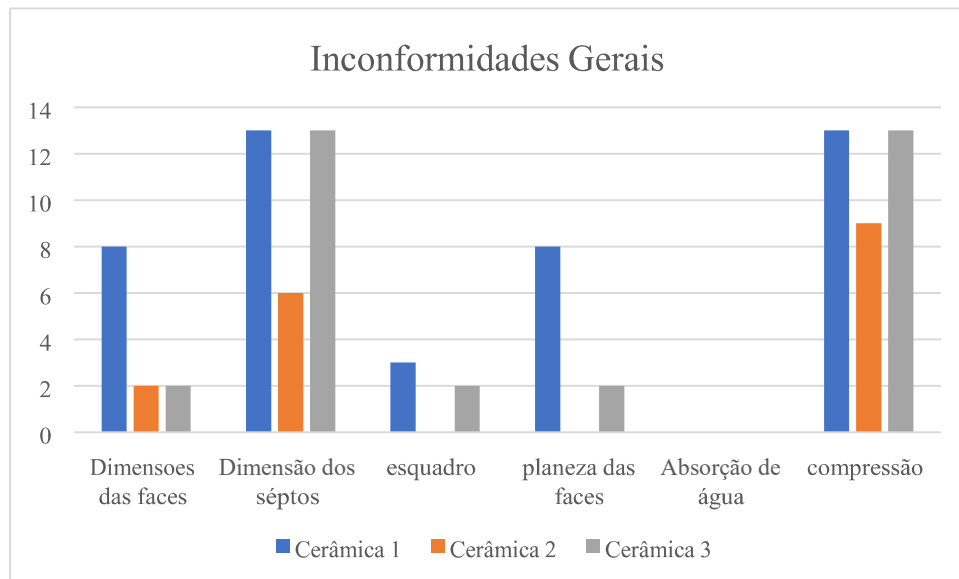
Fonte: Autor (2023)

Como pode-se notar no gráfico 4.6, por mais que nenhuma tenha atingido o limite mínimo, a empresa “2” diante das concorrentes se sobressaiu. Ela alcançou a carga de 85,33% em relação ao valor de 1,5 MPa, e representa apenas 26 % da quantidade de blocos reprovados enquanto as outras duas empresas não chegaram nem à metade do que a empresa “2”. As fabricantes “1” e “3” fizeram, respectivamente, 12,6% e 10,29% em relação à mínima carga exigida pela NBR 15270/2017, não alcançando nem um terço de carga mínima exigida.

4.7 RESULTADO GERAL

Conforme o gráfico 4.7, visto a seguir, apresenta a quantidade de blocos não conformes com a norma de cada empresa, para cada item analisado.

Gráfico 4.7: Relação geral de não conformidade



Fonte: Autor (2023)

Em relação ao desempenho das empresas é evidente que todas foram insuficientes em relação as recomendações da norma. Pôde-se observar que, em alguns casos, todas as amostras foram desqualificadas. Os resultados completos se encontram no ANEXO I.

CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO

Analizando os blocos cerâmicos comercializados na cidade de Jataí – GO, nenhum fornecedor passou nos requisitos de testes da NBR 15270-1/2017.

Notou-se que um fator que impactou bastante em todas as cerâmicas no quesito das características visuais, foram as marcas de manuseio inadequado dos blocos, que gera deformações, trincas, dentre outros defeitos. As cerâmicas de número 1 e 3 não possui os dados do fabricante fixado nos seus blocos. Nas características geométricas foi observado uma variação muito grande em todos os blocos estudados, principalmente o tamanho das suas faces, teste este que nenhuma empresa estudada estava conforme a norma. Já na dimensão dos septos todos os fornecedores foram reprovados pela norma, porém no desvio ao esquadro apenas a cerâmica de número 1 não atingiu os quesitos recomendados, as outras se portaram relativamente bem nesses testes. Na verificação de planeza das faces a cerâmica 1 continuou com maiores irregularidade e sendo a única reprovada neste quesito. Nos testes feitos sobre as características geométricas dos blocos fornecidos, observou-se uma irregularidade muito grande de todos os fornecedores, mas a cerâmica nomeada nesse estudo como cerâmica 1 teve um desempenho muito abaixo da média das demais, uma irregularidade muito grande nas suas características geométricas, o que gera, na utilização desses materiais, um gasto maior de argamassa e uma demora maior para o assentamento devido à dificuldade de alinhamento.

No estudo das características físicas, todos os blocos foram aprovados e nas características mecânicas foi feito o rompimento dos blocos e obtido resultados bem abaixo do esperado. Nenhum dos blocos das cerâmicas 1 e 3 atingiu a resistência mínima à compressão e, na maioria dos blocos não, atingiu nem 1/3 do mínimo exigido. A cerâmica de número 2 também não teve seu produto em conformidade, porém apresentou um desempenho um pouco melhor, com 4 blocos atingindo a resistência mínima. A cerâmica de número 3 é possível observar uma não padronização nas suas peças, principalmente na coloração da argila, variando muito a cor de um bloco para outro, até mesmo em um único lote como foi estudado, o que pode impactar principalmente na sua resistência a compressão. Outro processo que pode ter influenciado bastante na resistência é a grande demanda de blocos da região, onde em um pico de demanda pode surgir a necessidade de aquecer em altas temperaturas os blocos para acelerar o processo de secagem, fazendo assim com que ele perca certa quantidade de resistência.

Logo, com tantos problemas apresentados, pode-se concluir que nenhuma empresa foi aprovada no comparativo com a NBR 15270-1/ 2017. Para cada matéria-prima é necessário utilizar de tecnologias para alinhar todo o processo, já que em cada jazida de argila é recolhido uma matéria-prima com características diferentes, necessitando, assim, de ajustes no processo de industrialização, principalmente na temperatura aplicada nos fornos. Estes diferentes processos, fazem com que os processos se adaptem a cada argila recolhida podendo auxiliar a diminuir oscilações nas características do produto, evitando problemas relevantes no produto final como de: resistência, coloração, absorção de água e grandes variações geométricas. Dessa forma, observa-se a necessidade de avanço tecnológico no processo 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 treinamento dos colaboradores e fiscalização das etapas de produção. Seria importante também uma fiscalização vinda das cerâmicas que produzem os blocos sobre os depósitos que as representam, já o armazenando de forma incorreta pode impactar diretamente no seu produto, principalmente, verificar a forma de transporte para que o produto chegue até o consumidor final o mais preservado possível, resultando, em consequência, no aumento na qualidade do produto.

CAPÍTULO 6 REFERÊNCIAS

- ANFACER. História da Cerâmica. 2023. Disponível em: <<https://www.anfacer.org.br/setorceramico/historia-da-ceramica>>. Acesso em: 22 abr. 2023.
- ANICER. A cerâmica Vermelha do Brasil. 2014. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/wp-content/uploads/2014/08/Release_Setor.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2023.
- BAUER, L. A. Falcão. Materiais de Construção. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2019. 2 v.
- BERTOLINI, Luca; Materiais de Construção: Patologia, Reabilitação e Preservação. São Paulo: Oficina de Testos, 2010.
- CLAISSE, PETER A. Materiais de Construção Civil. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). Observatório da Construção: Boletins. São Paulo, 2018. Disponível em: [Fiesp - Departamento da Indústria da Construção](#). Acessado em: maio de 2023
- FERREIRA, R.F.C.F. Autogestão e habitação: entre a utopia e o mercado. 2014. 219 f. Tese Doutorado (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- FONTANA CABEZAS, J.J. Características geométricas, físicas e mecânicas da alvenaria de cerâmica oca fabricada no Uruguai. Cienc. ensino tecnológico. Concepción del Uruguay, n. 42, p. 240-270. 2011,
- ISAIA., Geraldo C. (ed.). Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2017. 2 v.
- JUNIOR, A.C.; BRITO, W.O. Blocos cerâmicos: produção e análise das agressões ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL. v.7. Campina Grande-PB, 2016.
- MERGULHÃO, R.; Barreiro, M.; Taigy, A. Resultados da inspeção da qualidade do bloco de vedação comum: Estudo-piloto, 2016.
- NBR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270/1: 2017 – Componentes Cerâmicos– Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 1:Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2017a.
- NBR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270/2: 2017 – Componentes Cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 2: Métodos de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- PILZ, S. E. et al. Verificação da qualidade dos blocos cerâmicos conforme NBR 15270 comercializados em Santa Catarina. Revista de Engenharia Civil IMED, 2017.

SANDES, V. de Souza. Estudo sobre a qualidade dos blocos de concreto em fábricas de Feira de Santana. 2008. 61 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.).

SAVAZZINI-REIS, A.; SILVA, M. S. Análise do Desempenho de Blocos Cerâmicos Produzidos na Região de Colatina-ES. *Cerâmica Industrial*, v. 22, n. 3, p. 39-46, 2017.

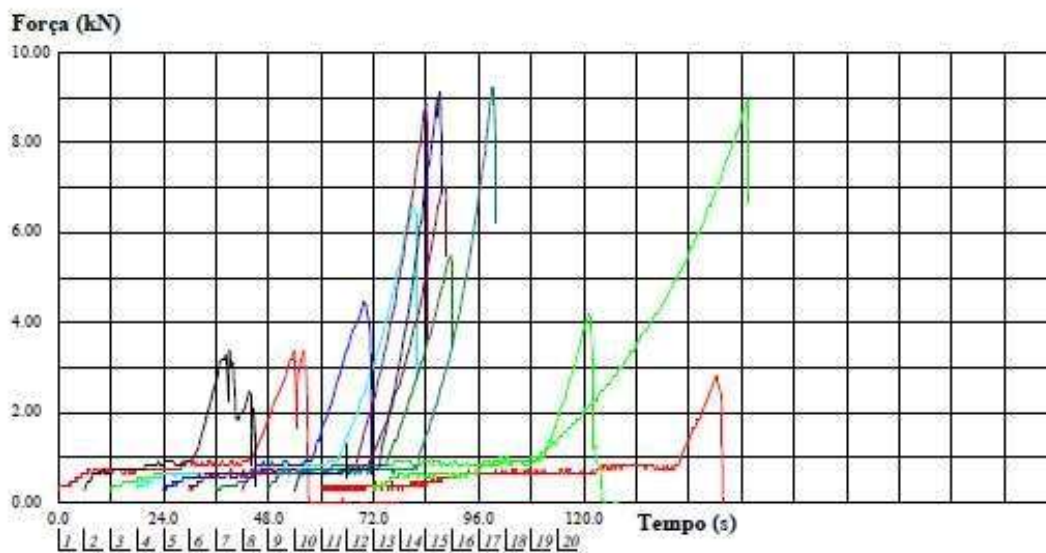
SOMAYAJI, Shan. *Civil Engineering Materials*. 2 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2001.

CAPÍTULO 7 ANEXO I

7.1 RESULTADOS CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS

Figura 7.16: Teste de compressão cerâmica 1

Corpo de Prova	Area Media (mm ²)	Carga Maxima de Ruptura (N)	Resistencia a Compressão (MPa)	Identificação
CP 1	29404.50	3382.74	0.12	
CP 2	30636.50	3382.74	0.11	
CP 3	30294.02	8959.68	0.30	
CP 4	31156.40	6582.62	0.21	
CP 5	30912.00	4479.84	0.14	
CP 6	30123.90	7039.75	0.23	
CP 7	30748.69	5485.52	0.18	
CP 8	31282.81	8868.26	0.28	
CP 9	30210.09	9233.96	0.31	
CP 10	30123.72	9142.53	0.30	
CP 11	29753.20	2834.18	0.10	
CP 12	30624.43	2651.33	0.09	
CP 13	29956.38	4205.56	0.14	
Número CPs	13	13	13	0
Média	30400	5865	0.1926	*
Mediana	30290	5486	0.1784	*
Desv. Padrão	551.3	2570	0.08402	*
Coef. Var. (%)	1.813	43.81	43.61	*
Mínimo	29400	2651	0.08658	*
Máximo	31280	9234	0.3057	*

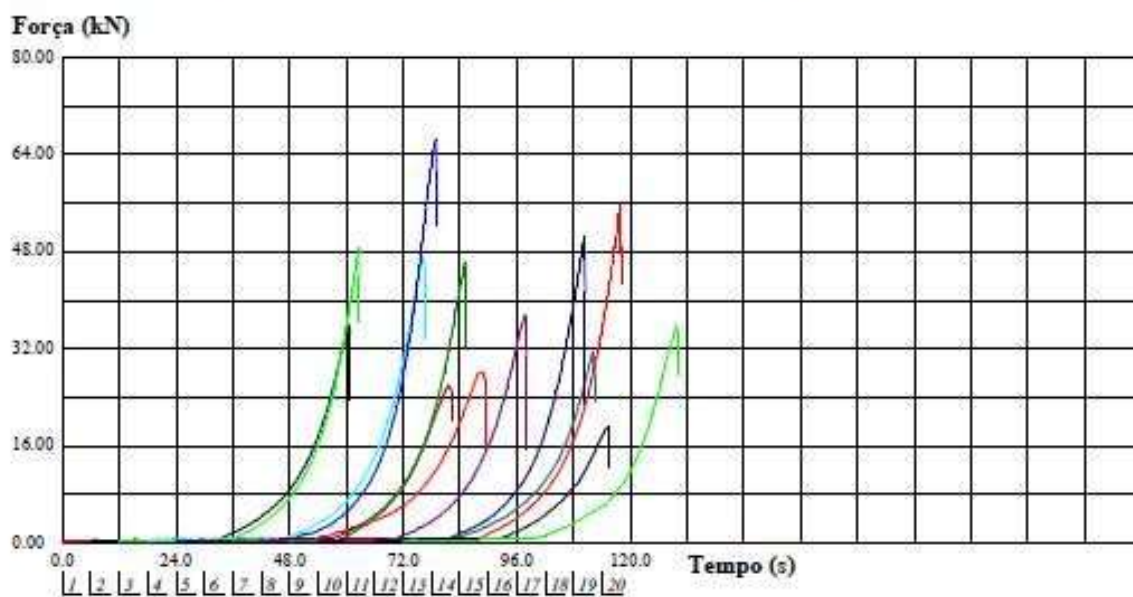


Observação: Operador: Rafael Cortês Ferreira

Fonte: Autor (2023)

Figura 7.17: Teste de compressão, cerâmica 2

Corpo de Prova	Area Média (mm ²)	Carga Máxima de Ruptura (N)	Resistência a Compressão (MPa)	Identificação
CP 1	32027.00	28250.42	0.88	
CP 2	30832.61	36021.57	1.17	
CP 3	31835.99	48729.69	1.53	
CP 4	32014.46	47358.31	1.48	
CP 5	31051.09	66649.05	2.15	
CP 6	32292.42	25964.79	0.80	
CP 7	31861.27	46352.64	1.45	
CP 8	31541.43	37575.80	1.19	
CP 9	32066.65	31633.16	0.99	
CP 10	31955.13	50558.20	1.58	
CP 11	31975.73	55586.59	1.74	
CP 12	32101.80	19107.89	0.60	
CP 13	31838.15	35930.15	1.13	
Número CPs	13	13	13	0
Média	31800	40750	1.284	*
Mediana	31960	37580	1.191	*
Desv. Padrão	421.0	13250	0.4251	*
Coef. Var. (%)	1.324	32.53	33.11	*
Mínimo	30830	19110	0.5952	*
Máximo	32290	66650	2.146	*

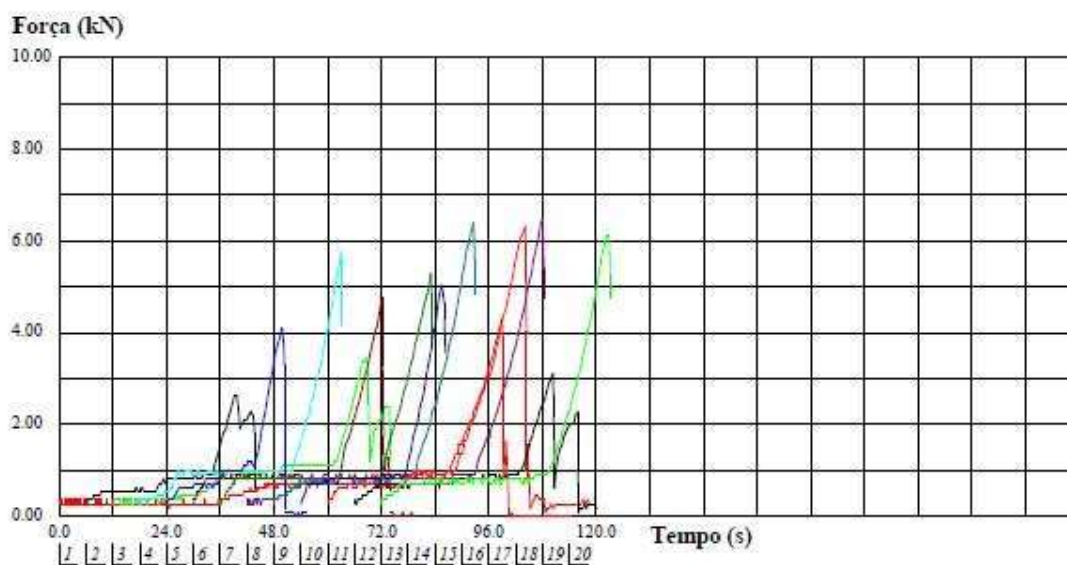


Observação: Operador: Rafael Cortês Ferreira

Fonte: Autor (2023)

Figura 7.18: Teste de compressão, Cerâmica 3

Corpo de Prova	Area Media (mm ²)	Carga Maxima de Ruptura (N)	Resistencia a Compressão (MPa)	Identificação
CP 1	32387.78	6308.35	0.19	
CP 2	32756.43	2651.33	0.08	
CP 3	32508.38	3474.16	0.11	
CP 4	32288.89	5759.79	0.18	
CP 5	30847.12	4114.14	0.13	
CP 6	31677.31	4754.12	0.15	
CP 7	30431.12	5302.67	0.17	
CP 8	31693.22	6491.20	0.20	
CP 9	31964.89	6399.77	0.20	
CP 10	32516.37	5028.39	0.15	
CP 11	32578.22	4296.99	0.13	
CP 12	31295.19	3108.46	0.10	
CP 13	31074.09	6125.50	0.20	
Número CPs	13	13	13	0
Média	31850	4909	0.1544	*
Mediana	31960	5028	0.1546	*
Desv.Padrão	747.6	1307	0.04155	*
Coef.Var.(%)	2.348	26.62	26.92	*
Mínimo	30430	2651	0.08094	*
Máximo	32760	6491	0.2048	*



Fonte: Autor (2023)

7.2 RESULTADOS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Tabela 7.9: Resultados características geométricas cerâmica 1

Análise Geométrica dos blocos cerâmicos (Cerâmica 1)

Amostras	Medida das faces						
	largura (mm) média das 2 faces	altura(mm) Média das 2 faces	comprimento (mm) média das 2 faces	Espessura dos septos em (mm)	Soma das paredes externas	Desvio em relação ao esquadro	Planesa das faces
1	86,2	132,6	223,2	5,3	17,6	2,5	3,2
2		133	223,1	5,2		2,1	2,6
3		130,1	223,4	5,1	17,3	1,2	3,5
4		132	223,1	5,6	18,2	1,1	2,4
5		132,4	223,4	5,4	17,9	2,3	4,2
6	86,2	132,2	223,2	5,2	18,5	2,4	3,1
7	86,7	132,6	223,5	5,7	18,3	3,2	2,2
8	86,5	132,3	223	5,8	18,4	2,1	2,9
9	86,4	132,1	223	6	18,3	3,6	2,8
10	86,8	132,4	223,3	6	17,9	3	3,4
11	86,6	132,3	223,1	6,1	16,9	1,3	3
12	86,7	132,1	223	5,8	18,9	2,8	3,1
13	85,70	132,5	223,3	5,9	19	3,2	3,2
Média	86,5	132,2	223,2	5,6	18,1	2,4	3,0
	86,5				18,4		
	86,8	86,7					
	86,7						

Fonte: Autor (2023)

Tabela 7.10: Resultados características geométricas cerâmica 2

Análise Geométrica dos blocos cerâmicos Cerâmica 2								
Amostras	Medida das faces					Desvio em relação ao esquadro	Planesa das faces	
	largura (mm)	altura(mm)	comprimento		Soma das paredes externas			
	média das 2 faces	Média das 2 faces	(mm) média das 2 faces	Espessura dos septos em (mm)				
1	90	142,9	234,1	6,3	17,6	1,2	2,3	
2	90,3	142,8	234	6,1	18,4	2,1	2,6	
3	89,2	140,2	242,3	7,5	17,3	1,2	2,8	
4	90,3	143	240,1	7,8	18,2	1,1	2,4	
5	89	144,6	237	6,4	17,9	2,3	2	
6	89,9	141	225,8	7,3	18,5	2,4	2,9	
7	89,9	144	242,9	7,1	18,3	1,3	2,2	
8	89,8	142,6	238,9	7,3	18,4	2,1	2,9	
9	89,8	142,1	244,2	6,2	18,3	1,3	2,8	
10	90,9	143	236,1	6	17,9	2,9	2,1	
11	90	141,8	239,9	7,1	16,9	1,3	2	
12	90	143	244,3	7	18,9	2,8	2,9	
13	88,10	141,2	237,2	6,3	19	1,1	2,1	
Média	89,8	5	142,	238,2	6,8	18,1	1,8	2,5

Fonte: Autor (2023)

Tabela 7.11: Resultados características geométricas cerâmica 3

Análise Geométrica dos blocos cerâmicos Cerâmica 3								
Amostras	Medida das faces							
	largura							
	(mm)	comprimento			Desvio em			
	média	altura(mm)	(mm)	Espessura	Soma das	relação	Planesa	
	das 2 faces	Média das 2 faces	média das 2 faces	dos septos em (mm)	paredes externas	ao esquadro	das faces	
1	89,6	136,7	230,2	5,5	19,1	2,5	2,1	
2	90,1	139,3	230,5	5,9	18,5	2,1	2,4	
3	89,9	138,2	229,9	6,3	18,6	1,2	2,9	
4	89,8	139,1	229,7	6,4	18,7	1,1	2,8	
5	89,4	139,6	229,6	6,2	18,9	2,3	2,4	
6	89,3	137,4	229,1	5,29	18,4	2,4	4	
7	89,5	139,2	230,5	5,9	18,6	2,6	2,6	
8	89,9	137,9	229,7	5,9	18,7	2,9	2,3	
9	89,7	137,4	230,4	5,6	18,3	1,3	3,9	
10	90	137,6	229,5	6	17,9	3,6	2,6	
11	89,9	139,9	229,6	6,2	16,4	1,1	2,4	
12	89,7	136,8	230,2	6	15,3	2,8	2,3	
13	89,90	138,1	229,1	6,3	17,1	3,8	2,1	
Média	89,7	2	138,	229,8	6,0	18,0	2,3	2,7

Fonte: Autor (2023)

7.3 RESULTADOS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Tabela 7.12: Resultados cerâmica 1

Características físicas Cerâmica "1"			
Amostras	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Índice de absorção de água
1	1425,3	1739,8	22,07
2	1411,2	1732,6	22,77
3	1423,2	1721,3	20,95
4	1398,3	1748,1	25,02
5	1498,8	1732,2	15,57
6	1496,1	1761,9	17,77

Fonte: Autor (2023) Tabela
7.13: Resultados Cerâmica 2

Características físicas Cerâmica "2"			
Amostras	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Índice de absorção de água
1	1632,1	1939,1	18,81
2	1643,8	1978,2	20,34
3	1691,3	1931,6	14,21
4	1648,9	1998,1	21,18
5	1659,8	1999,2	20,45
6	1671,6	1989,9	19,04

Fonte: Autor (2023)

Tabela 7.14: Resultados cerâmica 3

Características físicas Cerâmica "3"			
Amostras	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Índice de absorção de água
1	1339,9	1661,2	23,98

2	1336,9	1663,2	24,41
3	1345,7	1661,3	23,45
4	1349,9	1663,5	23,23
5	1381,2	1652,1	19,61
6	1372,5	1690,5	23,17

Fonte: Autor (2023)