



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANÁLISE TÉCNICA DE BLOCOS CERÂMICOS DE DIFERENTES  
OLARIAS DO SERTÃO PARAIBANO**

**MARIA LILIAN ALMINO DA SILVA**

**POMBAL – PB**

**2023**

MARIA LILIAN ALMINO DA SILVA

ANÁLISE TÉCNICA DE BLOCOS CERÂMICOS DE DIFERENTES  
OLARIAS DO SERTÃO PARAÍBANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof.(a) Dra. Elisângela Pereira da Silva

POMBAL – PB

2023

S586a Silva, Maria Lilian Almino da.

Análise técnica de blocos cerâmicos de diferentes olarias do sertão paraibano / Maria Lilian Almino da Silva. – Pombal, 2023.

73 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra. Elisângela Pereira da Silva”.

Referências.

1. Cerâmica vermelha. 2. Análise visual. 3. Análise geométrica. 4. Análise física. 5. Análise mecânica. I. Silva, Elisângela Pereira da. II. Título.

CDU 666.3 (043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

MARIA LILIAN ALMINO DA SILVA

**ANÁLISE TÉCNICA DE BLOCOS CERÂMICOS  
DE DIFERENTES OLARIAS DO SERTÃO PARAÍBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente (MARIA LILIAN ALMINO DA SILVA) **APROVADO** em 12 de julho de 2023 pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.

*Elisângela Pereira da Silva*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elisângela Pereira da Silva  
(Orientador – UFCG)

Documento assinado digitalmente  
**gov.br** ELISANGELA MARIA DA SILVA  
Data: 18/07/2023 16:36:44-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Elisângela Maria da Silva  
(Membro Interno – UFCG)

*Carla Caroline Alves Carvalho*

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Carla Caroline Alves de Carvalho  
(Membro Externo – UFMA)

*Dedico esse trabalho a minha família por  
terem sido essenciais nesse processo.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ser sempre a minha força, obrigada por ter me dado saúde e coragem para terminar essa etapa da minha vida.

Agradeço aos meus pais, Oseires Almino e Suzana Lopes, que são os meus maiores exemplos de força, coragem e simplicidade, obrigada por terem abraçado meu sonho como se fosse o de vocês e nunca terem medido esforços para ver ele ser realizando. As minhas irmãs Eliza Maria e Carrolliny, por sempre estarem aqui para me tirar um sorriso até mesmo nos piores dias. Toda gratidão por serem essa família maravilhosa e por terem sido à força que precisava, sei que não chegaria até aqui sem a ajuda de vocês.

Agradeço aos meus avós Antônio, Benildes, Oseias e Marias (in memoria) e aos meus tios Sildervanio, Silvano, Sylvania, Ozeilton, Neto e Gabriela pelo apoio e encorajamento durante todos o processo.

Agradeço ao meu namorado, Eduardo Freitas por todo apoio, compreensão e acima de tudo amor que me deu durante essa jornada, sua presença deixou tudo mais leve. Também agradeço pelos seus conhecimentos, incentivo e paciência durante todo o curso.

Agradeço aos meus amigos, em especial ao meu grupo CDO, pelo apoio, companheirismo e apoio durante todo o processo. Nossa amizade teve papel fundamental para que essa jornada terminasse.

Agradeço as minhas amigas que estão comigo desde o ensino médio, Beatriz, Cindi, Karina e Thuane, obrigada por apesar da distância que nos separa, vocês têm sido uma presença importante na minha vida e suas ações e apoio não passaram despercebidos. Agradeço as minhas amigas do fundamental Amanda Almino e Amanda Neves, que apesar do tempo e da distancia nossa amizade continua a mesma. Sei que nem sempre é fácil manter conexões quando moramos longe uns dos outros, mas o fato de vocês estarem presentes, mesmo à distância, significa muito para mim. Suas palavras de encorajamento, gestos de carinho e apoio emocional têm sido um verdadeiro apoio em momentos difíceis.

Agradeço aos professores da UFCG campus Pombal, por toda dedicação, paciência e conhecimentos repassados durante toda a minha jornada acadêmica. Agradeço também a todos os funcionários do campus.

Agradeço a minha orientadora, Elisangela Pereira, por toda dedicação, orientação e contribuição inestimável para a minha jornada acadêmica e na elaboração desse TCC.

Com amor e gratidão,

Maria Lilian.

## RESUMO

A indústria da cerâmica é uma das mais antigas, essa vem se desenvolvendo juntamente como o ser humano, ocupando papel fundamental para a construção civil, podendo se destacar os blocos cerâmicos que são amplamente utilizados. Entretanto, as técnicas adotadas pelas olarias para a fabricação desses blocos influenciam diretamente na qualidade e desempenho desses, na maioria delas a mão de obra empregada não possui nenhuma qualificação e os métodos utilizados ainda são arcaicos, implicando na fabricação de blocos com diferentes defeitos. O objetivo desse trabalho é a realização da análise técnica e comparativa de diferentes blocos cerâmicos produzidos no sertão paraibano de acordo com a ABNT NBR 15270/2017 e o ensaio de resistência a compressão de prismas determinado na ABNT 16868-3/2020. Foram utilizados 17 blocos cerâmicos para cada olaria totalizando 68 blocos, sendo separado para cada fábrica 13 para a avaliação das características visuais, geométricas, físicas e mecânicas e 4 para os prismas. Os requisitos tomados como parâmetro foram análise visual, geométrica, física e mecânica, em vários desses requisitos as olarias foram reprovadas como é o caso da resistência mecânica onde nenhum dos blocos atingiu um valor próximo a 1,5 Mpa, a análise mais promissora para os blocos foram a do índice de absorção de água aonde todos os blocos cerâmicos ficaram dentro do intervalo de 8 a 25% de teor de umidade. Após a finalização de todas essas foi possível concluir que todas as quatro olarias selecionadas não estão de acordo com a norma em questão, indicando que os blocos utilizados nas construções do sertão paraibano são de baixa qualidade.

**Palavras-chave:** Cerâmica Vermelha. Análise Visual. Análise geométrica. Análise física. Análise mecânica.

## ABSTRACT

The ceramic industry is one of the oldest, and it has been developing alongside humanity, playing a fundamental role in the construction sector. Ceramic blocks, which are widely used, stand out in this industry. However, the techniques adopted by pottery workshops for the manufacturing of these blocks directly influence their quality and performance. In most cases, the labor employed lacks any qualification, and the methods used are still outdated, resulting in the production of blocks with various defects. The objective of this study is to conduct a technical and comparative analysis of different ceramic blocks produced in the rural region of Paraíba, Brazil, in accordance with ABNT NBR 15270/2017 and the compression strength test of prisms defined in ABNT 16868-3/2020. Seventeen ceramic blocks were used for each pottery workshop, totaling 68 blocks. Thirteen blocks were allocated for the assessment of visual, geometric, physical, and mechanical characteristics, while four blocks were used for the prisms. The parameters taken into account were visual analysis, geometric analysis, physical analysis, and mechanical analysis. In several of these parameters, the pottery workshops failed to meet the requirements. For instance, in the mechanical strength analysis, none of the blocks reached a value close to 1.5 MPa. The most promising analysis for the blocks was the water absorption index, where all ceramic blocks fell within the range of 8 to 25% moisture content. After the completion of all evaluations, it was possible to conclude that none of the four selected pottery workshops comply with the respective standards, indicating that the blocks used in constructions in the rural region of Paraíba are of low quality.

**Keywords:** Red ceramics. Visual analysis. Geometric analysis. Physical analysis. Mechanical analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição de fabricas e empregos da indústria cerâmica .....	21
Figura 2 – Blocos cerâmicos de vedação em diferentes dimensões .....	23
Figura 3 – Forma adequada para estocagem dos blocos cerâmicos .....	30
Figura 4 – Blocos sendo separados e analisados = .....	35
Figura 5 – Pontos para medição dos blocos cerâmicos .....	36
Figura 6 – Pontos para medição dos blocos cerâmicos .....	37
Figura 7 – Pontos para medição dos blocos cerâmicos .....	37
Figura 8 – Forma de medição da altura e comprimento .....	37
Figura 9 – Forma de medição da largura .....	38
Figura 10 – Forma da obtenção do desvio em relação ao esquadro .....	38
Figura 11 – Pontos a serem medidos para determinação dos septos.....	39
Figura 12 – Blocos em análise do desvio em relação ao esquadro .....	39
Figura 13 – Medida dos septos e paredes externas.....	39
Figura 14 – Pesagem dos blocos .....	40
Figura 15- Blocos cerâmicos em estufa .....	41
Figura 16 – Blocos em imersão por 24h.....	41
Figura 17 – Compressão axial de blocos e tijolos .....	42
Figura 18 – Pasta para o capeamento .....	43
Figura 19 – Locação do bloco sobre a pasta.....	43
Figura 20 – Nivelamento dos blocos .....	44
Figura 21 – Blocos em imersão antes do rompimento .....	44
Figura 22 – Prensa hidráulica utilizada .....	45
Figura 23 – Medida da junta de assentamento .....	46
Figura 24 – Bloco na prensa manual.....	61
Figura 25- Bloco após a ruptura .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação-VED.....	25
Tabela 2 – Dados do ensaio geométricos das medidas dimensionais dos blocos, amostra A.....	51
Tabela 3 – Dados do ensaio geométricos das medidas dimensionais dos blocos, amostra B.....	52
Tabela 4 – Dados do ensaio geométricos das medidas dimensionais dos blocos, amostra C.....	52
Tabela 5 – Dados do ensaio geométricos das medidas dimensionais dos blocos, amostra D.....	53
Tabela 6 – Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria A.....	54
Tabela 7 – Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria B.....	54
Tabela 8 – Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria C.....	55
Tabela 9 -Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria A.....	55
Tabela 10 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra A.....	56
Tabela 11 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra B.....	57
Tabela 12 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra C.....	57
Tabela 13 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra D.....	58
Tabela 14 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote A.....	59
Tabela 15 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote B.....	59
Tabela 16 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote C.....	60
Tabela 17 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote D.....	60
Tabela 18 – Dados de resistência a compressão do lote A.....	62
Tabela 19 – Dados de resistência a compressão do lote B.....	63
Tabela 20 – Dados de resistência a compressão do lote C.....	63
Tabela 21 – Dados de resistência a compressão do lote D.....	64
Tabela 22 – Dimensões dos primas do lote A.....	65
Tabela 23 – Dimensões dos primas do lote B.....	65
Tabela 24 – Dimensões dos primas do lote C.....	65

Tabela 25 – Dimensões dos primas do lote D.....	66
Tabela 26 – Resistencia a compressão dos blocos em forma de prisma amostra A	66
Tabela 27– Resistencia a compressão dos blocos em forma de prisma amostra B .	66
Tabela 28 – Resistencia a compressão dos blocos em forma de prisma amostra C	66
Tabela 29– Resistencia a compressão dos blocos em forma de prisma amostra D .	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Determinação das características geométricas- Sumário dos métodos de ensaio.....	32
Quadro 2 – Determinação das características físicas e mecânicas – Sumário dos métodos de ensaio .....	32
Quadro 3 – Número de blocos ou tijolos dos lotes e da amostragem .....	33
Quadro 4 – Quantidade de blocos por ensaio .....	33
Quadro 5 – Limite de blocos não conformes para aprovação .....	33
Quadro 6 – Parâmetros dos blocos cerâmicos.....	34
Quadro 7 – Nomenclatura dos blocos cerâmicos unitários .....	34
Quadro 8– Nomenclatura dos prismas.....	35
Quadro 9 – Presença de identificação dos blocos cerâmicos .....	47
Quadro 10 – Características visuais do lote A.....	48
Quadro 11 – Características visuais do lote B.....	49
Quadro 12 – Características visuais do lote C .....	49
Quadro 13 – Características visuais do lote D .....	50

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

### Siglas

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- NBR – Norma Brasileira;
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
- ABCERAM - Associação Brasileira de Cerâmica

### Símbolos

- $\sigma$  – Tensão

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
1.1.	Justificativa .....	18
1.2.	Objetivos.....	19
1.2.1.	<i>Objetivo Geral</i> .....	19
1.2.2.	<i>Objetivos Específicos</i> .....	19
1.3.	Escopo do Trabalho.....	19
2.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1.	Indústria da Cerâmica Vermelha no Brasil .....	21
2.2.	Definição e composição .....	22
2.3.	Blocos Cerâmicos- Caracterização .....	23
2.4.	Processo de Fabricação.....	25
2.4.1.	<i>Extração do barro</i> .....	26
2.4.2.	<i>Preparo da matéria-prima</i> .....	26
2.4.3.	<i>Moldagem</i> .....	27
2.4.4.	<i>Secagem</i> .....	28
2.4.5.	<i>Cozimento</i> .....	29
2.4.6.	<i>Estocagem</i> .....	29
3.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	31
3.1.	Materiais .....	31
3.1.1.	<i>Análise das características segundo a norma</i> .....	31
3.1.2.	<i>Ensaio de prisma</i> .....	34
3.2.	Metodologia.....	35
3.2.1.	<i>Análise visual</i> .....	35
3.2.2.	<i>Análises geométricas</i> .....	36
3.2.3.	<i>Análise Física</i> .....	40
3.2.4.	<i>Análise Mecânica</i> .....	42
3.2.5.	<i>Ensaio de resistência à compressão de prisma</i> .....	45
4.	RESULTADOS .....	47
4.1.	Análise visual .....	47
4.1.1.	<i>Identificação</i> .....	47
4.1.2.	<i>Características visuais</i> .....	48
4.2.	Análise geométricas .....	50

<b>4.2.1.</b>	<b><i>Dimensões</i></b> .....	<b>50</b>
<b>4.2.2.</b>	<b><i>Medidas dos septos</i></b> .....	<b>53</b>
<b>4.2.3.</b>	<b><i>Desvio em relação ao esquadro</i></b> .....	<b>56</b>
<b>4.3.</b>	<b>Análise Física- Índice de Absorção D'Água (AA)</b> .....	<b>58</b>
<b>4.4.</b>	<b>Análise mecânica: Resistência à Compressão</b> .....	<b>61</b>
<b>4.5.</b>	<b>Resistencia a compressão- Ensaio de prisma</b> .....	<b>65</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>70</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>73</b>

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Azevedo (1997, p.115), a alvenaria é todo elemento construtivo feito de pedras naturais, tijolos ou blocos ligados ou não por uma argamassa, porém devem apresentar resistência, impermeabilidade e durabilidade. Ainda de acordo com Azevedo (1997, p.115) o elemento mais utilizado para as suas concepções são os blocos cerâmicos, esse sistema é usado para a divisão de ambientes e é de suma importância para da qualidade aos usuários de uma edificação.

Mesmo diante a toda as tecnologias e novas técnicas de construções desenvolvidas com o passar dos anos, os blocos cerâmicos, comumente denominados de tijolos continuam sendo um dos materiais mais empregados no ramo construção civil, visto que algumas das suas características são muitas vezes indispensáveis para o conforto e segurança dos usuários das edificações, como a sua capacidade de isolamento acústico e térmico, resistência mecânica. Outro ponto importante é que o Brasil tem em seu território a presença de muita matéria prima para a fabricação desse material, sendo a principal a argila. Porém na execução outros comportamentos merecem ênfase, tais como sua praticidade e produtividade, empregabilidade em vários elementos de uma obra, versatilidade em realização formas e detalhamentos estéticos.

Em geral os blocos cerâmicos possuem um ótimo custo, se comparado a outros elementos que podem exercer a mesma função, porém durante todo o processo até a finalização da sua empregabilidade muitos fatores colaboram para que se verifique um alto índice de desperdício, aspectos esses que vão desde a qualidade até mesma a mão-de-obra desqualificada. Com isso a importância de que os blocos cerâmicos passem por um controle de qualidade, visando diminuir os resíduos e custos adicionais de uma obra, pois evitam que esses sejam de baixa qualidade e venham a apresentar defeitos, como: desvios de faces e esquadros, espessuras dos septos abaixo da recomendada norma, absorção de água abaixo ou acima da ideal e resistência em concordância com a norma técnica em vigor.

## 1.1. Justificativa

O uso dos blocos cerâmicos é bastante disseminado em todo o estado da Paraíba, eles são empregados como elementos de vedação, desde construções térreas até edifícios, e isso pode ser explicado pela facilidade de oferta desse material. Contudo, quando não estão em conformidade com as normas vigentes podem causar manifestações patológicas e vir a prejudicar a edificação.

De acordo com Assalin (2010),

*O processo de normalização propicia a organização das atividades pela criação e utilização de regras comuns estabelecidas pelas partes interessadas, estimuladas a participar de todas as suas etapas. Consiste no estabelecimento voluntário de padrões, regras e requisitos mínimos para produtos, processos e serviços, sendo um dos instrumentos básicos para a organização da produção, assim para a racionalização dos mercados.*

É importante que antes da obtenção de materiais, como blocos cerâmicos, haja a comprovação que estes estão de acordo com a ABNT NBR 15270/2017, fazendo com que não ocorra imprevisto no decorrer da obra e que os clientes recebam um produto com padrão de qualidade ideal. O não atendimento das normas podem trazer vários problemas a uma obra, desde aumento de custo, aparecimento de manifestação patológicas. Tomando como exemplo o bloco cerâmico, se esses não apresentarem as dimensões corretas afetaram a qualidade da alvenaria, como no alinhamento e esquadro, conseqüentemente aumentando os custos com argamassa para “consertar” o problema. Dessa forma a utilização da ABNT NBR 15270/2017 é importante para que se assegure a qualidade das vedações e dessa maneira o conforto e segurança aos usuários da edificação.

A ABNT NBR 15270-2017, será utilizada como o principal parâmetro para a elaboração dos resultados, pois essa garante a qualidade do produto desde o seu processo de fabricação até a estocagem.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo a caracterização de blocos cerâmicos fabricados em algumas cidades do Sertão Paraibano, serão realizadas análises se baseando nas normas vigentes em território nacional, gerando um indicativo de qualidade. É importante salientar que de acordo com a ANBT NBR 15575/2021, a qualidade dos elementos construtivos é de suma importância para que se atenda os critérios de segurança, sustentabilidade e habitabilidade.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

Analisar blocos cerâmicos de quatro olarias do Sertão Paraibano-PB, em conformidade com a ABNT NBR 15270/2017.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar das características visuais: se possuem identificação, trincas, fissuras e superfícies irregulares.
- Determinar das características geométricas: como das medidas das faces, desvio em relação ao esquadro e espessura dos septos.
- Realizar ensaios para a determinação das características físicas, como massa seca, massa úmida, índice de absorção de água.
- Analisar a resistência a compressão dos blocos cerâmicos unitários e em forma de prisma.

## **1.3. Escopo do Trabalho**

O presente trabalho é composto por cinco capítulos, esses contendo todas as informações o entendimento do estudo.

- O capítulo 1 se refere a introdução, onde é apresentando a justificativa, objetivo e importância do estudo em questão;
- O segundo capítulo traz um apanhado de fundamentações teóricas sobre o objeto de estudo, como sua composição, definições e processo construtivos;
- No capítulo 3 mostra os materiais e métodos utilizados na realização desse estudo;
- O quarto capítulo, apresenta os resultados obtidos a parti dos ensaios realizados, nele está toda a discussão levantada diante dos valores alcançado;
- No quinto e último capítulo, traz as conclusões diante dos resultados.



## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Indústria da Cerâmica Vermelha no Brasil

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2020),

*O segmento apresenta-se com uma estrutura empresarial bastante diversificada, prevalecendo pequenos empreendimentos familiares (olarias, em grande parte não incorporadas às estatísticas oficiais), cerâmicas de pequenos e médios portes, com deficiências de mecanização e gestão, e empreendimentos de médio a grande porte (em escala de produção) de tecnologia moderna. A indústria de cerâmica vermelha demanda profissionais qualificados para atuar nas áreas de composição de materiais, realização de conformidade e qualidade e na gestão dos empreendimentos. Entretanto, predomina no setor a desqualificação e o baixo nível de instrução formal da mão de obra.*

De acordo com a ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica (2022), o Brasil possui um total de 7460 olarias, sendo responsável pela geração de 179.408 empregos e tendo um faturamento de 13 bilhões, como exibido na Figura 1.

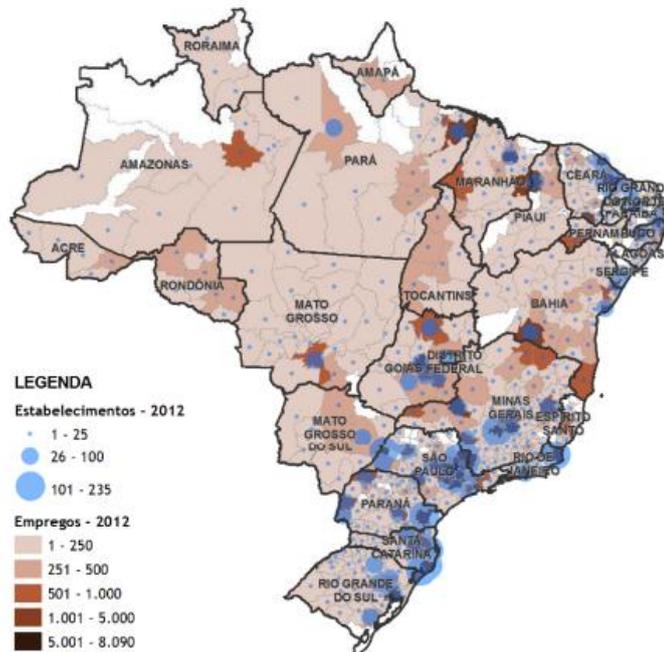


Figura 1 – Distribuição de fabricas e empregos da indústria cerâmica (Fonte: ANICER; 2022)

A indústria de cerâmica vermelha na Paraíba desempenha um papel relevante no contexto da construção civil e na economia do estado. Com uma tradição centenária na produção de cerâmica vermelha, a Paraíba possui diversas olarias e cerâmicas distribuídas em diferentes regiões.

A produção de cerâmica vermelha na Paraíba abrange a fabricação de tijolos, telhas e blocos cerâmicos para vedação. Esses produtos têm ampla aplicação na construção civil, sendo essenciais para a construção de residências, edifícios comerciais e infraestrutura urbana.

A indústria de cerâmica vermelha contribui significativamente para a economia local, gerando empregos diretos e indiretos e promovendo o desenvolvimento socioeconômico das comunidades envolvidas. Além disso, a produção de cerâmica vermelha na Paraíba aproveita os recursos naturais disponíveis na região, como argila, contribuindo para a sustentabilidade e autonomia econômica.

No entanto, assim como em outros estados brasileiros, a indústria de cerâmica vermelha na Paraíba enfrenta desafios relacionados à modernização tecnológica, à necessidade de investimentos em equipamentos mais eficientes e sustentáveis, bem como ao cumprimento das regulamentações ambientais e de segurança do trabalho.

Nesse sentido, é fundamental que a indústria de cerâmica vermelha na Paraíba esteja atenta às demandas do mercado, busque atualizações tecnológicas e invista em capacitação profissional. Além disso, a adoção de práticas sustentáveis, tanto em relação aos processos produtivos quanto à gestão ambiental, é essencial para garantir a competitividade e a sustentabilidade do setor.

## 2.2. Definição e composição

De acordo com Bauer (2012),

*Chama-se cerâmica à pedra artificial obtida pela moldagem, secagem e cozedura de argilas ou de misturas contendo argilas. Em certos casos, pode ser suprimida alguma das etapas citadas, mas, a matéria-prima é a argila. Nos materiais cerâmicos a argila fica aglutinada por uma pequena quantidade de vidro, que surge pela ação do calor de cocção sobre os componentes da argila.*

“O setor brasileiro de cerâmica vermelha utiliza, basicamente, argila como matéria prima na produção de peças, no qual, a partir da produção cerâmica anual do Brasil, estima-se que cerca de 140 Mt de argila sejam utilizadas.” (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2020).

De acordo com Ribeiro (2002), a argila tem em sua composição silicatos de alumínio hidratados, sendo considerada assim um material composto, que quando

misturada com água toma a característica plástica, podendo assim ser utilizada para a fabricação de diversos produtos, incluindo os materiais cerâmicos que são empregados na construção civil.

### 2.3. Blocos Cerâmicos- Caracterização

Rotineiramente no comércio os termos tijolos e blocos são aplicados para a representação do mesmo material, todavia vale salientar que de acordo com a ABNT NBR 15270-1/2017, essas nomenclaturas caracterizam elementos distintos. Ainda segundo a norma tijolos são elementos cujo altura não ultrapasse os 115 mm, com faces planas, podendo ser maciços ou perfurados, porém no segundo caso a porcentagem de vazios não devem exceder os 25%. Ademais, os blocos são componentes cuja altura seja superior a 115 mm e possuem ranhuras em suas faces e são vazados, o tornando mais leve e facilitando a sua aderência com a argamassa de assentamento.

Os blocos cerâmicos são encontrados em dois tipos, os blocos de vedação (VED) e os blocos estruturais (EST), os VED são empregados na construção civil principalmente para a fabricação de paredes, resistindo somente ao seu peso próprio e a pequenas cargas de ocupação, usado com os furos da horizontal. A ABNT NBR 15270-1/2017, define bloco cerâmico de vedação como “componente da alvenaria de vedação, que possui furos prismáticos perpendiculares às faces que os contém”, no item 3.15 da mesma (Figura 2).

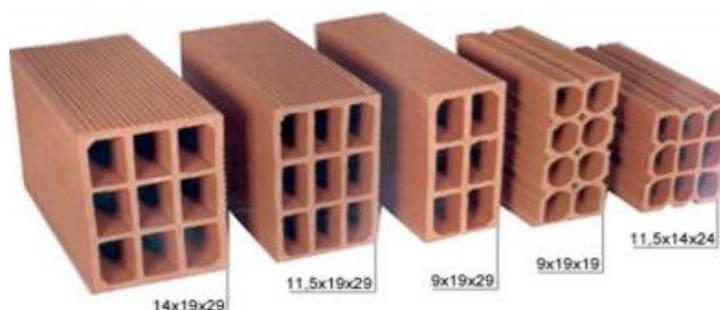


Figura 2 – Blocos cerâmicos de vedação em diferentes dimensões (Fonte: Gonçalves; 2016)

Além disso, tem-se os blocos estruturais, a sua função não se limita somente a vedação e divisão de ambientes, esses fazem parte da estrutura da edificação, em alguns casos o seu uso dispensa a presença de vigas e pilares, seus furos são dispostos sempre na vertical, a ABNT NBR 15270-1,2017, no seu item 3.13,

apresenta que os EST são “componente de alvenaria que possui furos ou vazados prismáticos, perpendiculares às faces que os contêm, produzindo para assentamento com furos ou vazados na vertical, com características e propriedades específicas para alvenaria estrutural.”.

De acordo com Bauer (2014), os produtos cerâmicos podem ser encontrados no mercado com uma imensa variedade conforme sua origem, sua matéria-prima, fabricação e para qual função o bloco cerâmico irá ser empregado, podendo também ter diferenciações de formatos e tamanhos. Na Tabela 1 estão as medidas que os blocos de vedação são fabricados segundo a ABNT NBR 15270-1, 2017.

Tabela 1 – Dimensões nominais de blocos cerâmicos de vedação-VED

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

Fonte:(NBR 15270-1, 2017)

## 2.4. Processo de Fabricação

O processo de fabricação dos materiais da cerâmica vermelha é de extrema importância para que o produto seja de qualidade, para a finalização das peças muitas etapas são necessárias, a princípio acontece a extração do barro, que

posteriormente são transportados até as olarias, o processo finaliza com a secagem e acabamento das peças.

Segundo Bauer (2014), o processo para a preparação dos materiais cerâmicos segue a seguinte ordem:

- a) Extração do barro
- b) Preparo da matéria-prima
- c) Moldagem
- d) Secagem
- e) Cozimento
- f) Esfriamento

#### **2.4.1. Extração do barro**

Conforme Bauer (2014), cada produto cerâmico necessita de um tipo diferente de argila, com isso antes da escolha da jazida, necessita que sejam feitas análises que determinem seu teor de argila composição granulométrica, teor de umidades e outros pontos que possam vir a influenciar na qualidade do produto final.

“No Brasil a extração é realizada a céu aberto e geralmente as empresas possuem suas próprias jazidas. Em algumas regiões são formadas cooperativas entre as empresas para realizar a extração, o que geralmente traz uma diminuição no custo da matéria prima.” (BASTOS, 2003).

Destaca-se que, para a retirada do material, são utilizados retroescavadeiras, escavadeiras e seu transporte é feito através de caçambas. Durante a escavação alguns materiais que são prejudiciais ao processo de fabricação podem vir juntamente com a argila, a exemplo de vegetação, dessa forma, há necessidade de segregação.

#### **2.4.2. Preparo da matéria-prima**

De acordo com Bauer (2014), a argila também passa por um período de “descanso”, antes de ser feita a preparação, onde nesse momento ela fica em um ambiente aberto para que as suas impurezas, como partículas orgânicas sejam

eliminadas, esse processo pode demorar anos para ser finalizado dependendo da procedência da matéria-prima.

FONSECA et al. (1994, apud OLIVEIRA et al) diz que: “quanto ao preparo da matéria prima, tem-se que todas as operações, antes da extrusão, podem ser realizadas por operações mecânicas que compreendem normalmente: trituração, peneiramento, misturadores, amassadores e laminadores. A maior parte dos defeitos dos blocos cerâmicos é em razão dessa fase, que influencia todas as outras fases do processo, muitas vezes confundindo o fabricante que não identifica a sua causa”.

Como afirma o SEBRAE (2008),

*A preparação da massa é feita, geralmente, por meio da mistura de uma argila gorda (de alta plasticidade, granulometria fina, e composição essencialmente de argilominerais; com uma argila magra (rica em quartzo e menos plástica, podendo ser caracterizada também como um material redutor de plasticidade).*

Para Aguiar et al. (2022),

*A etapa de preparação das massas inclui a dosagem, na qual as massas argilosas industriais são formuladas usando, geralmente, dois tipos de argilas com características diferentes, a alimentação e a mistura das mesmas com objetivo de propiciar condições favoráveis de conformação e propriedades finais.*

GOODSON (1962 apud Bastos 2003) afirma que: “o objetivo da preparação da argila e da massa é obter, sempre, uma mistura homogênea, com características constantes e umidade adequada para o determinado método de conformação utilizado”.

### **2.4.3. Moldagem**

Nesta etapa o material cerâmico toma forma, esses podem ser moldados em diferentes formatos dependendo do seu emprego, utilizando técnicas de modelagem e conformação. As técnicas mais utilizadas são a prensagem e extrusão, essas escolhas dependo do tipo de cerâmica que será produzida, das características geométricas e as características físicas e químicas do material. Também deve-se considerar o fator econômico, visto que o método de prensagem é mais caro, com isso se obtém peças com maior valor agregado.

Aguiar et. al. (2020), diz que,

*A extrusão trata-se de uma operação de conformação plástica no qual a massa cerâmica é inserida em uma extrusora também conhecido por maromba) onde sofre compactação e é forçada por um pistão ou eixo helicoidal por entre um molde (boquilha), formando assim uma coluna extrudada com seção transversal, formato e dimensão desejada.*

“O processo de prensagem trata-se da compactação e conformação simultânea da massa cerâmica enclausurada à matriz rígida ou molde flexível (NECKEL Jr., 2008).”

De acordo com a ABCERAM-Associação Brasileira de Cerâmica (2020),

*Nesta operação utiliza-se sempre que possível massas granuladas e com baixo teor de umidade. Diversos são os tipos de prensa utilizados, como fricção, hidráulica e hidráulica-mecânica, podendo ser de mono ou dupla ação e ainda ter dispositivos de vibração, vácuo e aquecimento. Para muitas aplicações são empregadas prensas isostáticas, cujo sistema difere dos outros. A massa granulada com praticamente 0% de umidade é colocada num molde de borracha ou outro material polimérico, que é em seguida fechado hermeticamente e introduzido numa câmara contendo um fluido, que é comprimido e em consequência exercendo uma forte pressão, por igual, no molde.*

#### **2.4.4. Secagem**

Após a moldagem, as peças de cerâmica são secas lentamente e naturalmente para remover a umidade e evitar rachaduras e deformações. A secagem é uma etapa crítica do processo de fabricação, pois se a umidade não for removida corretamente, as peças podem rachar ou explodir durante a queima.

De acordo com Bauer (2012), o processo de secagem ao natural pode demorar de 3 a 6 semanas de acordo com a matéria-prima empregada, porém esse tempo também é variável em função de alguns fatores como é o caso das estações do ano.

“O objetivo da secagem é eliminar a água utilizada na etapa de conformação, necessária para a obtenção de uma massa plástica. A eliminação de água ocorre por evaporação através de aporte de calor, efetuado mediante uma corrente de ar” (ABAJO, 2000).

Segundo a ABCERAM-Associação Brasileira de Cerâmica (2020),

*A secagem e queima dos materiais costumam ser uma das etapas mais custosas da produção de cerâmica vermelha; por isso, ainda que arcaico, muitas empresas utilizam a secagem natural das peças com auxílio de estufas. Além da forma natural das peças com auxílio de estufas. Além da forma natural, muitas empresas aproveitam o próprio calor que sai do forno e direcionam para a secagem das peças. Em secadores (rotativos tipo torre ou túnel) intermitentes ou contínuos as temperaturas são variáveis entre 50 °C e 150 °C.*

### **2.4.5. Cozimento**

Segundo a ABCERAM (2023), essa etapa também é denominada como queima ou sinterização, é dela que os blocos cerâmicos adquirem suas propriedades finais. Ocorre após a secagem, quando são colocadas em fornos, que variam de 800°C a 1700°C, dependendo na matéria prima empregada e do tipo de peça que está sendo produzida.

Para blocos cerâmicos de vedação, a queima geralmente ocorre em temperaturas em torno de 800°C a 900°C podendo variar de acordo com alguns fatores. Porém, é importante salientar que essa influencia diretamente nas propriedades mecânicas do produto, por isso é de extrema importância que essa seja controlada e ajustada a fim de garantir a qualidade dos blocos produzidos.

SANTOS; PINHEIRO e HOLANDA (1989;2010 apud Aguiar et al. 2022) afirmam que “a queima de uma massa cerâmica reúne um conjunto bastante complexo de reações físico-químicas que envolvem diversas transformações na composição e na estrutura pela aplicação de energia na composição e na estrutura pela aplicação de energia térmica. O conhecimento das transformações que acontecem é de grande interesse tecnológico visto que, após a queima, os produtos devem apresentar propriedades finais adequadas.”

“O cozimento é feito através de um forno contínuo ou por um forno intermitente. Nos primeiros a produção é contínua; nos segundos, deve ser cozido um lote de cada vez” (BAUER, 2014).

### **2.4.6. Estocagem**

Segundo Thomaz et al., 2009,

*Os blocos cerâmicos devem ser estocados em pilhas com altura máxima de 1,80 m, apoiadas sobre superfície plana, limpa e livre de umidade ou materiais que possam impregnar a superfície dos blocos. As pilhas não devem ser apoiadas diretamente sobre o terreno, sugerindo-se o apiloamento do terreno e a execução de colchão de brita ou o apoio sobre paletes.*

De acordo com o “Código de Práticas N° 01:alvenaria de vedação em blocos cerâmicos” THOMAZ *et al.* (2009), é recomendando que quando a estocagem for feita sem proteção contra intemperes, as pilhas devem ser protegidas com o auxílio

de um material impermeável, para que esses não sejam utilizados com uma umidade acima do aceitável (Figura 3).

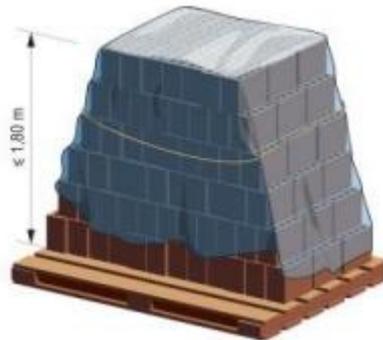


Figura 3 – Forma adequada para estocagem dos blocos cerâmicos (Fonte: Código De Práticas; 2009)

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Materiais**

Para a realização do estudo foram selecionados 17 blocos cerâmicos de vedação de cada fabricante, sendo 13 para a verificação segundo a ABNT 15270/2017 e 4 para o ensaio de resistência a compressão de prismas de acordo com a ABNT NBR 16868-3/2020. No total foram definidas a análise de quatro fábricas diferentes, os blocos de três olarias foram obtidos em armazéns localizados na cidade de Pombal-PB e o quarto fabricante em uma obra na cidade de Patos-PB. A localização de todas as olarias se dá no sertão da Paraíba mais precisamente nas cidades de Malta, Quixaba, São Bentinho e Cajazeirinhas. Os blocos foram os de 8 furos na horizontal e medidas de 9x19x19 (cm).

As amostras foram definidas de forma aleatória, sendo colhidas durante o mês de março de 2023 e encaminhadas ao Laboratório de Materiais de Construções e Processos Construtivos, na UFCG campus Pombal.

O primeiro passo após o recebimento foi a identificação dos blocos de acordo com o fabricante, sendo nomeados pelas letras A, B, C e D, sem necessariamente estar na ordem em que as fabricas foram citadas acima. Em seguida foram limpos e acomodados em local adequado de forma que mantivesse todas as características. Posteriormente, passaram por ensaios em conformidade com a ABNT NBR 15270-2/2017 e os primas foram fabricados em concordância com a ABNT NBR 16868-3/2020.

##### ***3.1.1. Análise das características segundo a norma***

A ABNT NBR 15270-2/2017, determina os ensaios obrigatórios e não obrigatórios para a caracterização dos blocos, tanto para as características geométricas (Quadro 1), quanto para as físicas e mecânicas (Quadro 2).

Quadro 1 – Determinação das características geométricas- Sumário dos métodos de ensaio

Determinações	N <sup>a</sup>	I <sup>b</sup>	Anexos	Blocos e tijolos cerâmicos
Valores das dimensões das faces- Dimensões efetivas	X		A	◇
Espessuras dos septos e paredes externas do bloco e tijolos	X			◇
Desvio em relação ao esquadro	X			◇
Planeza das faces	X			◇
Área bruta	X			◇
Área líquida		X		•
<sup>a</sup> Determinação normativa				
<sup>b</sup> Determinação informativa				
<b>Legenda</b>				
◇ obrigatória para avaliação de conformidades				
• não obrigatória para avaliação de conformidades				

Fonte:(ABNT NBR 15270-2; 2017)

Quadro 2 – Determinação das características físicas e mecânicas – Sumário dos métodos de ensaio

Determinações	N <sup>a</sup>	I <sup>b</sup>	Anexos	Blocos e tijolos cerâmicos
Massa seca	X		B	•
Índice de absorção d'água	X			◇
Resistência à compressão dos blocos e tijolos estruturais e de vedação	X		C	◇
Índice de absorção inicial (AAI)		X	D	•
Eflorescência		X	E	•
Determinação da densidade aparente do material do bloco de tijolo		X	F	•
<sup>a</sup> Determinação normativa				
<sup>b</sup> Determinação informativa				
<b>Legenda</b>				
◇ obrigatória para avaliação de conformidades				
• não obrigatória para avaliação de conformidades				

Fonte:(ABNT NBR 15270-2; 2017)

Segundo a ABNT NBR 15270-1/2017 deve ser selecionado uma amostra de 13 blocos em lotes de 1000 a 250 000 unidades (Quadro 3), nesta também consta a quantidade de blocos necessários por ensaio (Quadro 4), os limites e parâmetros para a aprovação e reprovação do bloco (Quadro 5 e Quadro 6).

Quadro 3 – Número de blocos ou tijolos dos lotes e da amostragem

Lotes	Número de blocos ou tijolos		Verificações
	1° amostragem ou amostragem simples	2° amostragem	
1 000 a 250 000	13	13	4.2 4.5

Fonte:(ABNT NBR 15270-1; 2017)

Quadro 4 – Quantidade de blocos por ensaio

Ensaio	Quantidade de corpos de prova
Valores das dimensões das faces- Dimensões efetivas	13
Espessuras dos septos e paredes externas do bloco e tijolos	13
Desvio em relação ao esquadro	13
Planeza das faces	13
Área bruta	13
Índice de absorção d'água	6
Resistência à compressão dos blocos e tijolos estruturais e de vedação	13

Fonte:(Autor; 2023)

Quadro 5 – Limite de blocos não conformes para aprovação

Ensaio	Unidades não conformes	
	N° para aceitação	N° para rejeição
Deformações	2	3
Identificação	0	1
Valores das dimensões das faces- Dimensões efetivas	2	3
Espessuras dos septos e paredes externas do bloco e tijolos	2	3
Desvio em relação ao esquadro	2	3
Planeza das faces	2	3
Área bruta		
Índice de absorção d'água	1	2
Resistência à compressão dos blocos e tijolos estruturais e de vedação	2	3

Fonte:(Autor; 2023)

Quadro 6 – Parâmetros dos blocos cerâmicos

<b>Ensaio</b>	<b>Parâmetros</b>
Deformações	Sem defeitos sistemáticos
Identificação	Identificação do fabricante, lote e blocos
Valores das dimensões das faces- Dimensões efetivas	Tolerância individual de $\pm 5\text{mm}$ nas dimensões e média de $\pm 3\text{mm}$
Espessuras dos septos e paredes externas do bloco e tijolos	Mínimo de -0,6 mm para os septos e de 0,7mm nas paredes externas
Desvio em relação ao esquadro	Máximo de 3mm
Planeza das faces	Máximo de 3mm
Área bruta	
Índice de absorção d'água	Entre 8% e 25%
Resistência à compressão dos blocos e tijolos estruturais e de vedação	Mínimo de 1,5 Mpa

Fonte:(Autor; 2023)

No Quadro 7 estão expressas as nomenclaturas dos blocos tomados para amostragem para a determinação das características visuais, geométricas, físicas e mecânica.

Quadro 7 – Nomenclatura dos blocos cerâmicos unitários

<b>Amostra</b>	<b>Fabricas</b>			
1	A1	B1	C1	D1
2	A2	B2	C2	D2
3	A3	B3	C3	D3
4	A4	B4	C4	D4
5	A5	B5	C5	D5
6	A6	B6	C6	D6
7	A7	B7	C7	D7
8	A8	B8	C8	D8
9	A9	B9	C9	D9
10	A10	B10	C10	D10
11	A11	B11	C11	D11
12	A12	B12	C12	D12
13	A13	B13	C13	D13

Fonte:(Autor; 2023)

### **3.1.2. Ensaio de prisma**

Para o ensaio de prisma foram utilizados dois blocos ligados por argamassa, as amostras foram escolhidas aleatoriamente, de modo que os blocos não apresentassem defeitos sistemáticos, como trinca, fissuras e superfícies irregulares, que impedissem o seu uso como estabelece e ABNT NBR 15270-1/2017. Para uma

melhor análise dos resultados foram fabricados dois corpos de prova para cada olaria. As amostras foram nomeadas de acordo com o Quadro 8.

Quadro 8– Nomenclatura dos prismas

<b>Amostra</b>	<b>Fabricas</b>			
1	A1	B1	C1	D1
2	A2	B2	C2	D2

Fonte:(Autor; 2023)

Os prismas foram fabricados de acordo com a ABNT NBR 16886-3/2020, a qual determina o procedimento para a realização da determinação da resistência à compressão de prisma e analisados de acordo com a ABNT NBR 15270-1/2017, visto que os blocos em estudo não são empregados para alvenaria estrutural.

## 3.2. Metodologia

### 3.2.1. Análise visual

Após o recebimento dos blocos a análise visual foi a primeira a ser realizada, as amostras foram separadas por lotes e colocadas em ambiente plano e claro (Figura 4) para a identificação de “defeitos sistemáticos, como quebras, superfícies irregulares ou deformações que impeçam o seu uso na função especificada” (ABNT NBR 15270-1/2017).



Figura 4 – Blocos sendo separados e analisados (Fonte: Autor; 2023)

Para continuidade da verificação visual, foram observadas as especificações da NBR 15270-1/2017 que determinam que os blocos devem conter as seguintes informações:

- a) Identificação do fabricante:
  - CNPJ;
  - Razão social ou nome fantasia;
- b) Dimensões nominais, em centímetro na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L x H x C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida, em centímetro;
- c) Identificação de rastreabilidade: lote ou data de fabricação;
- d) Telefone do serviço de atendimento ao cliente ou correio eletrônico ou endereço do fabricante, importador ou revendedor/distribuidor.

### 3.2.2. Análises geométricas

As dimensões de largura, altura, comprimento dos blocos foram obtidos de acordo com a ANBT NBR 15270-2/2017. As Figuras 5, 6 e 7 indicam os pontos a serem medidos em blocos com furo na horizontal.

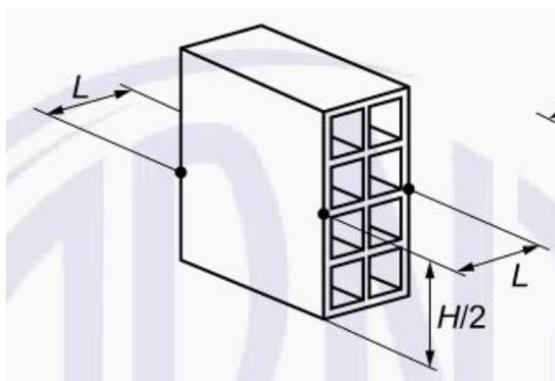


Figura 5 – Pontos para medição dos blocos cerâmicos (Fonte: ABNT NBT 15270-2; 2017)

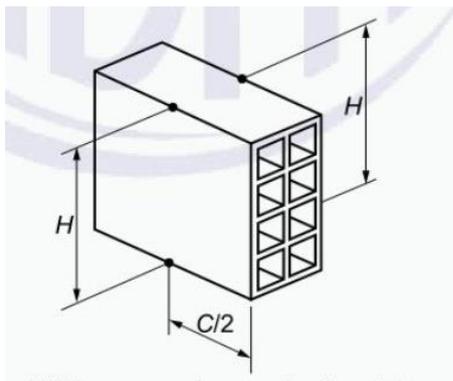


Figura 6 – Pontos para medição dos blocos cerâmicos (Fonte: ABNT NBT 15270-2; 2017)

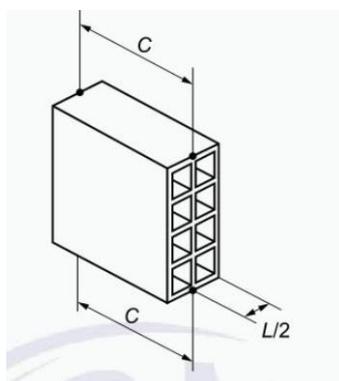


Figura 7 – Pontos para medição dos blocos cerâmicos (Fonte: ABNT NBT 15270-2; 2017)

A medição das dimensões de altura (H) e comprimento (C) foram realizadas com o auxílio de um esquadro da Lotus com medida de até 30 cm e uma espátula metálica e para a largura (L) foi feito o uso de paquímetro da Ensize com medida de até no máximo 15 cm, como apresentado nas Figuras 8 e 9, respectivamente.



Figura 8 – Forma de medição da altura e comprimento (Fonte: Autor; 2023)

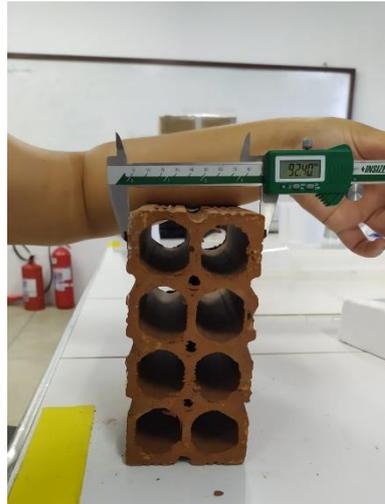


Figura 9 – Forma de medição da largura (Fonte: Autor; 2023)

Os pontos indicados nas Figuras 10 e 11 são determinados pela norma e devem ser seguidos. Diante disso foi realizado o aferimento das medidas de septos com o auxílio de um paquímetro (Figura 13) e desvio em relação ao esquadro com um esquadro metálico (Figura 12).

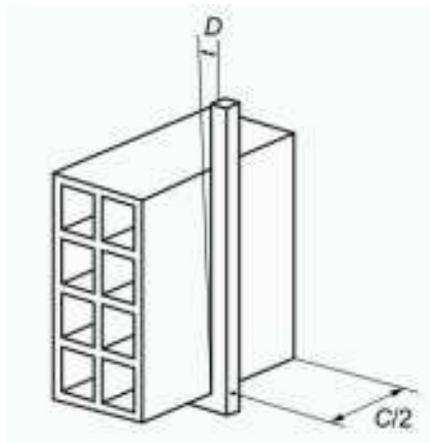


Figura 10 – Forma da obtenção do desvio em relação ao esquadro (Fonte: ABNT NBR 15270-2; 2017)



Figura 11 – Pontos a serem medidos para determinação dos septos (Fonte: ABNT NBR 15270-2, 2017)



Figura 12 – Blocos em análise do desvio em relação ao esquadro (Fonte: Autor; 2023)



Figura 13 – Medida dos septos e paredes externas (Fonte: Autor; 2023)

### 3.2.3. Análise Física

Para a análise física das amostras, prosseguiu-se com o ensaio de índice de absorção d'água, para esse foram selecionados seis blocos da amostra, como descrito na ABNT NBR 15270-2/2017. Para começar os blocos foram pesados em uma balança com precisão de 2g, estando de acordo com a norma que limita o uso de uma com resolução de até 5g (Figura 14).



Figura 14 – Pesagem dos blocos (Fonte: Autor; 2023)

Em seguida, os blocos de prova foram acomodados em estufa a uma temperatura de  $105 \pm 5$  °C (Figura 15), até que em duas pesagens consecutivas no intervalo mínimo de 1h a sua massa difiram-se em no máximo 0,25%, com isso se tem a determinação da massa seca ( $m_s$ ). Após a obtenção da massa seca os blocos foram encaminhados para um recipiente onde ficassem totalmente imersos por 24 horas em água em temperatura ambiente (Figura 16), se passado o tempo necessário foram retirados e com o auxílio de um pano, removido o excesso de água na superfície e pesado, para a especificação da massa úmida ( $m_u$ ).



Figura 15- Blocos cerâmicos em estufa (Fonte: Autor; 2023)



Figura 16 – Blocos em imersão por 24h (Fonte: Autor; 2023)

Com a determinação da massa seca ( $m_s$ ) e massa úmida ( $m_u$ ), o índice de absorção d'água, foi calculado com Equação 1:

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

Onde:

$m_u$  = massa úmida

$m_s$  = massa seca

### 3.2.4. Análise Mecânica

Para a análise mecânica dos blocos cerâmicos foi realizado o ensaio de resistência à compressão das treze amostras de todas as quatro olarias estudadas.

Para que a superfície dos blocos estivessem planas durante a realização do ensaio, foi feito o capeamento. O capeamento foi efetuado no Laboratório de Materiais de Construções e Processos Construtivos, na UFCG campus Pombal, seguindo as orientações da ABNT NBR 15270-2/2017, no qual aponta que a espessura média do capeamento não deve exceder os 3 mm e a posição que os corpos de prova devem ser ensaiados (Figura 17).

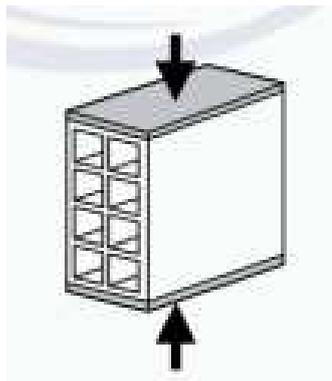


Figura 17 – Compressão axial de blocos e tijolos (Fonte: ABNT NBR 15270-2; 2017)

O cimento utilizado no presente estudo para a fabricação da pasta foi o CP-V ARI, visto que em nota, a ABNT NBR 15270-2/2017 libera o seu uso. O procedimento do capeamento se deu da seguinte forma:

1. Medir as dimensões dos blocos;
2. Limpeza da bancada;
3. A bancada foi forrada com uma folha branca A4, que em seguida foi molhada;
4. Preparação da nata de cimento (fator a/c de 1:2,5);
5. Em seguida a pasta foi colocada em uma fina camada sobre a folha (Figura 18);

6. Em seguida os blocos foram posicionados sobre a pasta de cimento (Figura 19);
7. Com o auxílio de um nível de bolha foi realizado o nivelamento (Figura 20);
8. Após o endurecimento da primeira camada do capeamento foi repetido o mesmo processo na outra face dos blocos.



Figura 18 – Pasta para o capeamento (Fonte: Autor; 2023)



Figura 19 – Locação do bloco sobre a pasta (Fonte: Autor; 2023)



Figura 20 – Nivelamento dos blocos (Fonte: Autor; 2023)

Após as duas faces estarem planas e endurecidas os corpos de prova foram imergidos em água em um intervalo mínimo de seis horas (Figura 21), pois os blocos precisam ser ensaiados na condição saturada. Imediatamente a retirada das amostras essas foram colocadas na prensa de “forma perpendicular ao comprimento e na face destinada ao assentamento” (ABNT NBR 15270-2/2017) e “de modo que o centro de gravidade esteja no eixo de cargas dos pratos da prensa” (ABNT NBR 15270-2/2017). A prensa utilizada foi a Prensa Hidráulica da Fortest, modelo FT 02, com capacidade de carga de 200 ton, conforme Figura 22..



Figura 21 – Blocos em imersão antes do rompimento (Fonte: Autor; 2023)



Figura 22 – Prensa hidráulica utilizada (Fonte: Autor; 2023)

O resultado disponibilizado pela prensa é dado em unidade de força (tf), porém para a determinação da resistência é necessário que esteja em (Mpa), com isso foi utilizado a Equação 2 para a conversão desse resultado.

$$\sigma (MPa) = \frac{F (N)}{A(mm)} \quad (2)$$

Onde:

$F$  força aplicada;

$A$  área na qual a força será aplicada.

### **3.2.5. Ensaio de resistência à compressão de prisma**

Os corpos de prova para ensaio de prisma foram fabricados de acordo com as especificações da ABNT NBR 16868-3/2020. Apesar dessa norma tratar de alvenaria estrutural foi aplicada no presente estudo para conhecimento de como os blocos cerâmicos se comportariam quando aplicados em alvenaria de vedação, pois no contexto de blocos cerâmicos de vedação, não existe norma específica que determine esse ensaio. Para a construção dos corpos de prova foram utilizados dois blocos sobrepostos a uma junta de assentamento, os blocos utilizados foram isentos de defeitos conforme a ABNT NBR 15270-1/2017 determina. A junta de assentamento utilizado teve o seu traço de 1:6, sendo uma parte de cimento para seis de areia, o cimento utilizado foi o CP II- F.

Inicialmente os blocos foram limpos e identificados, como orienta a norma, após essa etapa os blocos foram colocados sobre uma placa indeformável para a colocação da argamassa sobre toda a face com o auxílio de uma colher de pedreiro e em seguida o outro bloco cerâmico colocado sobre o primeiro, evitando movimento

horizontais. Foi utilizado um martelo de borracha e um prumo de modo que ficasse nivelado e reto. Ao final a junta de assentamento foi medida para que essa esteja com a espessura de  $10 \pm 3$  mm, como determina a ABNT NBR 16868-3/2020 (Figura 23).



Figura 23 – Medida da junta de assentamento (Fonte: Autor; 2023)

Após finalizado, foi esperado um tempo de cura de 28 dias para que fosse realizado o rompimento dos primas. Antes do rompimento foi realizado o capeamento, com o intuito de regularizar a superfície, o procedimento se deu da mesma forma que dos blocos unitários para o ensaio à compressão.

Para o rompimento a carga foi aplicada na direção do esforço que o bloco suportará quando estiver empregado na alvenaria, também foi garantido que a força aplicada estivesse no centro de gravidade. Foi utilizado a mesma prensa do ensaio de compressão de blocos unitários.

## 4. RESULTADOS

Todos os resultados foram determinados de acordo com os parâmetros exigidos pelas normas virgentes e separados de acordo com o fabricante.

### 4.1. Análise visual

#### 4.1.1. Identificação

Para que os blocos sejam aprovados nessa análise todos os blocos devem conter a identificação de fabricante, lote e dimensões, a ABNT NBR 15270-1/2017 define que caso haja a ausência de qualquer uma dessas informações em qualquer um dos blocos o lote deve ser reprovado (Quadro 5).

Portanto em relação a identificação, todas as olarias analisadas foram reprovadas, visto que nenhum dos blocos possuíam qualquer tipo de indicação de fabricante, dimensões e lote como apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 – Presença de identificação dos blocos cerâmicos

Identificação do Fabricante							
Amostra		Amostra		Amostra		Amostra	
A1	Não	B1	Não	C1	Não	D1	Não
A2	Não	B2	Não	C2	Não	D2	Não
A3	Não	B3	Não	C3	Não	D3	Não
A4	Não	B4	Não	C4	Não	D4	Não
A5	Não	B5	Não	C5	Não	D5	Não
A6	Não	B6	Não	C6	Não	D6	Não
A7	Não	B7	Não	C7	Não	D7	Não
A8	Não	B8	Não	C8	Não	D8	Não
A9	Não	B9	Não	C9	Não	D9	Não
A10	Não	B10	Não	C10	Não	D10	Não
A11	Não	B11	Não	C11	Não	D11	Não
A12	Não	B12	Não	C12	Não	D12	Não
A13	Não	B13	Não	C13	Não	D13	Não

Fonte:(Autor; 2023)

A identificação dos blocos é de grande importância por várias razões, como para a classificação e separação dentro de uma obra para que esses possam ser empregados em seu uso específico. A rastreabilidade e garantia de qualidade do

produto, caso haja a verificação de defeitos aconteça um contato com o fabricante, essa identificação facilitará a aplicação de garantias e assistência, caso haja a necessidade de devolução ou substituição do lote. Em resumo, a identificação dos blocos cerâmicos é fundamental para garantir a correta utilização, desempenho, segurança e conformidade com normas de construção. Essas informações fornecem orientações importantes para arquitetos, engenheiros, construtores e outros profissionais envolvidos em projetos de construção.

#### 4.1.2. Características visuais

Após a separação dos blocos em lotes foi observado a presença de quebras ou superfícies irregulares, nesse critério a norma admite que o lote seja aceito mesmo que dois blocos possuam essas características, conforme orienta a ABNT NBR 15270/2017.

Diante disso tem-se que os lote A e B foram rejeitados, possuindo quatro e cinco blocos com presença de irregularidades, respectivamente, conforme apresentado no Quadro 10 e 11. O lote C foi aceito (Quadro 12), pois possui apenas um bloco com quebra, ou seja, está dentro da tolerância permitida pela norma. Os blocos do lote D, não apresentam irregularidades visual como apresentado no Quadro 13, logo está aprovado.

Quadro 10 – Características visuais do lote A

<b>Características Visuais</b>			
<b>Amostra</b>	<b>Quebras</b>	<b>Superfícies Irregulares</b>	<b>Aprovação</b>
<b>A1</b>	Não	Sim	Não
<b>A2</b>	Não	Sim	Não
<b>A3</b>	Não	Não	Sim
<b>A4</b>	Não	Não	Sim
<b>A5</b>	Não	Não	Sim
<b>A6</b>	Não	Não	Sim
<b>A7</b>	Sim	Não	Não
<b>A8</b>	Não	Sim	Não
<b>A9</b>	Não	Não	Sim
<b>A10</b>	Não	Não	Sim
<b>A11</b>	Não	Não	Sim
<b>A12</b>	Não	Não	Sim
<b>A13</b>	Não	Não	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Quadro 11 – Características visuais do lote B

<b>Características Visuais</b>			
<b>Amostra</b>	<b>Quebras</b>	<b>Superfícies Irregulares</b>	<b>Aprovação</b>
<b>B1</b>	Não	Não	Sim
<b>B2</b>	Não	Não	Sim
<b>B3</b>	Sim	Não	Não
<b>B4</b>	Sim	Não	Não
<b>B5</b>	Não	Não	Sim
<b>B6</b>	Não	Não	Sim
<b>B7</b>	Sim	Não	Não
<b>B8</b>	Não	Sim	Não
<b>B9</b>	Não	Não	Sim
<b>B10</b>	Não	Não	Sim
<b>B11</b>	Sim	Não	Não
<b>B12</b>	Não	Não	Sim
<b>B13</b>	Não	Não	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Quadro 12 – Características visuais do lote C

<b>Características Visuais</b>			
<b>Amostra</b>	<b>Quebras</b>	<b>Superfícies Irregulares</b>	<b>Aprovação</b>
<b>C1</b>	Não	Não	Sim
<b>C2</b>	Não	Não	Sim
<b>C3</b>	Não	Não	Sim
<b>C4</b>	Não	Não	Sim
<b>C5</b>	Não	Não	Sim
<b>C6</b>	Não	Não	Sim
<b>C7</b>	Não	Não	Sim
<b>C8</b>	Não	Não	Sim
<b>C9</b>	Não	Não	Sim
<b>C10</b>	Não	Não	Sim
<b>C11</b>	Sim	Não	Não
<b>C12</b>	Não	Não	Sim
<b>C13</b>	Não	Não	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Quadro 13 – Características visuais do lote D

Características Visuais			
Amostra	Quebras	Superfícies Irregulares	Aprovação
D1	Não	Não	Sim
D2	Não	Não	Sim
D3	Não	Não	Sim
D4	Não	Não	Sim
D5	Não	Não	Sim
D6	Não	Não	Sim
D7	Não	Não	Sim
D8	Não	Não	Sim
D9	Não	Não	Sim
D10	Não	Não	Sim
D11	Não	Não	Sim
D12	Não	Não	Sim
D13	Não	Não	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Silva. *et al* (2018), em análise técnica de blocos comercializados na cidade de Brasília, também verificou que esses possuíam defeitos e falta de identificação, portanto, não sendo uma particularidade dos blocos produzidos apenas do sertão paraibano.

Blocos com quebras superfícies irregulares em blocos cerâmicos podem ter implicações na qualidade desses materiais, podendo comprometer a resistência estrutural, eficiência térmica e acústica, facilidade de instalação e apelo estético da construção. Portanto, é importante garantir a qualidade dos blocos cerâmicos, verificando cuidadosamente sua integridade e superfícies antes de utilizá-los em projetos de construção. Essas quebras e irregularidades das superfícies podem ser indicativos de secagem ou queima feita sem um controle adequado.

## 4.2. Análise geométricas

### 4.2.1. Dimensões

As dimensões obtidas com o auxílio de um esquadro metálico, precisam estar dentro dos limites recomendados pela norma (Quadro 5), se na amostra total forem obtidos um número igual ou superior a três blocos que não estejam em

conformidade, então a amostra é rejeitada e se a média for superior a  $\pm 3$  mm essa também não estará de acordo com a norma.

Em relação as dimensões dos blocos, observa-se que a amostra A e B foram reprovadas, pois cada uma possui 11 blocos fora da tolerância individual e a média das medidas também em desacordo com o que a norma permite (Quadro 5), como expressado na Tabela 2 e 3.

Entretanto as amostras C e D, foram aprovadas quanto as suas dimensões, possuindo todos os blocos em concordância com a norma, como informa a Tabela 4 e 5.

Tabela 2 – Dados do ensaio geométrico das medidas dimensionais dos blocos, amostra A

<b>Características Geométricas</b>				
<b>Amostra</b>	<b>H (mm)</b>	<b>L (mm)</b>	<b>C (mm)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>A1</b>	184	87,34	185	Não
<b>A2</b>	186	86,36	180	Não
<b>A3</b>	187	85,14	183	Não
<b>A4</b>	181	90,8	182	Não
<b>A5</b>	187	85,31	180	Não
<b>A6</b>	193	86,72	184	Não
<b>A7</b>	188	87,22	183	Não
<b>A8</b>	188	86,52	185	Sim
<b>A9</b>	191	85,28	182	Não
<b>A10</b>	185	84,47	181	Não
<b>A11</b>	182	88,11	180	Não
<b>A12</b>	186	85,75	185	Sim
<b>A13</b>	185	85,28	181	Não
<b>Média</b>	186,38	86,48	182,38	<b>Não</b>

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 3 – Dados do ensaio geométrico das medidas dimensionais dos blocos, amostra B

<b>Características Geométricas</b>				
<b>Amostra</b>	<b>H (mm)</b>	<b>L (mm)</b>	<b>C (mm)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>B1</b>	190	86	182	Não
<b>B2</b>	183	85,08	185	Não
<b>B3</b>	183	87,97	185	Não
<b>B4</b>	184	87,73	183	Não
<b>B5</b>	184	88,05	182	Não
<b>B6</b>	182	87,47	187	Não
<b>B7</b>	186	86,11	190	Sim
<b>B8</b>	180	85,98	183	Não
<b>B9</b>	184	85,35	182	Não
<b>B10</b>	185	89,86	186	Sim
<b>B11</b>	182	86,05	184	Não
<b>B12</b>	182	89,54	185	Não
<b>B13</b>	186	88,03	184	Não
<b>Média</b>	183,92	87,17	184,46	<b>Não</b>

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 4 – Dados do ensaio geométrico das medidas dimensionais dos blocos, amostra C

<b>Características Geométricas</b>				
<b>Amostra</b>	<b>H (mm)</b>	<b>L (mm)</b>	<b>C (mm)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>C1</b>	187	92,4	187	Sim
<b>C2</b>	186	91,32	190	Sim
<b>C3</b>	188	90,38	189	Sim
<b>C4</b>	187	90,46	190	Sim
<b>C5</b>	188	91,29	192	Sim
<b>C6</b>	187	95,19	188	Sim
<b>C7</b>	188	89,17	191	Sim
<b>C8</b>	187	92,67	189	Sim
<b>C9</b>	189	90,98	191	Sim
<b>C10</b>	190	89,94	191	Sim
<b>C11</b>	186	93,08	191	Sim
<b>C12</b>	187	90,84	192	Sim
<b>C13</b>	186	91,01	191	Sim
<b>Média</b>	187,38	91,44	190,15	<b>Sim</b>

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 5 – Dados do ensaio geométrico das medidas dimensionais dos blocos, amostra D

<b>Características Geométricas</b>				
<b>Amostra</b>	<b>H (mm)</b>	<b>L (mm)</b>	<b>C (mm)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>D1</b>	191	90,59	191	Sim
<b>D2</b>	192	92,52	190	Sim
<b>D3</b>	192	89,64	190	Sim
<b>D4</b>	189	91,29	192	Sim
<b>D5</b>	193	91,58	193	Sim
<b>D6</b>	19	91,28	191	Sim
<b>D7</b>	191	92,46	191	Sim
<b>D8</b>	191	92,83	189	Sim
<b>D9</b>	192	92,16	190	Sim
<b>D10</b>	188	91,92	189	Sim
<b>D11</b>	192	89,7	189	Sim
<b>D12</b>	191	89,34	190	Sim
<b>D13</b>	191	90,43	187	Sim
<b>Média</b>	177,85	91,21	190,15	<b>Sim</b>

Fonte:(Autor; 2023)

É fundamental garantir que os blocos cerâmicos sejam fabricados com medidas de faces dentro das tolerâncias estabelecidas pelas normas e especificações técnicas. Além disso, é importante realizar inspeções e verificações adequadas dos blocos antes de sua utilização, a fim de evitar problemas de encaixe inadequado, estabilidade comprometida e problemas estéticos. Problemas nas dimensões das faces dos blocos cerâmicos podem ocorrer principalmente durante a fase de moldagem.

#### **4.2.2. Medidas dos septos**

As medidas dos septos e paredes externas devem ser de no mínimo seis e sete milímetros, respectivamente, como determina a ABNT NBR 15270/2017 (Quadro 6). Essa ainda permite que dois blocos estejam fora do padrão estabelecido para que o lote seja considerado dentro dos limites e, portanto, aprovado (Quadro 5).

Assim sendo, quanto a esse quesito, todas as olarias foram rejeitadas, não estando nem dentro do aceitável pela norma. A olaria A teve cinco blocos não conforme, a B onze blocos; e C e D doze unidades, como informado nas Tabelas 6, 7, 8 e 9, respectivamente.

Tabela 6 – Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria A

Amostra	e1 -externo (mm)	e2 -externo (mm)	e3 -externo (mm)	e4-interno (mm)	Aprovação
A1	6,38	9,84	9,68	7,08	Não
A2	7,64	8,03	7,07	6,01	Sim
A3	11,92	8,11	7,11	10,21	Sim
A4	7,09	6,92	9,58	7,69	Não
A5	8,95	9,23	8,01	7,96	Sim
A6	6,77	8,8	6,53	10,82	Não
A7	8,78	8,01	6,9	9,53	Sim
A8	8,1	8,71	8,71	7,37	Sim
A9	6,86	7,11	6,31	8,46	Não
A10	6,52	5,57	7,88	9,69	Não
A11	8,45	9,58	9,93	10,58	Sim
A12	7,82	8,06	12,93	6,82	Sim
A13	7,62	9,28	9,48	7,88	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 7 – Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria B

Amostra	e1 -externo (mm)	e2 -externo (mm)	e3 -externo (mm)	e4-interno (mm)	Aprovação
B1	7,4	7,73	3,97	6,68	Não
B2	6,87	6,74	6,51	6,13	Não
B3	7,29	8,19	7,93	6,54	Sim
B4	6,02	6,88	5,93	6,47	Não
B5	5,88	7,75	6,41	8,65	Não
B6	5,4	5,72	6,47	5,9	Não
B7	8,33	6,85	7,35	6,25	Não
B8	7,5	8,87	4,39	7,78	Não
B9	5,75	6,13	6,59	6,14	Não
B10	7,04	7,8	8,02	7,28	Sim
B11	6,9	8,08	5,84	8,26	Não
B12	4,76	7,09	5,27	6,31	Não
B13	7,9	6,13	6,13	9,64	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 8 – Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria C

Amostra	e1 -externo (mm)	e2 -externo (mm)	e3 -externo (mm)	e4-interno (mm)	Aprovação
C1	7,97	5,64	8,64	7,25	Não
C2	6,65	8,03	7,83	6,75	Não
C3	6,44	7,61	8,44	7,04	Não
C4	5,98	6,43	5,82	6,4	Não
C5	8,1	7,7	6,29	5,83	Não
C6	7,06	6,73	7,71	6,11	Não
C7	7,29	9,76	6,3	5,92	Não
C8	6,54	7,03	7,53	6,69	Não
C9	7,07	10,5	7,68	6,57	Sim
C10	8,57	6,92	5,69	5,24	Não
C11	4,97	5,07	6,37	6,05	Não
C12	6,48	6,27	6,65	6,92	Não
C13	6,17	5,31	7,27	6,29	Não

Fonte: Autor; (2023)

Tabela 9 -Dados de dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos da olaria A

Amostra	e1 -externo (mm)	e2 -externo (mm)	e3 -externo (mm)	e4-interno (mm)	Aprovação
D1	7,52	6,7	6,88	7,65	Não
D2	8,68	8,87	6,28	8,25	Não
D3	6,02	8,32	6,04	7,83	Não
D4	6,5	7,08	7,77	7,48	Não
D5	10,83	7,9	7,08	8,23	Sim
D6	6,37	6,41	7,35	8,03	Não
D7	6,79	7,85	7,8	7,92	Não
D8	6,43	6,03	6,88	7,95	Não
D9	7,64	6,41	7,35	7,93	Não
D10	6,13	5,7	7,41	6,18	Não
D11	8,3	8,83	6,11	8,43	Não
D12	6,74	6,5	7,52	7,93	Não
D13	6,49	7,13	6,61	7,56	Não

Fonte:(Autor; 2023)

As medidas dos septos e paredes externas dos blocos cerâmicos tem influência direta com a qualidade desses produtos, podendo influenciar na sua resistência, no peso e manuseio e até mesmo no encaixe e estabilidade da argamassa colante.

Problemas nas medidas dos septos em blocos cerâmicos podem ocorrer em diferentes fases de produção, como moldagem, secagem e queima. Durante a moldagem, variações na compactação da argila nos moldes podem resultar em

medidas irregulares dos septos. A etapa de secagem, quando não controlada adequadamente em termos de temperatura e umidade, pode levar a variações dimensionais nos septos. Durante a queima, temperaturas e tempos inadequados podem causar deformações nos blocos, afetando as medidas dos septos.

#### 4.2.3. Desvio em relação ao esquadro

Os valores do desvio em relação ao esquadro foram obtidos com o auxílio de um esquadro metálico.

A ABNT NBR 15270-1 exige que o desvio em relação ao esquadro deve ser de no máximo três milímetros (3 mm), em um lote de treze blocos. A norma aceita que duas unidades possam extrapolar esse valor, caso contrário se mais amostras estiverem irregulares o lote é reprovado (Quadro 5).

Deste modo apenas a olaria D foi aceita, possuindo dois blocos que ultrapassaram os três milímetros determinados pela norma, ficando no limite para a rejeição, como exposto na Tabela 13. As olarias A, B e C, tiveram cinco, seis e sete blocos não conformes, respectivamente, com isso foram rejeitados, como expresso as Tabelas 10,11 e 12.

Tabela 10 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra A

Amostra	Desvio em relação ao esquadro (mm)	Aprovação
A1	5	Não
A2	0	Sim
A3	6	Não
A4	5	Não
A5	1	Sim
A6	2	Sim
A7	5	Não
A8	1	Sim
A9	0	Sim
A10	0	Sim
A11	0	Sim
A12	5	Não
A13	0	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 11 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra B

<b>Amostra</b>	<b>Desvio em relação ao esquadro (mm)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>B1</b>	2	Sim
<b>B2</b>	3	Sim
<b>B3</b>	2	Sim
<b>B4</b>	7	Não
<b>B5</b>	9	Não
<b>B6</b>	4	Não
<b>B7</b>	2	Sim
<b>B8</b>	5	Não
<b>B9</b>	3	Sim
<b>B10</b>	7	Não
<b>B11</b>	5	Sim
<b>B12</b>	4	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 12 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra C

<b>Amostra</b>	<b>Desvio em relação ao esquadro (mm)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>C1</b>	6	Não
<b>C2</b>	2	Sim
<b>C3</b>	8	Não
<b>C4</b>	0	Sim
<b>C5</b>	6	Não
<b>C6</b>	4	Não
<b>C7</b>	4	Não
<b>C8</b>	0	Sim
<b>C9</b>	0	Sim
<b>C10</b>	2	Sim
<b>C11</b>	4	Não
<b>C12</b>	0	Sim
<b>C13</b>	5	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 13 – Dados do desvio em relação ao esquadro amostra D

<b>Amostra</b>	<b>Desvio em relação ao esquadro (mm)</b>	<b>Aprovação</b>
D1	5	Não
D2	6	Não
D3	2	Sim
D4	2	Sim
D5	1	Sim
D6	0	Sim
D7	0	Sim
D8	2	Sim
D9	3	Sim
D10	6	Sim
D11	1	Sim
D12	1	Sim
D13	0	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Em um estudo desenvolvido por Batista (2022), em olarias localizadas no sertão paraibano também se verificou que os blocos cerâmicos de quatro, das cinco olarias estudadas, não se encontravam dentro dos padrões estabelecimento conforme a norma, do que diz respeito a análise geométrica. Com isso, os resultados do presente trabalho corroboram a falta de melhoramento no processo construtivo dos blocos cerâmicos da região.

Durante a fase de construção de uma alvenaria é importante garantir que os blocos cerâmicos sejam assentados de forma correta em relação ao esquadro, podendo ser feito o uso de ferramentas, níveis e esquadro, porém se o bloco utilizado possua desníveis consideráveis dificulta que a alvenaria tome sua forma correta. Blocos desaprovados no desvio em relação ao esquadro podem influenciar também na estabilidade da estrutura, encaixe e assentamento inadequado e até mesmo na estética e acabamento.

O desvio em relação ao esquadro dos blocos cerâmicos pode ocorrer em diferentes fases da produção, como moldagem, secagem e queima. Problemas durante essas fases, como desalinhamento dos moldes, deformações durante a secagem e variações na temperatura de queima, podem levar a desvios em relação ao esquadro dos blocos

#### **4.3. Análise Física- Índice de Absorção D'Água (AA)**

A ABNT NBR 15270-1/2017, determina que para que o bloco esteja em conformidade na análise física com o índice de absorção de d'água, o seu teor de umidade deve estar entre o intervalo de 8% a 25% (Quadro 6), se o bloco estiver fora da referência este estará reprovado, a norma aceita até um bloco do lote fora desse intervalo, como informa o Quadro 5. Os valores de massas mostrados nas Tabelas 14, 15, 16 e 17 estão em quilograma (kg) e o índice de absorção d'água em porcentagem (%).

Observando o índice de absorção d'água é possível determinar que todas as olarias se encontram dentro do limite estipulado pela norma, sendo todos aprovados nessa verificação, como apresentado nas Tabelas 14, 15, 16 e 17.

Tabela 14 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote A

Amostra	Massa Inicial	Massa 2 (2h)	Massa 3 (3h)	Massa 4 (4h)	Massa (24h submerso)	Índice de Absorção D'Água (AA)	Aprovação
A1	2,328	2,302	2,288	2,288	2,700	18,007	Sim
A2	2,322	3,292	2,294	2,294	2,702	17,786	Sim
A3	2,334	3,326	2,302	2,302	2,712	17,811	Sim
A4	2,596	2,564	2,554	2,554	2,826	10,650	Sim
A5	2,270	2,268	2,262	2,262	2,620	15,827	Sim
A6	2,382	2,352	2,330	2,330	2,742	17,682	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 15 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote B

Amostra	Massa Inicial	Massa 2 (2h)	Massa 3 (3h)	Massa 4 (4h)	Massa (24h submerso)	Índice de Absorção D'Água (AA)	Aprovação
B1	2,460	2,424	2,402	2,402	2,644	10,075	Sim
B2	2,480	2,436	2,410	2,410	2,650	9,959	Sim
B3	2,414	2,410	2,410	2,410	2,646	9,793	Sim
B4	2,418	2,400	2,392	2,392	2,632	10,033	Sim
B5	2,408	2,404	2,404	2,404	2,630	9,401	Sim
B6	2,464	2,428	2,414	2,414	2,636	9,196	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 16 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote C

Amostra	Massa Inicial	Massa 2 (2h)	Massa 3 (3h)	Massa 4 (4h)	Massa (24h submerso)	Índice de Absorção D'Água (AA)	Aprovação
C1	2,440	2,418	2,412	2,412	2,694	11,6915423	Sim
C2	2,486	2,46	2,452	2,452	2,756	12,3980424	Sim
C3	2,508	2,262	2,280	2,280	2,766	21,3157895	Sim
C4	2,290	2,284	2,286	2,286	2,494	9,09886264	Sim
C5	2,452	2,442	2,420	2,420	2,704	11,7355372	Sim
C6	2,440	2,432	2,430	2,430	2,716	11,7695473	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 17 – Dados do ensaio de Índice de absorção d'água lote D

Amostra	Massa Inicial	Massa 2 (2h)	Massa 3 (3h)	Massa 4 (4h)	Massa (24h submerso)	Índice de Absorção de Água	Aprovação
D1	2,810	2,786	2,768	2,768	3,07	10,91	Sim
D2	2,832	2,814	2,800	2,800	3,12	11,43	Sim
D3	2,794	2,796	2,756	2,756	3,054	10,81	Sim
D4	2,634	2,630	2,630	2,630	2,936	11,63	Sim
D5	2,916	2,882	2,870	2,870	3,192	11,22	Sim
D6	2,620	2,612	2,610	2,610	2,934	12,41	Sim

Fonte:(Autor; 2023)

Em estudo realizado por Rossi (2017), onde analisou blocos cerâmicos da região da Grande Santa Rosa-RS, também constatou que os blocos analisados não possuem índice de absorção d'água fora do recomendando pela ABNT NBR 15270/2017.

O índice de absorção de água dos blocos cerâmicos é um indicador importante da capacidade do material em absorver água. Um alto índice de absorção pode comprometer a durabilidade e a resistência dos blocos, além de afetar o desempenho térmico. Blocos com alta absorção de água também podem apresentar desafios na trabalhabilidade durante o assentamento. Portanto, é crucial escolher blocos cerâmicos com um índice de absorção de água adequado para garantir a qualidade e a eficiência na construção.

Inconformidades no índice de absorção de água dos blocos cerâmicos podem ocorrer em diferentes etapas da produção, como preparação da argila, moldagem, secagem e queima. Problemas como impurezas na argila, compactação desigual durante a moldagem, secagem inadequada ou variações na temperatura da queima podem afetar a porosidade dos blocos e, conseqüentemente, seu índice de

absorção de água. Para garantir a qualidade dos blocos cerâmicos, os fabricantes implementam medidas de controle de qualidade em cada etapa do processo de produção, visando minimizar essas inconformidades e assegurar a eficiência e a durabilidade dos blocos.

#### 4.4. Análise mecânica: Resistência à Compressão

Os blocos foram submetidos a uma força com o auxílio da prensa hidráulica (Figura 24) até que ocorresse a sua ruptura (Figura 25), obtendo valores expressos em tonelada força (tf), para a análise é necessário que seja obtido a tensão em mega Pascal (Mpa), essa representa a intensidade de uma força sobre uma área, para o cálculo foi utilizado a Equação 2.



Figura 24 – Bloco na prensa (Fonte: Autor; 2023)



Figura 25- Bloco após a ruptura (Fonte: Autor; 2023)

Segundo a ABNT NBR 15270-1/2017, os resultados da resistência à compressão devem ser de no mínimo 1,5 Mpa (Quadro 6), porém essa permite que dois blocos possam ter capacidade de carga inferior, mesmo assim sendo o lote aprovado(Quadro 5).

Observando as Tabelas 18, 19, 20 e 21, é possível afirmar que nenhum dos blocos cerâmicos tiveram aprovação nesse ensaio, logo todas as olarias em estudo fabricam blocos com resistência inferior ao estabelecido pela ABNT NBR 15270/2017.

Tabela 18 – Dados de resistência a compressão do lote A

<b>Amostra</b>	<b>Força (tf)</b>	<b>Área -L x C (mm)</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>A1</b>	0,84	16157,90	0,510	Não
<b>A2</b>	1	15544,80	0,631	Não
<b>A3</b>	0,79	15580,62	0,497	Não
<b>A4</b>	1,46	16525,60	0,867	Não
<b>A5</b>	1,21	15355,80	0,773	Não
<b>A6</b>	0,54	15956,48	0,332	Não
<b>A7</b>	0,79	15961,26	0,486	Não
<b>A8</b>	1,09	16006,20	0,668	Não
<b>A9</b>	0,71	15520,96	0,449	Não
<b>A10</b>	1,09	15289,07	0,699	Não
<b>A11</b>	0,75	15859,80	0,464	Não
<b>A12</b>	1	15863,75	0,618	Não
<b>A13</b>	0,92	15435,68	0,585	Não
<b>Média</b>	-	-	0,583	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 19 – Dados de resistência a compressão do lote B

<b>Amostra</b>	<b>Força (tf)</b>	<b>Área -L x C (mm)</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>B1</b>	0,84	15652,00	0,526	Não
<b>B2</b>	0,59	15739,80	0,368	Não
<b>B3</b>	1	16274,45	0,603	Não
<b>B4</b>	0,63	16054,59	0,385	Não
<b>B5</b>	1,13	16025,10	0,692	Não
<b>B6</b>	1,13	16356,89	0,678	Não
<b>B7</b>	0,63	16360,90	0,378	Não
<b>B8</b>	1	15734,34	0,623	Não
<b>B9</b>	0,92	15533,70	0,581	Não
<b>B10</b>	0,79	16713,96	0,464	Não
<b>B11</b>	1,46	15833,20	0,905	Não
<b>B12</b>	0,79	16564,90	0,468	Não
<b>B13</b>	0,84	16197,52	0,509	Não
<b>Média</b>	-	-	0,552	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 20 – Dados de resistência a compressão do lote C

<b>Amostra</b>	<b>Força (tf)</b>	<b>Área -L x C (mm)</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>C1</b>	1,05	17278,8	0,596	Não
<b>C2</b>	1,21	17350,8	0,684	Não
<b>C3</b>	1,38	17081,82	0,793	Não
<b>C4</b>	0,92	17187,4	0,525	Não
<b>C5</b>	1,21	17527,68	0,677	Não
<b>C6</b>	1,59	17895,72	0,872	Não
<b>C7</b>	0,92	17031,47	0,530	Não
<b>C8</b>	1,63	17514,63	0,913	Não
<b>C9</b>	0,84	17377,18	0,474	Não
<b>C10</b>	0,88	17178,54	0,503	Não
<b>C11</b>	1	17778,28	0,552	Não
<b>C12</b>	1,55	17441,28	0,872	Não
<b>C13</b>	0,88	17382,91	0,497	Não
<b>Média</b>	-	-	0,652	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 21 – Dados de resistência a compressão do lote D

<b>Amostra</b>	<b>Força (tf)</b>	<b>Área -L x C (mm)</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>D1</b>	0,75	17302,69	0,425	Não
<b>D2</b>	0,75	17578,8	0,419	Não
<b>D3</b>	0,92	17031,6	0,530	Não
<b>D4</b>	0,92	17527,68	0,515	Não
<b>D5</b>	0,71	17674,94	0,394	Não
<b>D6</b>	1	17434,48	0,563	Não
<b>D7</b>	0,92	17659,86	0,511	Não
<b>D8</b>	0,84	17544,87	0,470	Não
<b>D9</b>	0,61	17510,4	0,342	Não
<b>D10</b>	1,09	17372,88	0,615	Não
<b>D11</b>	1,09	16953,3	0,631	Não
<b>D12</b>	0,84	16974,6	0,485	Não
<b>D13</b>	0,96	16910,41	0,557	Não
<b>Média</b>	-	-	0,497	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Uma investigação feita por Batista (2022), onde analisou cinco olarias do sertão paraibanos onde duas delas estão presentes nesse trabalho, verificou que maioria dos blocos cerâmicos apresentam resistência inferior ao estipulado pela norma, com isso verificou-se que não foram identificadas mudanças benéficas ou progresso no processo construtivo dos blocos cerâmicos no intervalo dos estudos.

A utilização de blocos cerâmicos de vedação com baixa resistência pode comprometer a estabilidade, segurança e durabilidade da construção. Esses blocos são mais propensos a rachaduras, trincas e quebras quando submetidos a tensões mecânicas. Além disso, podem sofrer degradação prematura devido a fatores ambientais. A baixa resistência dos blocos também pode limitar suas aplicações e impactar negativamente a eficiência energética da construção. Portanto, é fundamental considerar a resistência dos blocos cerâmicos e seguir as normas técnicas para garantir uma construção de qualidade.

O processo de queima tem impacto direto quanto a resistência dos blocos cerâmicos, com isso o controle adequado do processo de queima é fundamental para obter a resistência mecânica desejada nos blocos cerâmicos. Isso inclui o monitoramento preciso da temperatura, do tempo de queima e da taxa de aquecimento/resfriamento, levando em consideração o tipo de argila e o produto desejado.

#### 4.5. Resistência a compressão- Ensaio de prisma

Para o resultado desse ensaio foi comparado com a norma ABNT NBR 15270-1/2017, sendo considerada a resistência mínima de 1,5 Mpa, pois os blocos cerâmicos em estudo são para uso em alvenaria de vedação.

Os blocos cerâmicos foram medidos antes da fabricação dos prismas, para que posteriormente fosse possível se obter a tensão que os blocos são capazes de suportar. As Tabelas 22, 23, 24 e 25 expressam os valores das medidas de todos os blocos utilizados, identificando os mesmos por fabricante e se estão localizados na parte inferior ou superior do prisma.

Tabela 22 – Dimensões dos prismas do lote A

Amostra		Dimensões		
		H (mm)	L (mm)	C (mm)
A1	Bloco Inferior	189	86	181
	Bloco Superior	187	86	180
A2	Bloco Superior	187	87	183
	Bloco Superior	190	86	184

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 23 – Dimensões dos prismas do lote B

Amostra		Dimensões		
		H (mm)	L (mm)	C (mm)
B1	Bloco Inferior	186	87	185
	Bloco Superior	185	86	186
B2	Bloco Superior	185	85	185
	Bloco Superior	185	86	190

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 24 – Dimensões dos prismas do lote C

Amostra		Dimensões		
		H (mm)	L (mm)	C (mm)
C1	Bloco Inferior	187	90	189
	Bloco Superior	188	91	189
C2	Bloco Superior	187	9	190
	Bloco Superior	187	89	189

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 25 – Dimensões dos primas do lote D

Amostra		Dimensões		
		H (mm)	L (mm)	C (mm)
D1	Bloco Inferior	191	94	189
	Bloco Superior	191	93	189
D2	Bloco Superior	194	91	19
	Bloco Superior	191	97	189

Fonte:(Autor; 2023)

Para o cálculo da resistência à compressão, foi utilizado a área do bloco que tem a condição menos favorável para a alvenaria, ou seja, aquele que apresenta a maior área de contato, implicando assim em uma resistência menor.

Com os resultados expressos nas Tabelas 26, 27, 28 e 29 é possível verificar que os blocos não atingiram a resistência necessária para o seu emprego em alvenarias de vedação, indo em concordância com os resultados obtidos á resistência a compressão dos blocos individuais.

Tabela 26 – Resistencia à compressão dos blocos em forma de prisma amostra A

Amostra	Força (tf)	Área -L x C (mm)	Resistência (Mpa)	Aprovação
A1	1,17	15566	0,737	Não
A2	0,84	15921	0,518	Não
<b>Média A</b>	-	-	<b>0,628</b>	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 27– Resistencia à compressão dos blocos em forma de prisma amostra B

Amostra	Força (tf)	Área -L x C (mm)	Resistência (Mpa)	Aprovação
B1	1,13	16095	0,689	Não
B2	1	16340	0,600	Não
<b>Média</b>	-	-	0,645	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 28 – Resistencia à compressão dos blocos em forma de prisma amostra C

Amostra	Força (tf)	Área -L x C (mm)	Resistência (Mpa)	Aprovação
C1	0,96	17199	0,548	Não
C2	0,92	17100	0,528	Não
<b>Média</b>	-	-	0,538	Não

Fonte:(Autor; 2023)

Tabela 29– Resistencia à compressão dos blocos em forma de prisma amostra D

<b>Amostra</b>	<b>Força (tf)</b>	<b>Área -L x C (mm)</b>	<b>Resistência (Mpa)</b>	<b>Aprovação</b>
<b>D1</b>	0,67	17766	0,370	Não
<b>D2</b>	0,84	18333	0,449	Não
<b>Média</b>	-	-	0,409	Não

Fonte:(Autor; 2023)

O ensaio de prisma e o ensaio de resistência à compressão são testes mecânicos realizados em blocos cerâmicos de vedação para avaliar sua resistência e qualidade. O ensaio de prisma envolve a submissão dos blocos a uma carga de compressão para determinar sua resistência à compressão. Já o ensaio de resistência à compressão específico para blocos cerâmicos de vedação visa avaliar a resistência desses blocos em condições específicas. Ambos os ensaios são importantes para garantir que os blocos cerâmicos atendam aos requisitos mínimos de resistência estrutural, assegurando a segurança e a durabilidade da construção.

## 5. CONCLUSÃO

Com base na análise visual, os blocos das olarias A, B, C e D não atendem as especificações da ABNT NBR 15270/2017, pois nenhum dos blocos tomados para estudo possuíam qualquer tipo de identificação nas suas faces. Ainda dentro da avaliação visual, foi constatado que os blocos A e B foram reprovados de acordo com os critérios estabelecidos. Durante a avaliação foram identificados defeitos visuais significativos que afetam na qualidade e comprometem o desempenho dos blocos cerâmicos, defeitos esses que incluem trincas, fissuras e irregularidades de superfície, porém as olarias C e D, tiveram seus blocos aprovados quanto aos defeitos visuais, estando dentro das determinações e limites de não conformidade de acordo com a ABNT NBR 15270/2017.

Durante a avaliação geométrica percebeu-se que os blocos A e B apresentaram desvios significativos em relação às medidas estabelecidas pela ABNT NBR 15270/2017. Ainda na verificação quanto a geometria dos blocos, foi aferido as medidas dos septos, com isso observado que todos os blocos estão em incompatibilidade com a norma vigente. Além disso, a análise geométrica revelou que quanto ao desvio em relação ao esquadro apenas a olaria D apresenta desvios dentro dos limites estabelecidos pela norma ABNT NBR 15270/2017.

A partir da análise física, observou-se que todos os blocos cerâmicos tiveram seu índice de absorção d'água entre 8 e 25%, com isso todos foram aprovados.

Na avaliação mecânica, verificou-se que todos os blocos estudados apresentaram resistência com valores inferiores a 1,5 Mpa, não atendo os critérios definidos na ABNT NBR 15270/2017, diante desse resultado é possível concluir que o seu emprego em obras civis compromete o seu desempenho e a segurança dos usuários. Também foi verificado a sua resistência com o ensaio de prisma, porém constatou-se que nenhum prisma alcançou uma resistência igual ou superior a 1,5 Mpa, confirmando os resultados da resistência a compressão dos blocos unitários.

Diante de todos os resultados obtidos nesse estudo é notório que as olarias escolhidas do sertão paraibano não estão dentro dos padrões estabelecidos pela NBR 15270/2017, resultando em sua reprovação em vários requisitos estipulados pela norma. A análise permitiu identificar uma série de não conformidades que impactam negativamente na qualidade dos blocos cerâmicos fabricados, essas

podem envolver problemas desde a matéria-prima e até mesmo deficiências no processo de fabricação.

Com a obtenção desses dados é possível verificar a falta de fiscalização periódica nas olarias, com a finalidade de garantir a qualidade e que esses atendam aos padrões normativos vigentes. Portanto, é perceptível a necessidade urgente de aprimoramento dos processos e qualidade dos produtos fabricados.

Em conclusão, a promoção de uma cultura de conformidade e controle de qualidade na cadeia produtiva da construção civil, especificamente em relação aos blocos cerâmicos, é crucial para garantir a segurança e a durabilidade das construções. Além da fiscalização, é importante adotar medidas como educação e conscientização, estabelecimento de normas e padrões, certificações, inspeções regulares, promoção de boas práticas e a responsabilidade compartilhada entre todos os envolvidos. Essas ações contribuem para disseminar uma mentalidade de conformidade ao longo do tempo, melhorando a qualidade dos blocos cerâmicos e fortalecendo a confiança na indústria da construção.

Embora os resultados expressos nesse trabalho possam ser vistos como desfavorável, oferece uma oportunidade para que as empresas do sertão paraibano reavaliem suas práticas e busquem a implementação de medidas e estratégias para que os seus blocos cerâmicos venham a se enquadrar com as normas vigentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCERAM-ASSOCIAÇÃO Brasileira de Cerâmica. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>. Acesso em: 4 maio 2023.

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. Informações Técnicas: Processos de Fabricação. In: ABCERAM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (São Paulo, SP)

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Componentes cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria estrutural e de vedação e para alvenaria racionalizada: Requisitos**, NBR 15270:2017 parte 1.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Componentes cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria: Métodos de ensaios**, NBR 15270:2017 parte 2.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Alvenaria estrutural — Métodos de ensaio de ensaio**, NBR 16868 parte 3.

AGUIAR, Mariane Costalonga; GADIOLI, Mônica Catoldi Borlini; SANT'ANNA, Maria Angélica Kramer; ALMEIDA, Karyone Marvila; GIORI, Ana Júlia Nali. **Processos de fabricação de cerâmica vermelha**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2022.

AVALIAÇÃO da conformidade como ferramenta de aprendizagem organizacional em projetos de engenharia de grandes empreendimentos. 2010. Dissertação (Mestre) - Pontifícia Universidade Católica-PUC, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/14922/14922\\_3.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/14922/14922_3.PDF). Acesso em: 5 abr. 2023.

AZEVEDO, Hélio Alves. **O edifício até a sua cobertura**. 2°. ed. São Paulo: Editora Blucher, 1997. 188 p.

BATISTA, Ian Marques de Oliveira. **Análise técnica de blocos cerâmicos de diferentes fabricantes na região do sertão paraibano de acordo com a norma NBR 15270:2017**. Orientador: Prof. Dr. Renilton Correia da Costa. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2022.

BASTOS, Frederico Assis. **Avaliação do processo de fabricação de telhas e blocos cerâmicos visando a certificação do produto**. Orientador: Orestes

Estevam Alarcon. 2003. 164 p. Dissertação (Mestre em engenharia civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

**Ciência e Engenharia de Materiais - Uma Introdução Capa comum – 23 outubro 2020** Edição Português por William D. CALLISTER Jr. (Autor), David G. RETHWISCH

CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 58<sup>o</sup>., 2014, Bento Gonçalves, RS, Brasil. **Análise da resistência de blocos de cerâmica vermelha sob condições experimentais [...]**. [S. l.: s. n.], 2014.

INFORMAÇÕES TÉCNICAS - PROCESSOS DE FABRICAÇÃO. *In: ABCERAM-Associação Brasileira de Cerâmica* . [S. l.], 2020. Disponível em: <https://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>. Acesso em: 4 maio 2023.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Anuário estatístico do setor de transformação de não metálicos. Cerâmica Vermelha. Separata de: ANUÁRIO estatístico do setor de transformação de não metais. [S. l.: s. n.], 2020. cap. III.

OLIVEIRA, G.R; COSTA, F.P; SILVA, J.J.N.; FERNANDES, O.D.P. Análise da resistência de blocos de cerâmica vermelha sob condições experimentais. **58<sup>o</sup> Congresso Brasileiro de Cerâmica**, Bento Gonçalves, RS, 2014.

SILVA, Darliane Maria. **Análise técnica de blocos cerâmicos de diferentes fabricantes comercializados na cidade do cabo de santo agostinho de acordo com a norma nbr 15270:2017**. Orientador: Dr<sup>a</sup> Simone Perruci Galvão –2019. 53 f. TCC (Graduação) Engenharia Civil, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Cabo de Santo Agostinho. 2019. Disponível: [https://www.repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/1371/1/tcc\\_darlianemariadasilva.pdf](https://www.repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/1371/1/tcc_darlianemariadasilva.pdf). Acesso em:05/02/2023.

SILVA, Maykon V.; CUNHA, Lidia R.R; NOBRE, Guilherme G.; SOUZA, Nelson L. de Q. Análise técnica de blocos cerâmicos de vedação comercializados em Brasília-DF conforme a NBR 15270/2017. **CBPAT 2020**, Fortaleza, p. 1052-1059, 15 abr. 2020.

RIBEIRO, C. C. Materiais de construção civil. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

ROSSI, Camila Taciane. **Análise técnica dos tijolos maciços e blocos cerâmicos de vedação 6 furos produzidos na região da Grande Santa Rosa- RS**. Orientador: Ms. Éder Claro Pedrozo. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul- UNIJUI, [S. l.], 2017.

THOMAZ, Ercio; FILHO, Cláudio Vicente Mitidieri; CLETO, Fabiana da Rocha; CARDOSO, Francisco Ferreira. **Código de Práticas**: N° 01. São Paulo: [s. n.], 2009.

## ANEXOS