



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

JOHNNY ELVIS DE SOUZA PEREIRA

**PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DE TIJOLOS CERÂMICOS
FABRICADOS NA REGIÃO DO VALE DO AÇU-RN**

ANGICOS

2025

JOHNNY ELVIS DE SOUZA PEREIRA

**PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DE TIJOLOS CERÂMICOS
FABRICADOS NA REGIÃO DO VALE DO AÇU-RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof.^a(a) Dra. Marcilene Vieira
da Nóbrega

ANGICOS

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P Pereira, Johnny Elvis de Souza.
436p PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DE TIJOLOS
 CERÂMICOS FABRICADOS NA REGIÃO DO VALE DO AÇU-RN
 / Johnny Elvis de Souza Pereira. - 2025.
 71 f.: il.

 Orientadora: Marcilene Vieira da Nóbrega.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2025.

 1. Blocos cerâmicos. 2. Resistência à
Compressão. 3. Conformidade Normativa. I. Nóbrega,
Marcilene Vieira da, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia
Duarte CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOHNNY ELVIS DE SOUZA PEREIRA

**PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DE TIJOLOS CERÂMICOS
FABRICADOS NA REGIÃO DO VALE DO AÇU-RN**

Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Defendida em: 27 / 03 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Marcilene Vieira da Nóbrega, Prof. Dra. (UFERSA/Campus Angicos)
Presidente

Adna Érica Melo de Sousa Fontes, Eng. Civil e Me. em Engenharia Civil (UFERSA/Campus
Angicos)
Membro Examinador Interno

Walney Gomes da Silva, Prof. Dr. (IFRN/Campus Mossoró)
Membro Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por tantas vezes que ele me deu forças em meio às dificuldades, pelas pessoas que ele colocou em minha jornada acadêmica até este momento, sem elas eu também não estaria aqui, seria injusto não lembrar de cada uma.

Quero agradecer aos meus exemplos de vida, meus pais, José Eurídice e Francisca Alexandra, por tanto sacrifício em me manter na faculdade e pelas lições que me deram até este momento.

Também quero agradecer ao meu amor, minha linda mulher, Mariana Moraes de Queiroz, sem ela, de uns tempos para cá, eu infelizmente já teria desistido do curso, para mim, um exemplo de superação e inspiração.

Agradeço a melhor orientadora que alguém poderia ter, a Professora Dra. Marcilene Nóbrega, uma excelente profissional, e como pessoa, melhor ainda. Dona de um coração gigantesco, que sempre esteve presente, não só para mim, mas com outros alunos aos quais presenciei sua enorme força de vontade de ajudar e preparar os mesmos.

Agradeço ao IFRN, Campus Mossoró, na pessoa do Professor Walney, coordenador do Laboratório de Edificações, por ter oportunizado a realização do Ensaio de Resistência à Compressão.

E por último e não menos importante, agradeço à UFERSA/Campus Angicos, a todos os professores e professoras dos cursos de CeT e Engenharia Civil, pela minha formação acadêmica. Agradeço também ao Laboratório de Materiais de Construção, na pessoa da Técnica Adna, pelo auxílio e oportunizar na realização dos ensaios de caracterização física dos tijolos.

Engenharia: onde os nobres semi-hábeis trabalhadores executam a visão daqueles que imaginam e sonham. Olá, Oompa-Loompas da ciência!

Sheldon Cooper (The Big Bang Theory)

RESUMO

A padronização dos tijolos cerâmicos é um fator essencial para a garantia da segurança estrutural das edificações, reduzindo a necessidade de ajustes durante a execução da obra, proporcionando maior eficiência e redução de desperdícios. Dessa forma, a padronização não apenas assegura a conformidade com as normas vigentes, mas também impacta diretamente a economia do setor e a longevidade das edificações. Dado o exposto, este trabalho aborda a temática da avaliação das propriedades físicas e mecânica dos tijolos cerâmicos fabricados na região do Vale do Açu/RN. Os objetivos incluem analisar a conformidade desses materiais com a norma ABNT NBR 15270, avaliar as práticas de controle de qualidade das cerâmicas locais e examinar as características geométricas, físicas e mecânica dos tijolos. A justificativa da pesquisa se baseia na importância dos tijolos cerâmicos para a construção civil e na necessidade de garantir a segurança estrutural das edificações, através das conformidades normativas vigentes. Nacionalmente, o setor de cerâmica vermelha representa 40% da parcela que o setor da construção civil tem em relação ao PIB (Macedo et al., 2008), com destaque para a produção concentrada no Sul e Sudeste (Silva, 2021). O Vale do Açu destaca-se na produção cerâmica no estado do Rio Grande do Norte, especialmente na fabricação de blocos de vedação, sendo Assú e Itajá responsáveis por cerca de 75% da produção regional (Lima e Oliveira, 2018). A indústria local utiliza predominantemente fornos Paulistinha, e mais recentemente, podemos ver a adoção crescente dos fornos CEDAN, que tem otimizado o processo e reduzido o consumo energético (Galdino, 2014; Brito, 2011). Metodologicamente, o estudo utiliza uma abordagem qualitativa e quantitativa, envolvendo entrevistas estruturadas com fabricantes locais e ensaios laboratoriais em amostras de tijolos. Os resultados revelam que muitos tijolos não atendem aos requisitos mínimos das características geométricas, físicas e a resistência à compressão, apresentando variações significativas na qualidade dos produtos. Em conclusão, o estudo destaca a necessidade de melhorias nas práticas de controle de qualidade e na adesão às normas regulatórias para garantir a segurança estrutural e otimizar custos na construção civil.

Palavras-chave: Blocos Cerâmicos. Resistência à Compressão. Conformidade Normativa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	– Fluxograma de processo produtivo de cerâmica vermelha	22
Figura 02	– Tijolo sem função estrutural com vazados na horizontal	25
Figura 03	– Tabela de especificação quanto à resistência mínima, absorção de água e geometria	25
Figura 04	– Tabela de determinação das características geométricas: sumário dos métodos de ensaio	27
Figura 05a	– Locais para medições da largura (L) do componente	27
Figura 05b	– Locais para medições da altura (H) do componente	27
Figura 05c	– Locais para medições do comprimento (C) do componente	27
Figura 06	– Posições esquemáticas para as medições da espessura das paredes externas e septos	28
Figura 07	– Desvio em relação ao esquadro – Representação esquemática	29
Figura 08	– Determinação das características físicas e mecânicas	30
Figura 09	– Compressão axial de componentes	32
Figura 10	– Fluxograma das etapas de realização do trabalho	34
Figura 11	– Tijolo de vedação 8 furos na horizontal	37
Figura 12a	– Abastecimento de lenha para forno CEDAN	39
Figura 12b	– Vista lateral do forno CEDAN	39
Figura 13	– Coleta de amostras da cerâmica “A”	40
Figura 14a	– Vista lateral do forno Paulistinha	41
Figura 14b	– Painel medidor do forno	41
Figura 15a	– Vista lateral do forno CEDAN	43
Figura 15b	– Parte superior do forno	43
Figura 16	– Painel Termopar	43
Figura 17a	– Inserção da matéria-prima na esteira	44
Figura 17b	– Moldagem de blocos através da forma	44
Figura 18a	– Alimentador Vibratório	45
Figura 18b	– Reaproveitamento de resíduos para forno	45
Figura 19a	– Forma para moldagem de blocos	46
Figura 19b	– Painel digital de temperatura	46
Figura 20a	– Medição com Paquímetro Digital	48

Figura 20b	– Medição de Desvio do Esquadro	48
Figura 21a	– Condicionamento de tijolos na estufa	54
Figura 21b	– Imersão de tijolos em tanque	54
Figura 22a	– Inserção de bloco na prensa	58
Figura 22b	– Rompimento de bloco após força aplicada	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	– Requisitos normativos para análises geométricas	48
Tabela 02	– Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote A	49
Tabela 03	– Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote B	50
Tabela 04	– Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote C	51
Tabela 05	– Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote D	52
Tabela 06	– Requisitos normativos para análises físicas	53
Tabela 07	– Propriedades físicas dos blocos do Lote A	54
Tabela 08	– Propriedades físicas dos blocos do Lote B	55
Tabela 09	– Propriedades físicas dos blocos do Lote C	56
Tabela 10	– Propriedades físicas dos blocos do Lote D	57
Tabela 11	– Aferição mecânica do Lote A	58
Tabela 12	– Aferição mecânica do Lote B	59
Tabela 13	– Aferição mecânica do Lote C	59
Tabela 14	– Aferição mecânica do Lote D	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANICER	Associação Nacional da Indústria Cerâmica
BFS	Bloco de Fixação Superior
ET AL.	Expressão latina "et alii" que significa "e outros"
EST	Estrutural
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Kgf/cm²	Quilogramas-força por centímetro quadrado
MPa	Megapascal (unidade de pressão)
NBR	Norma Brasileira (padrão técnico estabelecido pela ABNT)
PBQP-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PIB	Produto Interno Bruto
PSQ-BC	Programa Setorial da Qualidade de Blocos Cerâmicos
VED	Vedação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	CONCEITO E APLICAÇÕES.....	16
2.2	CONTEXTO PRODUTIVO DOS TIJOLOS CERÂMICOS: DO BRASIL AO VALE DO ASSÚ 17	
2.2.1.	Fornos utilizados pela Indústria Ceramista do Vale do Açu	19
2.3.	CARACTERÍSTICAS DOS TIJOLOS CERÂMICOS	21
2.4.	REGULAMENTAÇÃO NORMATIVA E REQUISITOS GERAIS DO TIJOLO CERÂMICO.....	23
2.4.1	Classes de Comercialização.....	24
2.5	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS TIJOLOS CERÂMICOS	25
2.6	CARACTERÍSTICAS DOS TIJOLOS CERÂMICOS	26
2.7	ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO TIJOLO CERÂMICO DE VEDAÇÃO	26
2.8	DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES – DIMENSÕES EFETIVAS.....	26
2.9	DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS DEMAIS COMPONENTES	28
2.10	DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO (D).....	28
2.11	DETERMINAÇÃO DA ÁREA BRUTA (A_b)	29
2.12	DETERMINAÇÃO DA ÁREA LÍQUIDA ($A_{líq}$).....	29
2.13	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS.....	30
2.14	DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA (m_s).....	30
2.15	DETERMINAÇÃO DA MASSA ÚMIDA (m_u)	31
2.16	ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA ($AA\%$).....	32
2.17	DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS COMPONENTES COM E SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL	32
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	34
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	34
3.2	REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA ESTRUTURADA PARA OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DA PESQUISA	35
3.3	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS TIJOLOS CERÂMICOS	36
3.4	OBTENÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS TIJOLOS.....	36
3.5	MATERIAIS UTILIZADOS E FONTES DE OBTENÇÃO DE AMOSTRAS PARA OS ENSAIOS.....	36

4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1	RESULTADOS REFERENTES À APLICAÇÃO DA ENTREVISTA ESTRUTURADA NAS CERÂMICAS PESQUISADAS	38
4.1.1	Cerâmica “A”	38
4.1.2	Cerâmica “B”.....	40
4.1.3	Cerâmica “C”.....	42
4.1.4	Cerâmica “D”	44
4.2	RESULTADOS DOS ENSAIOS LABORATORIAIS	47
4.3	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	48
4.3.1	Lote - Cerâmica A	49
4.3.2	Lote - Cerâmica B.....	50
4.3.3	Lote – Cerâmica C	51
4.3.4	Lote – Cerâmica D.....	52
4.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS TIJOLOS PESQUISADOS	53
4.4.1	Lote – Cerâmica A.....	54
4.4.2	Lote – Cerâmica B.....	55
4.4.3	Lote – Cerâmica C	56
4.4.4	Lote – Cerâmica D.....	56
4.5	CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (fb).....	57
4.5.1	Lote – Cerâmica A.....	58
4.5.2	Lote – Cerâmica B.....	59
4.5.3	Lote – Cerâmica C	59
4.5.4	Lote – Cerâmica D.....	60
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	61
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXOS	68

1 INTRODUÇÃO

Os tijolos cerâmicos têm um papel fundamental na construção civil, sendo amplamente utilizados como elementos estruturais em diversos tipos de edificações. Por essa razão, é essencial verificar a qualidade desses materiais para garantir sua adequação às exigências das obras, visto que o fator de qualidade está diretamente relacionado ao processo de fabricação e ao cumprimento das normas técnicas vigentes, como a NBR 15270-1:2023. Essa norma estabelece critérios específicos para propriedades físicas e mecânicas, incluindo dimensões, resistência e absorção de água, parâmetros que impactam diretamente a segurança estrutural das construções.

No contexto do Vale do Açu/RN, a produção de tijolos cerâmicos representa uma atividade econômica relevante, desempenhando um papel significativo no desenvolvimento local. No entanto, esse setor pode enfrentar desafios técnicos relacionados à padronização e ao controle de qualidade dos produtos. A ausência de um rigoroso controle sobre as propriedades mecânicas e dimensionais dos tijolos pode resultar em materiais com variações inadequadas, comprometendo a durabilidade, a resistência estrutural e a eficiência construtiva. Além disso, a falta de padronização, segundo Silva e Tamashiro (2023), pode gerar desperdícios de material, retrabalho nas obras e custos adicionais, impactando diretamente a viabilidade econômica dos projetos.

No que concerne à padronização dos tijolos cerâmicos, entende-se como um fator essencial para garantir a segurança estrutural das edificações, pois materiais que seguem normas técnicas permitem maior previsibilidade no desempenho das construções, reduzindo riscos de fissuras, desalinhamentos e falhas estruturais. Além disso, do ponto de vista econômico, a utilização de tijolos padronizados otimiza o consumo de argamassa e reduz a necessidade de ajustes durante a execução da obra, proporcionando maior eficiência e redução de desperdícios. Dessa forma, a padronização não apenas assegura a conformidade com as normas vigentes, mas também impacta diretamente a economia do setor e a longevidade das edificações, promovendo construções mais seguras e sustentáveis (Silva e Tamashiro, 2023).

Dado esse cenário, este trabalho busca avaliar a conformidade de tijolos cerâmicos fabricados na região com as especificações da norma NBR 15270-1:2023, considerando suas propriedades físicas e mecânica. Para isso, serão analisados fatores como absorção de água, resistência à compressão, porosidade e esquadro, além das práticas produtivas adotadas pelas cerâmicas locais. A pesquisa será fundamentada em levantamento bibliográfico, aplicação de

questionários a fabricantes e ensaios laboratoriais de amostras representativas do mercado regional.

Este estudo parte da seguinte questão-problema: Os tijolos cerâmicos fabricados no Vale do Açu/RN atendem às exigências da norma NBR 15270-1:2023, garantindo a qualidade e segurança para sua aplicação em edificações? A relevância deste estudo se dá a partir do ponto de vista acadêmico e técnico, pois contribui para a compreensão das propriedades dos tijolos cerâmicos fabricados no Vale do Açu/RN, em relação a conformidade com as normas de padronização que visam garantir a segurança das construções, minimizando riscos estruturais e aumentando a durabilidade das edificações.

A investigação pretende não apenas identificar possíveis lacunas na produção, mas também propor recomendações que possam contribuir para a melhoria da qualidade do material de estudo, e, além disso, busca ressaltar a importância da padronização como um fator essencial para a segurança estrutural e a otimização dos custos nas construções, promovendo edificações mais seguras e economicamente viáveis.

1.1. Objetivo Geral

Analisar as propriedades físicas e mecânica de tijolos cerâmicos produzidos no Vale do Açu (RN), verificando sua conformidade com a norma ABNT - NBR 15270 e explorando fatores técnicos e operacionais que influenciam a qualidade do produto.

1.1.1. Objetivos Específicos

- Analisar as práticas de controle de qualidade, adesão às exigências de normas regulamentadoras e desafios técnicos e operacionais enfrentados pelas cerâmicas do Vale do Açu (RN) na fabricação de tijolos cerâmicos, através da aplicação do questionário estruturado.
- Avaliar as propriedades físicas dos tijolos cerâmicos considerando densidade, porosidade, absorção de água, cores, acabamentos, dimensões e textura superficial.
- Avaliar a resistência à compressão dos tijolos cerâmicos através do ensaio de resistência à compressão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONCEITO E APLICAÇÕES

Os tijolos cerâmicos são materiais amplamente utilizados na construção civil devido à sua versatilidade, custo acessível e disponibilidade. Eles desempenham funções estruturais e de vedação, sendo classificados em diferentes categorias conforme suas aplicações, como estruturais, de fechamento e decorativos. Segundo Silva et al. (2018), os tipos mais comuns incluem o tijolo comum, fabricado com barro queimado em altas temperaturas, e os blocos cerâmicos furados, conhecidos como tijolo baiano, amplamente utilizados em alvenarias de vedação devido à sua leveza e economia. Outros tipos, como os tijolos laminados e ecológicos, apresentam características diferenciadas, como maior resistência mecânica ou métodos de produção mais sustentáveis.

Para garantir essas características distintas, a fabricação de tijolos cerâmicos segue um processo complexo, que envolve mistura de argila com água, moldagem, secagem e queima em fornos. De acordo com Matuti e Santana (2019), a qualidade final do produto depende diretamente do controle rigoroso em cada etapa, especialmente na queima, cuja temperatura varia entre 650°C e 1200°C, influenciando diretamente a resistência e durabilidade do tijolo. Além disso, a preparação adequada da matéria-prima, com remoção de impurezas e homogeneização da argila, é essencial para evitar falhas estruturais e garantir um produto que atenda às exigências técnicas.

Além do processo de fabricação, a composição mineralógica da matéria-prima utilizada na fabricação também é determinante para a qualidade do tijolo. Euphrosino e Fontanini (2021) destacam que solos arenosos apresentam melhor resistência à compressão, enquanto solos com alto teor de argila podem gerar maior porosidade, comprometendo a absorção de água. Solos lateríticos, comuns em regiões tropicais, são considerados excelentes para a produção de tijolos devido à presença equilibrada de argila e areia.

Apesar da importância desses fatores técnicos, a qualidade dos tijolos cerâmicos no Brasil, no entanto, ainda apresenta índices preocupantes de não conformidade. Segundo Marques e Mendes (2020), cerca de 51,6% dos tijolos avaliados pelo PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) não atendem aos padrões estabelecidos pelas normas técnicas. Essa situação reflete a necessidade de maior adesão às especificações da NBR 15270-1:2023, que regulamenta propriedades dimensionais, físicas e mecânicas dos tijolos cerâmicos, tanto para alvenarias de vedação quanto estruturais. Essa norma possui

caráter obrigatório, visto que serve como referência essencial para garantir a segurança e a durabilidade das edificações.

Dessa forma, a qualidade dos tijolos cerâmicos está intimamente ligada ao controle rigoroso do processo produtivo, à seleção da matéria-prima e à adesão às normas técnicas (Marques; Mendes, 2020). Esses fatores são fundamentais para garantir a segurança e a eficiência dos materiais utilizados na construção civil, especialmente em regiões onde predominam pequenos fabricantes, como o Vale do Açu/RN.

2.2 CONTEXTO PRODUTIVO DOS TIJOLOS CERÂMICOS: DO BRASIL AO VALE DO ASSÚ

O Brasil possui uma das maiores concentrações de indústrias cerâmicas da América Latina, e segundo Macedo et al. (2008), o setor de cerâmica vermelha representa 40% de participação dentro de 1% do que o setor da construção civil contribui para o PIB. Segundo levantamento da Associação Nacional de Indústria Cerâmica (ANICER), o setor industrial ceramista representa 4,8% das indústrias de construção civil. Em 2009, Silva (2021) aborda que produtos cerâmicos eram majoritariamente constitutivos das alvenarias e coberturas construídas nacionalmente, e pôde-se registrar uma produção e consumo de 76 bilhões de tijolos cerâmicos, resultando em uma média de 384 peças por habitante. A região Sul foi a maior consumidora, com um consumo de 657 peças por habitante.

A produção de tijolos cerâmicos no Brasil apresenta uma grande variação regional, com destaque para o potencial de produção ceramista nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, que contam com grande concentração de fábricas de alta performance. Por outro lado, o Norte e o Nordeste são regiões que enfrentam desafios específicos devido às condições climáticas e à disponibilidade de matéria-prima, e apesar de sua crescente participação, ainda possui um número considerável de pequenas e médias empresas, muitas vezes com tecnologias mais simples.

De acordo com Medeiros et al. (2014, p. 38),

Em termos de número de empresas existentes, destacam-se: São Paulo (25,23%), Minas Gerais (12,85%), Rio Grande do Sul (11,44%), Santa Catarina (9,52%), e Paraná (9,06%). Com relação ao Nordeste, a concentração da distribuição espacial está dada entre os Estados do Ceará, Bahia e Pernambuco, vindo em seguida os Estados do Rio Grande do Norte, Maranhão e Piauí.

A produção de tijolos no Nordeste enfrenta desafios adicionais, como a escassez de água e as condições climáticas adversas, o que influencia diretamente a qualidade do produto. Nessa

região geralmente predomina pequenas e médias empresas, e desse modo, o processo de fabricação tende a ser mais tradicional. Essas variações nos processos podem resultar em tijolos de diferentes qualidades, como observado por Araújo et al. (2015), que destacam a importância da homogeneização das matérias-primas e do controle rigoroso das condições de secagem e queima para garantir a uniformidade dos produtos. A falta de tecnologias mais avançadas nessas regiões pode levar a problemas como a variação nas dimensões dos tijolos e a resistência mecânica insuficiente, comprometendo a qualidade final da construção.

A indústria ceramista no Brasil tem se aprimorado continuamente em termos de qualidade e conformidade normativa, onde podemos ver a atuação da Associação Nacional da Indústria Cerâmica - ANICER (2025) no Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). Desde 1999, a entidade participa ativamente do Programa Setorial da Qualidade dos Blocos Cerâmicos (PSQ-BC), o qual se tornou um critério fundamental para fornecimento ao Programa Habitacional Minha Casa Minha Vida, um programa social oferecido pela União. A certificação no PSQ-BC não apenas viabiliza o acesso ao mercado governamental, mas também fortalece a competitividade das empresas ao assegurar um padrão elevado de qualidade.

Conforme relatório setorial de janeiro de 2025, é exposto que, no estado do Rio Grande do Norte especificamente, há apenas uma cerâmica qualificada no Vale do Açu, responsável pela produção de blocos cerâmicos estruturais e de vedação, além de outra empresa distribuída no estado que fabrica tijolos estruturais. O documento pondera ainda que há duas empresas em processo de monitoramento e acompanhamento, participando de atividades modulares que visam sua adequação às normas (ANICER, 2025).

O combate à não conformidade tem sido uma prioridade da ANICER (2025), com ações iniciadas no segundo semestre de 2024 para identificar produtos em desacordo com a norma ABNT NBR 15.270 (blocos cerâmicos), e para isso, foram realizados levantamentos também em outros estados como Bahia, Goiás, Paraná, Pará e Minas Gerais, onde houve denúncias sobre a comercialização de produtos não conformes. Além disso, a ANICER promove constantemente palestras, seminários e visitas técnicas para incentivar a adesão ao PSQ-BC e garantir um maior número de empresas qualificadas, reduzindo assim a incidência de produtos fora dos padrões normativos.

A certificação não apenas garante maior segurança e economia ao consumidor, mas também evita prejuízos causados pelo uso de materiais inadequados, que muitas vezes demandam adaptações no canteiro de obras. Dessa forma, o fortalecimento do setor cerâmico

brasileiro está diretamente ligado à qualificação das empresas e à fiscalização rigorosa da conformidade dos produtos disponíveis no mercado.

O 51º Encontro Nacional da Indústria de Cerâmica Vermelha que ocorreu no ano de 2024, contou com a participação de empresários ceramistas do Rio Grande do Norte, onde 15 cerâmicas potiguaras receberam o Certificado de Associado Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER). Essa certificação representa um passo importante para a adesão ao Programa Setorial da Qualidade (PSQ), embora não signifique a conclusão do processo de qualificação. Dentre as empresas certificadas, seis estão situadas no Vale do Açu, evidenciando a relevância dessa região na produção cerâmica do estado (FIERN, 2024).

A região do Vale do Açu, localizada no oeste do estado do Rio Grande do Norte, é composta pelos municípios de Alto do Rodrigues, Açu, Carnaubais, Ipanguaçu, Itajá, Jucurutu, Pendências, Porto do Mangue e São Rafael, com uma extensão territorial de aproximadamente 4.756 km² e uma população estimada em 143.127 habitantes de acordo com Censo do IBGE de 2022 (2022). A região destaca-se por suas riquezas naturais e sua importância econômica no contexto nordestino, além disso, abriga as maiores reservas de água doce do estado, além de solos férteis e um estoque mineral diversificado, ainda pouco explorado (Lima e Oliveira, 2018).

O Vale do Açu possui relevância na produção cerâmica, especialmente na fabricação de blocos de vedação e telhas, os quais segundo Lima e Oliveira (2018), são distribuídos tanto no mercado local quanto em cidades vizinhas, como Mossoró, e, em menor escala, em outros estados, principalmente por cerâmicas de médio porte. A indústria cerâmica da região está concentrada, sobretudo, nos municípios de Assú e Itajá, que juntos respondem por cerca de 75% das cerâmicas do Vale, tendo como produtos mais comuns telhas e blocos de vedação (9x19x19), além de blocos estruturais e lajotas, reforçando a importância da região na cadeia produtiva da construção civil (Lima e Oliveira, 2018).

2.2.1. Fornos utilizados pela Indústria Ceramista do Vale do Açu

O tipo de forno utilizado para a queima dos tijolos varia significativamente de uma região para outra. Na região potiguar, especialmente no Vale do Açu, os fornos mais comuns são os fornos Paulistinha do tipo intermitente, que segundo Sales et al (2012, p. 892), “consome grande quantidade de lenha, e hoje já é considerado obsoleto, ou seja, aumenta o aquecimento global, como também gera uma maior quantidade de cinza e produz produtos de menor qualidade”. O forno Paulistinha é um dos mais comuns, e é uma categoria de forno intermitente

de chama descendente ou inversa, o qual pode ter formato circular ou com múltiplas chaminés, dependendo da configuração específica. Entre suas vantagens, destaca-se a presença de chaminé, o que possibilita o controle das emissões gasosas, além da facilidade de operação e baixo custo de manutenção. Todavia, conforme Galdino (2014), o forno Paulistinha apresenta desvantagens significativas, como o alto consumo de lenha, demandando cerca de 1,5 m³ para cada mil blocos (ou milheiro) produzidos. Além disso, a distribuição térmica no interior do forno é deficiente, e a elevada perda térmica também é um fator limitante da eficiência do processo.

Mais recentemente, podemos ver a inserção dos fornos semi-contínuos tipo Câmara, também conhecidos como CEDAN, sendo esse uma variação do forno Hoffmann, o qual é estruturado em múltiplas câmaras interligadas permitindo um maior aproveitamento do calor entre elas. Galdino (2014) aponta que a diferença entre esse tipo de forno CEDAN e o Hoffmann, se dá por causa da forma de convecção térmica, no qual o CEDAN consegue manter uma zona de fogo móvel e uma carga fixa que impacta na eficiência do processo de queima. No Vale do Açu, esse modelo é amplamente utilizado na produção cerâmica, visto que sua capacidade produtiva é elevada, atingindo cerca de 55.000 materiais cerâmicos por dia, segundo Galdino (2014).

De acordo com Brito (2011), a tecnologia desse forno permite uma significativa economia no uso de lenha, sendo compostos por um conjunto de 12 a 16 câmaras interligadas, que facilitam a transferência e o reaproveitamento do calor e dos gases da combustão. Esse sistema melhora a eficiência térmica e reduz o tempo total necessário para a produção das peças cerâmicas, tornando o processo mais dinâmico e produtivo. Brito (2011) afirma que a principal vantagem desse forno está na redução do consumo energético, devido ao melhor aproveitamento do calor residual entre as câmaras, e permite um fluxo de produção mais eficiente. No entanto, como os demais fornos do tipo Câmara, ele exige mão de obra qualificada para operação e uma produção contínua para garantir sua eficiência energética.

Além desses, é possível encontrar também o forno Caipira, que é um tipo de forno intermitente de chama direta, caracterizado por um design rudimentar e aberto, sem cobertura. Entre as vantagens do forno Caipira, destacam-se sua operação simples, manutenção de baixo custo e um ciclo rápido de queima, que varia entre 36 e 48 horas. No entanto, ele apresenta significativas desvantagens, como a ausência de chaminé, resultando em emissões descontroladas de gases, além disso, o forno possui baixa eficiência térmica. (Galdino, 2014).

No geral, em cerâmicas de pequeno e médio porte, não só no Rio Grande do Norte como especialmente no Nordeste, a aderência aos fornos intermitentes ainda é comum. Esses fornos

funcionam em ciclos, com períodos de queima seguidos de períodos de resfriamento. Embora mais simples e econômicos, os fornos intermitentes podem apresentar dificuldades no controle da temperatura, o que pode levar a variações na qualidade do produto, como defeitos de queima e perda de material (Silva, 2021). Além disso, a temperatura de queima deve ser rigorosamente controlada, uma vez que ela influencia diretamente a resistência dos tijolos e a sua absorção de água, como ressaltado por Nascimento (2002).

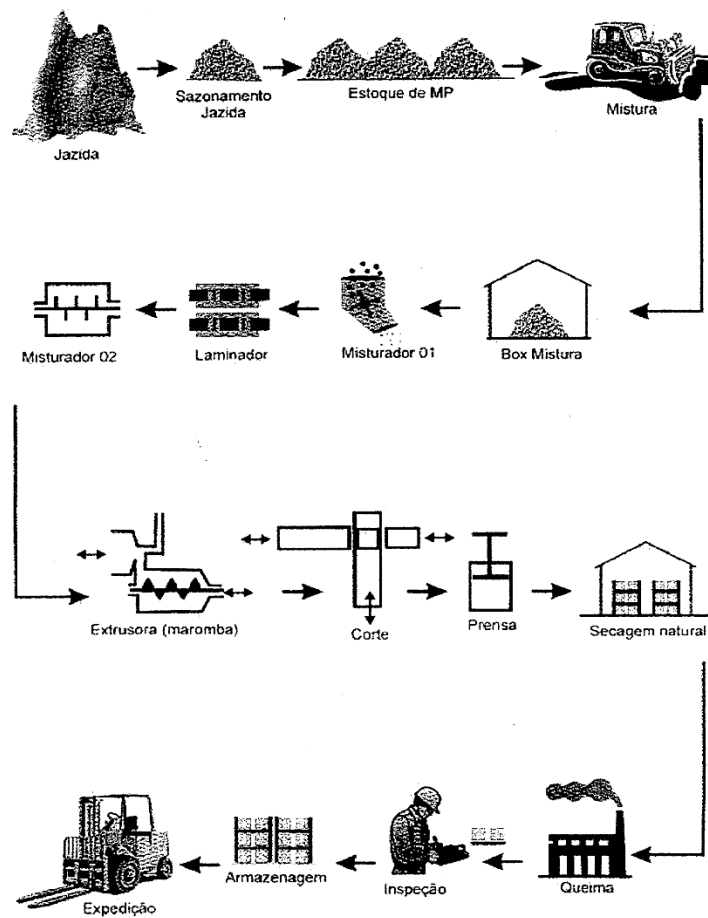
2.3. CARACTERÍSTICAS DOS TIJOLOS CERÂMICOS

As características dos materiais cerâmicos dependem diretamente das matérias-primas empregadas e da microestrutura final obtida, de maneira que englobam substâncias inorgânicas e não metálicas, que normalmente passam por um processo de tratamento térmico em altas temperaturas para sua conformação. Conforme Brito (2016), é essencial compreender e gerenciar as propriedades fundamentais dos materiais como também de todo o processo de fabricação a fim de garantir o controle das propriedades do produto.

Nesse contexto, segundo Gonçalves (2003), a composição dos tijolos cerâmicos é baseada principalmente na argila, uma matéria-prima que pode ser enriquecida com outros minerais, como calcário, areia e sílica, para ajustar propriedades específicas, como a resistência mecânica e a absorção de água. A argila, em sua composição mineral, deve apresentar uma boa relação entre plasticidade, refratariedade e estabilidade térmica, e a interação entre os seus componentes e outros aditivos durante o processo de queima, vai influenciar na resistência mecânica, na absorção de água e outras propriedades. É importante haver um controle rigoroso da matéria-prima e de seu manuseio, seguindo os padrões exigidos pela indústria da construção e as normas reguladoras vigentes.

Assim, a fabricação de tijolos cerâmicos envolve algumas etapas essenciais, conforme pode ser visto no fluxograma abaixo:

Figura 01 – Fluxograma de processo produtivo de cerâmica vermelha



Fonte: Mafra, 1999, p. 97

Conforme o processo produtivo da cerâmica descrito por Mafra (1999), a fase inicial consiste na extração da matéria-prima que envolve primeiramente, o estudo da jazida para avaliar a composição, volume e viabilidade comercial da argila. Após essa análise, ocorre a extração da argila, que em seguida passa por um período de sazonalamento, no qual é deixada em repouso para melhorar suas propriedades físicas e químicas, tornando-se mais adequada para o processamento.

Na fase de preparação da matéria-prima, Mafra (1999) expõe que a argila passa pelo laminador para reduzir o tamanho dos torrões, e por conseguinte segue para o misturador, que promove a homogeneização do material, podendo incluir a adição de água para atingir a plasticidade ideal. Em seguida, o desintegrador reduz ainda mais as partículas, e o dosador controla a quantidade de argila utilizada nas próximas fases da produção.

Ao chegar na parte da conformação mecânica, a argila preparada é moldada por meio da extrusora, também chamada de maromba, que confere um formato contínuo e uniforme ao

material. Posteriormente, ocorre o corte, no qual os blocos de cerâmica são separados no tamanho desejado, e em alguns casos utiliza-se a prensa para compactar os tijolos, garantindo resistência e uma forma adequada para o processo de secagem e queima.

A etapa de processamento térmico é crucial para conferir as propriedades finais aos produtos cerâmicos. Mafra (1999) explica que inicialmente, os tijolos passam pelo processo de secagem, onde a umidade residual é removida gradualmente para evitar rachaduras durante a queima. Depois disso, são levados ao forno para a queima, que ocorre em altas temperaturas, promovendo a vitrificação da argila e aumentando a resistência do material, além de reduzir sua absorção de água.

Por fim, na etapa de expedição, os produtos passam por inspeção para garantir que atendem aos padrões de qualidade exigidos. Após essa verificação, são armazenados de forma organizada para facilitar o transporte e a distribuição. O processo se conclui com a expedição, onde os tijolos são enviados para o mercado e os clientes finais. Esse conjunto de etapas garante que os produtos cerâmicos possuam durabilidade, resistência e qualidade adequadas para sua aplicação na construção civil.

2.4. REGULAMENTAÇÃO NORMATIVA E REQUISITOS GERAIS DO TIJOLO CERÂMICO

A regulamentação da qualidade dos tijolos cerâmicos de construção é fundamental para assegurar a segurança e a eficiência dos projetos de construção. No Brasil, a principal norma que estabelece os requisitos técnicos para os tijolos cerâmicos é a ABNT NBR 15270 de 2023, que aborda os requisitos para os tijolos de vedação e os blocos cerâmicos, incluindo suas propriedades físicas e mecânicas. A NBR define os padrões dimensionais e as propriedades dos tijolos cerâmicos, como resistência à compressão, absorção de água, e as tolerâncias dimensional e de acabamento. Essa norma também especifica as exigências quanto à homogeneidade, uniformidade de cor, e a quantidade máxima de defeitos permitidos, garantindo que os tijolos sejam adequados para uso na construção civil. Além disso, a ABNT NBR 15270:2023 contempla aspectos como segurança e durabilidade, estabelecendo parâmetros para garantir que o produto não comprometa a integridade das obras.

A Parte 1 da norma, estabelece critérios técnicos para tijolos cerâmicos utilizados em alvenaria, abrangendo tanto aplicações estruturais quanto não estruturais, a fim de definir os requisitos dimensionais, bem como propriedades físicas e mecânicas que garantem a qualidade e a segurança dos componentes cerâmicos empregados na construção civil. Além disso, a norma

determina os procedimentos necessários para verificação e aceitação desses materiais antes de sua utilização em obras.

Para assegurar a rastreabilidade e a conformidade dos produtos, a norma exige que cada componente possua identificação gravada em baixo relevo ou reentrância em uma de suas faces externas, com caracteres de, no mínimo, 5 mm de altura, em que incluam as seguintes informações obrigatórias:

- a) identificação do fabricante:
 - CNPJ;
 - Razão social ou nome fantasia;
 - b) dimensões nominais, em centímetros, na sequência largura (L), altura (H) e comprimento (C), na forma (L × H × C), podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida, em centímetros;
 - c) indicação de rastreabilidade: lote ou data de fabricação;
 - d) para componentes da classe EST, as letras EST (indicativas de sua condição estrutural) após a indicação das dimensões nominais.
- (ABNT, 2023, p. 11)

A norma especifica que os blocos e tijolos cerâmicos devem ser fabricados a partir da conformação plástica de matéria-prima argilosa, podendo ser acrescida de aditivos e submetidos a sinterização em altas temperaturas para garantir resistência e durabilidade.

2.4.1 Classes de Comercialização

A Norma define a classificação dos blocos e tijolos cerâmicos conforme sua aplicação na construção civil, os quais são comercializados de acordo com sua função, respeitando os requisitos técnicos estabelecidos. Para fins comerciais, a unidade é o padrão de venda adotado para tijolos cerâmicos. As categorias principais de classificação são:

- VED (Vedação): Indica que o componente deve ser utilizado exclusivamente sem função estrutural. Dentro dessa categoria, há duas subcategorias: VED15 e VED40, que se diferenciam pela resistência mínima do material.
- BFS (Bloco de Fixação Superior): Destinado à ligação da alvenaria com elementos estruturais, auxiliando na fixação da estrutura.
- EST (Estrutural): Aplicado em construções que exigem suporte de cargas. Os blocos dessa categoria podem ser classificados como EST40, EST60, EST80, entre outras variações, de acordo com sua resistência. (ABNT, 2023)

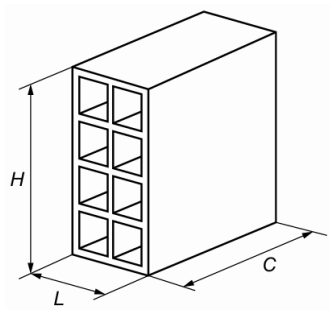
Os números que acompanham as classificações, como 15, 40, 60 e 80, referem-se à resistência mínima do componente, expressa em quilogramas-força por centímetro quadrado

(kgf/cm²). Para referência, 1 kgf/cm² equivale a aproximadamente 0,1 MPa. Antes da comercialização, cada lote de blocos e tijolos cerâmicos deve passar por ensaios laboratoriais para determinar sua resistência mecânica. Os resultados dessa avaliação devem ser registrados no documento de entrega, garantindo que os produtos atendam às normas de qualidade exigidas.

2.5 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DOS TIJOLOS CERÂMICOS

Os blocos e tijolos cerâmicos devem apresentar a forma de prisma reto, conforme os esquemas ilustrativos disponíveis nas figuras abaixo e os parâmetros estabelecidos na tabela a seguir.

Figura 02 – Tijolo sem função estrutural com vazados na horizontal



Fonte: ABNT, 2023.

As dimensões nominais desses componentes são padronizadas e especificadas nas Tabelas 3 a 6 da ABNT (2023), garantindo uniformidade na fabricação e aplicação na construção civil.

Figura 03 – Tabela de especificação quanto à resistência mínima, absorção de água e geometria

Componentes sem função estrutural em parede vazada, com vazados horizontais					
Classe	f_b mínimo MPa	Absorção d'água %	Geometria		
			Espessura mínima das paredes do bloco ou tijolo mm		Soma mínima das paredes em um mesmo corte transversal [externas e interna(s)] mm
			Externa	Interna	
VED15	1,5	8 a 25	7	Não há	20

Fonte: ABNT, 2023.

2.6 CARACTERÍSTICAS DOS TIJOLOS CERÂMICOS

Os tijolos sem função estrutural e estruturais devem seguir as seguintes especificações geométricas (ABNT, 2023):

- Medidas das faces (largura, altura e comprimento) – dimensões efetivas ou reais;
- Desvio em relação ao esquadro (D);
- Planeza das faces (F);
- Área bruta (A_b) para tijolos perfurados;
- Área líquida (A_{liq}) para tijolos perfurados estruturais.

Os componentes cerâmicos, tanto os sem função estrutural quanto os estruturais, devem atender às seguintes propriedades físicas:

- Massa seca (ms): conforme Anexo B – ABNT NBR 15270-2:2023;
- Índice de absorção d'água (AA): conforme Anexo B – ABNT NBR 15270-2:2023;
- Índice de absorção inicial (AAI): conforme Anexo D – ABNT NBR 15270-2:2023.

2.7 ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO DO TIJOLO CERÂMICO DE VEDAÇÃO

A Parte 2 da norma estabelece os métodos para a execução dos ensaios em blocos e tijolos cerâmicos, sejam eles com ou sem função estrutural. Para garantir a precisão dos testes, os corpos de prova devem ser recebidos e identificados corretamente, assegurando um rastreamento adequado, além disso, é necessário que estejam limpos e livres de impurezas, e que eventuais rebarbas sejam removidas para evitar interferências nos resultados. Após essa preparação, os corpos de prova devem ser armazenados em um ambiente protegido, preservando suas características originais até a realização dos ensaios. Esse processo padronizado assegura a confiabilidade na avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos blocos e tijolos cerâmicos.

2.8 DETERMINAÇÃO DAS MEDIDAS DAS FACES – DIMENSÕES EFETIVAS

Para determinar as dimensões efetivas dos blocos e tijolos cerâmicos, os componentes devem ser posicionados sobre uma superfície plana e rígida, garantindo precisão nas medições. A largura (L), altura (H) e comprimento (C) devem ser obtidos por meio de medições realizadas nos pontos indicados nas figuras de referência.

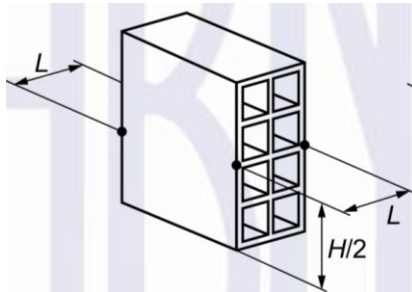
Figura 04 – Tabela de determinação das características geométricas: sumário dos métodos de ensaio

Tabela 1 – Determinação das características geométricas – Sumário dos métodos de ensaio				
Determinações	N ^a	I ^b	Anexos	Componentes
Valores das dimensões das faces – Dimensões efetivas	X		A	◊
Espessura dos septos e paredes externas do componente	X			◊
Desvio em relação ao esquadro	X			◊
Planeza das faces	X			◊
Área bruta	X			◊
Área líquida		X		•
^a Determinação mandatória.				
^b Determinação opcional.				
Legenda				
◊ obrigatório para avaliação de conformidade				
• não obrigatório para avaliação de conformidade				

Fonte: ABNT, 2023.

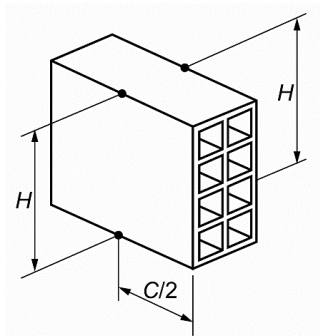
Em laboratório, preconiza-se a medição deve através de um paquímetro para maior exatidão, enquanto em obras é permitido o uso de régua metálica. De acordo com a norma, Tijolos VED devem ter uma tolerância individual (largura, altura e comprimento) de $\pm 5,0$ mm, na média $\pm 3,0$ mm. Além disso, se o componente apresentar ranhuras, as medições das faces devem ser feitas considerando a parte interna dessas ranhuras, garantindo um resultado mais fiel às dimensões reais do material. Caso seja necessário realizar ensaios em contraprovas, estas devem ser conduzidas exclusivamente em laboratório.

Figura 05a – Locais para medições da largura (L) do componente



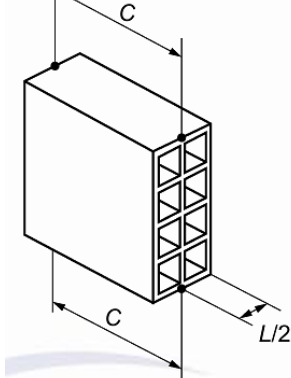
Fonte: ABNT, 2023.

Figura 05b – Locais para medições da altura (H) do componente



Fonte: ABNT, 2023.

Figura 05c – Locais para medições do comprimento (C) do componente

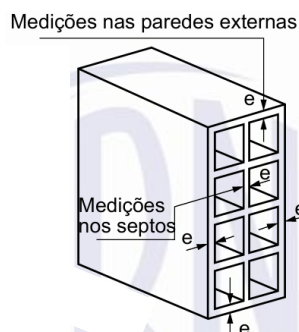


Fonte: ABNT, 2023.

2.9 DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES EXTERNAS E SEPTOS DOS DEMAIS COMPONENTES

Para determinar a espessura das paredes externas e septos dos blocos cerâmicos, os corpos de prova devem ser posicionados sobre uma superfície plana e rígida, garantindo estabilidade durante a medição, e as medidas devem ser feitas como mostrado no esquema abaixo, especificamente para tijolos com furos na horizontal.

Figura 06 – Posições esquemáticas para as medições da espessura das paredes externas e septos



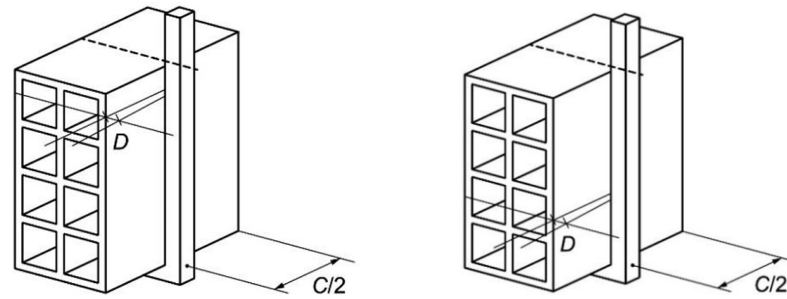
Fonte: ABNT, 2023.

Nos tijolos com furos na horizontal, como os da classe VED15, as medições devem ser feitas na região central, com pelo menos duas medições no sentido da largura nominal, também buscando os septos de menor espessura, “devendo esta soma ser sempre maior ou igual a 20 mm, sem tolerância para o valor mínimo da soma” (ABNT, 2023, p. 22). Caso o componente possua ranhuras, as medições devem ser realizadas considerando a parte interna dessas ranhuras, garantindo maior precisão nos resultados, de maneira que sempre que seja possível, primar por corpos de prova que apresentem aspecto adequado para manuseio.

2.10 DETERMINAÇÃO DO DESVIO EM RELAÇÃO AO ESQUADRO (D)

Para determinar o desvio em relação ao esquadro (D), os corpos de prova devem ser posicionados sobre uma superfície plana e rígida, garantindo que não haja deformações durante a medição. O desvio deve ser verificado nas faces destinadas ao assentamento e na maior face destinada ao revestimento do componente, utilizando um esquadro metálico e uma régua metálica para realizar a medição, conforme indicado no esquema abaixo.

Figura 07 – Desvio em relação ao esquadro – Representação esquemática



Fonte: ABNT, 2023.

A medição deve ser feita em ambas as faces, identificando a maior diferença, e o valor adotado deve ser o maior desvio encontrado, considerando sempre números absolutos. Ao aferir o desvio em relação ao esquadro, deve atentar-se que o máximo tolerado é de 3,0 mm.

2.11 DETERMINAÇÃO DA ÁREA BRUTA (A_b)

Para calcular a área bruta do componente, deve-se medir sua largura (L), altura (H) e comprimento (C), conforme as diretrizes da norma. A área bruta é obtida pela multiplicação da largura pelo comprimento ($A_b = L \times C$) e é expressa em milímetros quadrados (mm^2).

2.12 DETERMINAÇÃO DA ÁREA LÍQUIDA ($A_{líq}$)

O procedimento para determinação da área líquida envolve os seguintes passos:

1. Saturação dos componentes: Após a determinação da área bruta (A_b), os componentes devem ser imersos em água fervente por 2 horas ou em água à temperatura ambiente por 24 horas para atingir a saturação.
2. Medição da massa aparente: Uma vez saturados, os componentes devem ser pesados enquanto ainda estão imersos em água à temperatura de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$. O valor obtido será a massa aparente (m_a).
3. Medição da massa saturada: Em seguida, os componentes são retirados do recipiente, enxugados superficialmente com um pano úmido e pesados imediatamente. O valor obtido será a massa saturada (m_u).
4. Cálculo da área líquida: A área líquida ($A_{líq}$), expressa em centímetros quadrados (cm^2), é determinada pela equação:

$$A_{líq} = \frac{(m_u - m_a)}{\gamma \cdot H} \quad \text{onde:}$$

- A_{liq} é a área líquida, expressa em centímetros quadrados (cm²), com aproximação decimal;
 - m_u é a massa do componente saturado, expressa em gramas (g);
 - $m_{a=}$ é a massa aparente dos blocos ou tijolos perfurados, expressa em gramas (g);
 - $H=$ é a altura do componente, expressa em milímetros (mm);
 - $y=$ é a massa específica d'água, considerada igual a 10⁻³, expressa em gramas por milímetro cúbico (g/mm³).
- (ABNT, 2023, p. 12)

Esse processo assegura que a área líquida seja corretamente determinada, levando em conta as características do material e sua capacidade de absorção de água.

2.13 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

A determinação das características físicas dos componentes consiste na medição da massa seca e do índice de absorção de água (AA). A massa seca é obtida após a remoção completa da umidade do componente, geralmente por secagem em estufa até atingir peso constante, já o índice de absorção de água é calculado comparando a massa seca com a massa do componente após a saturação em água, sendo expresso em porcentagem.

Figura 08 – Determinação das características físicas e mecânicas

Determinações	N ^a	I ^b	Anexos	Componentes
Massa seca	X		B	•
Índice de absorção d'água (AA)	X			◊
Resistência à compressão dos componentes com e sem função estrutural	X		C	◊
Índice de absorção inicial (AAI)	X		D	•
Eflorescência		X	E	•
Determinação da densidade aparente do material do componente		X	F	•
^a Determinação mandatória. ^b Determinação opcional.				
Legenda ◊ obrigatório para avaliação de conformidade • não obrigatório para avaliação de conformidade				

Fonte: ABNT, 2023.

2.14 DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA (ms)

A determinação da massa seca de um corpo de prova envolve um processo cuidadoso para garantir a remoção completa da umidade presente no material. Inicialmente, o corpo de prova deve estar livre de poeira e partículas soltas, o que assegura que apenas sua composição

estrutural seja considerada na medição, e em seguida, o material é submetido a um processo de secagem em estufa, mantida a uma temperatura de 105 ± 5 °C.

O tempo de permanência na estufa é determinado pela estabilização da massa, ou seja, quando duas pesagens consecutivas, realizadas com um intervalo mínimo de 1h, apresentam uma variação máxima de 0,25% entre si. Após essa estabilização, registra-se a massa seca (m_s) do corpo de prova, expressa em gramas (g). Esse procedimento é essencial para garantir que os resultados das análises subsequentes sejam precisos e confiáveis, eliminando a influência da umidade residual no material.

2.15 DETERMINAÇÃO DA MASSA ÚMIDA (μ)

Após a obtenção da massa seca (m_s), inicia-se o processo de saturação do corpo de prova, com o objetivo de determinar sua massa úmida (μ). Para isso, os corpos de prova são imersos em um recipiente adequado, contendo água à temperatura ambiente, em volume suficiente para garantir sua completa submersão. O sistema é então gradualmente aquecido até que a água atinja o ponto de ebulição, em que os corpos de prova permanecem completamente imersos por um período de 2h, sendo necessário repor a água que eventualmente se evapora, de modo a manter a imersão constante. Como alternativa a esse método, pode-se realizar a saturação por imersão em água à temperatura ambiente durante 24 horas. Em casos de divergência entre os resultados obtidos pelas duas abordagens, prevalece aquele obtido pelo método da água fervente.

Após o período de imersão em água quente, o resfriamento dos corpos de prova ocorre gradualmente, por meio da substituição lenta da água quente do recipiente por água à temperatura ambiente. Assim que a temperatura do meio se estabiliza, os corpos de prova são removidos e colocados sobre uma superfície apropriada, permitindo o escoamento do excesso de água. A remoção da umidade superficial residual é feita utilizando-se um pano limpo e úmido. Para garantir a precisão da medição, o tempo entre essa secagem superficial e a pesagem final não deve ultrapassar 15 minutos. Por fim, a massa úmida é determinada pela pesagem dos corpos de prova saturados, sendo os valores obtidos expressos em gramas.

2.16 ÍNDICE DE ABSORÇÃO D'ÁGUA (AA%)

O índice de absorção d'água (AA) de cada corpo de prova deve ser determinado pela seguinte equação:

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

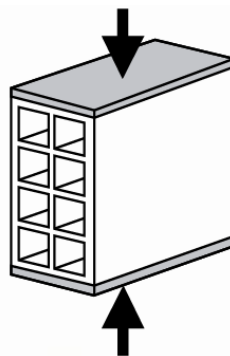
onde

m_u e m_s representam a massa úmida e a massa seca de cada corpo de prova, respectivamente, expressas em gramas (g).

2.17 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS COMPONENTES COM E SEM FUNÇÃO ESTRUTURAL

A resistência à compressão dos componentes é determinada por meio de um ensaio específico, utilizando uma aparelhagem adequada: uma máquina universal de ensaios, que deve atender a uma série de requisitos técnicos. Essa máquina deve possuir um dispositivo que assegure a distribuição uniforme da carga aplicada sobre o corpo de prova, além de ser equipada com dois pratos de apoio de aço, sendo um deles articulado, que atuará sobre a face superior do componente. Caso os pratos não sejam suficientemente grandes para cobrir toda a superfície do corpo de prova, deve-se utilizar uma placa de aço ou viga metálica rígida entre os pratos e o corpo de prova, garantindo uma distribuição homogênea da força aplicada, conforme mostra na Figura 11 a seguir.

Figura 09 – Compressão axial de componentes



Fonte: ABNT, 2023.

As superfícies planas dos pratos e das placas de apoio devem manter um nível de regularidade adequado, sem apresentar desníveis superiores a 8×10^{-2} mm para cada 400 mm. Além disso, as placas monolíticas de aço devem ter uma espessura mínima de 50 mm, mas caso sejam empregadas placas mais espessas, seus resultados devem prevalecer.

A máquina universal utilizada no ensaio deve estar em conformidade com as normas estabelecidas, garantindo que a leitura das cargas seja feita com uma precisão de $\pm 2\%$ da carga de ruptura, permitindo também que a transmissão da carga ocorra de maneira progressiva e sem impactos bruscos. O dispositivo de medição deve possuir mínima interferência de inércia, atritos ou folgas mecânicas, evitando distorções nos resultados obtidos. Além da máquina universal, o ensaio requer o uso de uma lima chata, que consiste em uma ferramenta utilizada para ajustes ou verificações quando necessário.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Figura 10 – Fluxograma das etapas de realização do trabalho



Fonte: Acervo pessoal

3.1 TIPO DE PESQUISA

Optou-se por realizar um estudo de caráter exploratório numa abordagem qualitativa e quantitativa para avaliar as propriedades físicas e mecânicas dos tijolos cerâmicos fabricados na região do Vale do Açu/RN, verificando sua conformidade com as normas regulamentadoras. A pesquisa busca compreender como os processos produtivos e o controle de qualidade adotados pelas cerâmicas locais impactam as características técnicas dos tijolos, bem como identificar possíveis desafios na produção que possam comprometer a aderência aos padrões normativos.

Entende-se por pesquisa uma ação sistematizada que tem como ponto de partida um questionamento, a fim de explorar e construir novos conhecimentos. Nessa perspectiva, Andrade (2001, p. 121) explana que "Pesquisa é o conjunto de procedimentos sistemáticos,

baseado no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para problemas propostos, mediante a utilização de métodos científicos".

3.2 REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA ESTRUTURADA PARA OBTENÇÃO DOS PARÂMETROS QUALITATIVOS E QUANTITATIVOS DA PESQUISA

Foi realizada uma entrevista estruturada envolvendo 4 cerâmicas da região do Vale do Açu, que atuaram como unidades representativas do setor produtivo local. Nessa entrevista (Anexo 01), foram abordados aspectos essenciais da fabricação dos tijolos, incluindo a capacidade produtiva, identificando a média diária de produção e os tipos de tijolos fabricados. Foi analisada a matéria-prima utilizada, investigando a origem da argila, possíveis tratamentos antes da moldagem e eventuais substituições ou ajustes na composição para otimização das propriedades do produto.

Outro ponto central da pesquisa foi o processo produtivo, considerando as principais etapas, desde a mistura da argila até a queima nos fornos. Para isso, foram avaliados os equipamentos utilizados, como máquinas de prensagem e tipos de fornos, além dos métodos de secagem adotados. Também foi verificado se houve calibração periódica dos equipamentos e monitoramento da temperatura durante a queima, fatores essenciais para garantir uniformidade e resistência aos tijolos.

No que se refere ao controle de qualidade, foram analisadas as práticas adotadas pelos fabricantes para avaliar propriedades físicas e mecânicas dos tijolos. Questões sobre medição de dimensões, resistência à compressão, absorção de água e porosidade permitiram verificar se houve conformidade com os padrões normativos. A entrevista também abordou o nível de conhecimento dos fabricantes sobre a norma NBR 15270:2023, identificando se a seguiram integralmente, parcialmente ou se desconheciam suas diretrizes.

Por fim, a pesquisa buscou entender a percepção dos fabricantes sobre o desempenho dos tijolos no mercado, considerando a durabilidade das obras construídas com esses materiais e possíveis feedbacks de consumidores e construtoras. As informações obtidas foram essenciais para caracterizar os produtos fabricados na região e apontar eventuais desafios técnicos e operacionais enfrentados pelas cerâmicas locais.

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS TIJOLOS CERÂMICOS

Os ensaios de caracterização geométrica e física foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da UFERSA/Campus de Angicos.

A caracterização física dos tijolos cerâmicos foi realizada com base nos parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 15270-1:2023, que define requisitos técnicos essenciais para garantir a qualidade e o desempenho adequado desses materiais na construção civil. Os aspectos avaliados foram:

- Absorção de Água: A capacidade dos tijolos de absorver água será avaliada, estando dentro da faixa especificada de 8% a 25%;
- Dimensões: As medidas dos tijolos cerâmicos são de 190 mm de altura e comprimento, e a largura sendo de 90 mm. O septo externo deve possuir uma espessura de 7 mm, de modo que a soma mínima das paredes deve ser de 20 mm. Além disso, o desvio do esquadro permitido é de até 3 mm.
- Textura Superficial: A textura superficial deve ser adequada, sem apresentar defeitos sistemáticos.

3.4 OBTENÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DOS TIJOLOS

O ensaio de resistência à compressão foi realizado no Laboratório de Tecnologia das Edificações do IFRN/Campus de Mossoró, sendo os valores obtidos com base nos parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 15270-1:2023.

3.5 MATERIAIS UTILIZADOS E FONTES DE OBTENÇÃO DE AMOSTRAS PARA OS ENSAIOS

Para a realização do ensaio, foram utilizadas 6 amostras obtidas de 4 cerâmicas localizadas no Vale do Açu, totalizando um conjunto de 24 blocos, sendo do tipo vedação, com 8 furos na horizontal, classificados com base nas dimensões 9x19x19 cm. A fim de preservar a identidade das empresas fornecedoras, as cerâmicas fornecedoras de amostras foram classificadas e identificadas pelas letras A, B, C e D, sem menção às marcas comerciais.

Figura 11 – Tijolo de vedação 8 furos na horizontal



Fonte: Acervo pessoal

O ensaio foi conduzido de acordo com os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 15270 de 2023, que define os requisitos geométricos e dimensionais para blocos cerâmicos de vedação. As amostras passaram por medições de altura, largura e comprimento, bem como pela verificação da espessura dos septos internos e externos. Além disso, foi avaliado o desvio de esquadro, garantindo que as tolerâncias estipuladas na norma fossem atendidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS REFERENTES À APLICAÇÃO DA ENTREVISTA ESTRUTURADA NAS CERÂMICAS PESQUISADAS

Nesta seção, será realizada uma análise dos dados coletados em 4 cerâmicas do Vale do Açu, comparando processos produtivos, controle de qualidade e conformidade com normas técnicas, especialmente a ABNT NBR 15270-1:2023. A investigação irá expor informações a respeito da preparação da matéria-prima, moldagem, secagem e queima, avaliando o impacto dessas etapas na resistência e durabilidade dos tijolos. O controle de qualidade será analisado a partir das práticas de medição, testes de resistência e absorção de água, identificando fragilidades no acompanhamento técnico.

Além disso, será examinada a capacitação dos trabalhadores e sua influência na melhoria do produto, comparando empresas que investem em treinamento contínuo com aquelas que adotam processos mais informais. A percepção dos clientes sobre a qualidade dos tijolos, os fatores ambientais que impactam o desempenho dos produtos e as estratégias de pós-venda também serão discutidos. Por fim, será avaliado o grau de adesão das cerâmicas às normas técnicas e os efeitos dessa conformidade na competitividade e aceitação dos tijolos no mercado, apontando oportunidades para padronização e melhoria da qualidade na produção cerâmica da região.

4.1.1 Cerâmica “A”

A cerâmica “A” possui uma produção diária de 40 milheiros de tijolos, utilizando como principal matéria-prima a argila local, o que destaca a importância da qualidade e disponibilidade desse material para a continuidade da produção. Antes da moldagem, a argila passa por um tratamento que inclui a mistura com poagem (argila e poagem são respectivamente correspondentes a barro forte e barro fraco), que tem como objetivo melhorar a homogeneização do material, garantindo um melhor desempenho mecânico do produto. Além disso, o balanceamento da mistura é realizado para otimizar as propriedades dos tijolos, evidenciando um controle técnico sobre a composição da matéria-prima.

O processo produtivo da cerâmica segue um fluxo industrializado, incluindo:

- Mistura e homogeneização da argila;
- Moldagem em máquinas de prensa;

- Secagem ao ar livre;
- Queima em forno tradicional a lenha (Câmara/CEDAN).

Figura 12a – Abastecimento de lenha para forno CEDAN



Fonte: Acervo pessoal

Figura 12b – Vista lateral do forno CEDAN



Fonte: Acervo pessoal

A temperatura de queima varia entre 800°C e 900°C, com um tempo de exposição de 12 horas, onde o monitoramento da temperatura durante a queima é feito por termômetro via painel, uma prática essencial para evitar variações que possam comprometer a qualidade dos tijolos. A empresa realiza calibrações periódicas nos equipamentos com frequência semanal ou quinzenal, garantindo a precisão do processo produtivo.

No controle de qualidade, a empresa realiza medição de dimensões e verificação do esquadro dos tijolos, seguindo normas técnicas estabelecidas internamente pelo pessoal da mecânica da empresa, conforme informado. Entretanto, testes essenciais, como resistência à compressão e absorção de água, não são mencionados como parte do controle de qualidade. A cerâmica tem conhecimento parcial sobre a norma ABNT NBR 15270-1:2023, pois a supervisão técnica é realizada por outro encarregado da empresa, no entanto, a equipe recebe treinamentos por meio da consultoria tecnológica em cerâmica da Nova Canaã, o que indica um esforço para qualificar os trabalhadores e melhorar os processos produtivos.

Figura 13 – Coleta de amostras da cerâmica “A”



Fonte: Acervo pessoal

A cerâmica fabrica exclusivamente o tijolo baiano, que consiste no bloco cerâmico de 8 furos. O controle técnico inclui medição de dimensões e verificação do esquadro, mas não há informações sobre testes de absorção de água ou resistência estrutural, elementos cruciais para garantir a qualidade do produto. A cerâmica recebe feedback positivo dos clientes em relação à qualidade dos produtos, por outro lado, aspectos técnicos como durabilidade, absorção de água em alvenarias e resistência estrutural não foram especificados, evidenciando uma lacuna na documentação e avaliação formal desses parâmetros.

4.1.2 Cerâmica “B”

A entrevista foi realizada in loco com o sócio-gerente da Cerâmica “B”, uma empresa de médio porte localizada no Vale do Açu, que possui uma produção média diária de 40 milheiros de tijolos, tendo como principal matéria-prima tanto a argila grossa quanto a magra, a fim de equilibrar as características do material. Antes da moldagem, a argila passa por um tratamento que inclui descanso, umedecimento e mistura, garantindo melhor maleabilidade e qualidade no processo produtivo.

O processo de fabricação envolve a moldagem dos tijolos em máquinas de prensa, seguida pela secagem ao ar livre e posteriormente a queima em forno, sendo o forno utilizado do tipo "Paulistinha". A queima ocorre a uma temperatura média de 1000°C, com um tempo de exposição de aproximadamente 36 horas, em que o monitoramento da temperatura é feito por

meio de um medidor e painel de controle. Os lotes de produção são classificados em três categorias de qualidade: primeira, segunda e terceira.

Figura 14a – Vista lateral do forno Paulistinha



Fonte: Acervo pessoal

Figura 14b – Painel medidor do forno



Fonte: Acervo pessoal

Para garantir a qualidade dos produtos, a cerâmica realiza calibração periódica nos equipamentos a cada 15 dias, além disso, diversos testes são aplicados para verificar a qualidade dos tijolos, incluindo medição de dimensões, testes de resistência à compressão, verificação da porosidade e testes de absorção de água. Esses procedimentos seguem as normas técnicas estabelecidas pela ACEVALE (Associação das Cerâmicas do Vale do Açu), e são conduzidos por profissionais treinados em laboratório especializado da própria associação. Em relação a norma ABNT NBR 15270:2023, a empresa explana que possui conhecimento sobre, mas a segue apenas parcialmente.

Os principais tipos de tijolos fabricados são os blocos cerâmicos furados, conhecidos como "tijolos baianos", nos tamanhos 9x19x19 cm e 11,5x19x19 cm. A medição de dimensões e o esquadro são avaliados com equipamentos específicos, enquanto a absorção de água não é medida diretamente, pois a empresa utiliza um medidor de pressão para esse controle. Para reduzir a porosidade e aumentar a resistência dos tijolos, a cerâmica mantém o equilíbrio entre a argila gorda e a argila magra, além de utilizar um marcador de umidade.

A capacitação tanto da equipe gestora quanto dos trabalhadores é uma prioridade para a empresa, de maneira que o treinamento técnico é oferecido por meio da ACEVALE, que disponibiliza profissionais para ministrar cursos e garantir a aplicação de boas práticas. Além

disso, os funcionários recebem orientações sobre segurança do trabalho por meio dos programas PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais) e LTCAT (Laudo Técnico das Condições Ambientais de Trabalho).

Quanto ao desempenho dos tijolos nas construções, o entrevistado relatou que a durabilidade pode ser afetada pelas chuvas e pelo inverno, mas, de modo geral, a resistência estrutural dos blocos é satisfatória. A cerâmica realiza um trabalho ativo de pós-venda, aplicando questionários para coletar o feedback de construtoras e consumidores, permitindo a melhoria contínua dos produtos e serviços.

4.1.3 Cerâmica “C”

A entrevista realizada com o gerente da Cerâmica "C", uma empresa de pequeno porte com 31 anos de atuação no Vale do Açu, permitiu um panorama detalhado sobre os processos produtivos, os métodos de controle de qualidade e a gestão técnica da fábrica de tijolos cerâmicos. A cerâmica tem uma produção média diária de 40 milheiros de tijolos, e um fator interessante, é que a matéria-prima utilizada é a argila extraída de uma jazida própria, o que garante estabilidade no fornecimento e evita oscilações na composição do material.

Antes da moldagem, a argila passa por um tratamento que começa por um descanso com umidade, por um período mínimo de três a quatro dias, para que se tenha uma homogeneização mais eficiente e assim evite a formação de rachaduras nos tijolos durante a secagem e a queima. A fabricação dos tijolos segue um fluxo que abrange a homogeneização da argila, moldagem em máquinas de prensa, secagem em secador mecânico e queima em forno. Diferente de outras cerâmicas que utilizam secagem ao ar livre, o uso de um secador mecânico demonstra uma preocupação com a padronização e a otimização do processo.

A queima ocorre em fornos do tipo “CEDAN”, atingindo temperatura média de 1000°C, com um tempo total de exposição ao calor de 18 horas, consistindo em um período relativamente curto em comparação a outras cerâmicas que podem chegar a 36 horas de queima. O monitoramento da temperatura do forno é feito por um painel Termopar (Figura 15), um recurso tecnológico que permite maior controle da queima e evita perdas por superaquecimento ou resfriamento inadequado. Em relação ao controle dos lotes de queima, é realizado uma datação diária através dos carimbos de relevo.

Figura 15a – Vista lateral do forno CEDAN**Fonte:** Acervo pessoal**Figura 15b** – Parte superior do forno**Fonte:** Acervo pessoal**Figura 16** – Painel Termopar**Fonte:** Acervo pessoal

Os equipamentos utilizados no processo produtivo passam por calibração diária, o que demonstra um compromisso com a precisão e eficiência das máquinas. No entanto, a cerâmica apresenta fragilidades no controle de qualidade, uma vez que realiza apenas a medição de dimensões dos tijolos, sem testes de resistência à compressão, verificação de porosidade ou absorção de água, o que pode representar uma limitação na garantia da qualidade estrutural dos produtos. Apesar de ter conhecimento da norma ABNT NBR 15270:2023, a empresa a segue apenas parcialmente, o que pode impactar sua competitividade no mercado.

Figura 17a – Inserção da matéria-prima na esteira

Fonte: Acervo pessoal

Figura 17b – Moldagem de blocos através da forma

Fonte: Acervo pessoal

Os trabalhadores da cerâmica recebem treinamentos técnicos tanto internos quanto por meio da ACEVALE (Associação das Cerâmicas do Vale do Açu), a fim de reforçar a qualificação da equipe. Além disso, o responsável pela coordenação do processo de fabricação possui o selo PSQ – Programa Setorial de Qualidade, desde 2004, o que atesta a conformidade da empresa com padrões mínimos de qualidade. A cerâmica fabrica exclusivamente tijolos baianos (blocos cerâmicos furados), nos quais a principal estratégia para reduzir a porosidade e aumentar a resistência é a qualidade da argila. Segundo o gerente, 23% da composição da argila utilizada na fabricação dos tijolos é composta de areia, um fator que pode influenciar na resistência mecânica e na absorção de água do material.

Embora a empresa não realize testes de absorção de água, o feedback de construtoras e consumidores indica que a cerâmica está entre as três melhores da região do Vale do Açu. Esse reconhecimento sugere que, apesar das limitações nos testes técnicos, o produto atende às expectativas do mercado em termos de qualidade e desempenho estrutural.

4.1.4 Cerâmica “D”

A entrevista foi cedida por um encarregado da Cerâmica "D", uma empresa de médio porte com 23 anos de atuação no Vale do Açu, que tem uma produção média de 60 a 70 milheiros de tijolos por dia, um volume expressivo dentro do setor. A principal matéria-prima utilizada é a argila local, que passa por um tratamento de adição de poagem e outro tipo de

barro antes da moldagem, para melhorar a consistência da matéria-prima e garantir maior resistência e uniformidade aos tijolos.

Figura 18a - Alimentador Vibratório



Fonte: Acervo pessoal

Figura 18b – Reaproveitamento de resíduos para forno



Fonte: Acervo pessoal

Eles utilizam um Alimentador Vibratório (figura 17a) para alimentar a esteira e ao mesmo tempo homogeneizar os materiais granulados como argila e outros insumos usados na produção de tijolos, pois dessa maneira, é possível controlar a taxa de alimentação do material para o processo seguinte. A empresa adota práticas de reaproveitamento de resíduos de madeira, de modo que, algumas empresas (do setor mobiliário, entre outras), enviam remessas de madeiras não utilizadas resultantes de metralha de obras e restos de móveis.

Apesar de analisar o barro a ser utilizado, a empresa não realiza ajustes ou substituições na composição da argila para otimizar as propriedades dos tijolos, o que pode indicar uma abordagem mais tradicional no processamento da matéria-prima. A fabricação dos tijolos segue um percurso que inclui mistura e homogeneização da argila, moldagem em máquinas de prensa, secagem ao ar livre e queima em forno tradicional a lenha do tipo "paulistinha". A temperatura média do forno é de 1000°C, e o tempo de exposição à queima varia entre 18 e 20 horas, um período adequado para garantir uma boa resistência do material final.

Figura 19a – Forma para moldagem de blocos**Fonte:** Acervo pessoal**Figura 19b** – Painel digital de temperatura**Fonte:** Acervo pessoal

O controle dos lotes de queima é realizado por meio de carimbos diários, classificando os produtos em três categorias: 1ª, 2ª e 3ª, sendo um critério regional comum de qualificação do material, auxiliando na comercialização dos produtos de acordo com sua qualidade. Diferentemente de algumas cerâmicas locais que possuem um controle de qualidade limitado, a cerâmica adota práticas mais rigorosas, realizando medições de dimensão com paquímetro, testes de resistência à compressão, verificação de porosidade e controle de esquadro com o uso de boquilha. No entanto, a absorção de água não é monitorada, o que poderia ser um ponto de melhoria, pois esse fator afeta diretamente a durabilidade e desempenho dos tijolos em alvenarias.

A calibração dos equipamentos é realizada diariamente por meio de um checklist de funcionamento, e a temperatura do forno é monitorada por painel digital, evidenciando uma preocupação com a precisão dos processos. A empresa segue normas técnicas estabelecidas pelo SESI, que conta com um laboratório próprio para testes em tijolos cerâmicos, e faz parte do Programa Setorial de Qualidade (PSQ). A empresa consulta e utiliza orientações da Associação Brasileira de Ceramistas, no entanto, a empresa afirma que desconhece a norma ABNT NBR 15270, e esse fator pode indicar uma oportunidade de aprimoramento e maior padronização da produção. Em relação aos trabalhadores envolvidos na fabricação, estes recebem treinamentos promovidos tanto pela ACEVALE, como também treinamento próprio,

pois conta com profissionais técnicos que promovem palestras internas e formações regulares para aprimorar os conhecimentos dos colaboradores.

A cerâmica produz exclusivamente tijolos baianos, focando na qualidade do material por meio do controle da mistura do barro, do uso de vácuo, vapor de água e da secagem adequada, o que contribui para a redução da porosidade e aumento da resistência dos tijolos. O feedback do mercado é positivo, com elogios à qualidade dos produtos e alta procura pelos tijolos, a ponto de muitos clientes agendarem previamente suas compras, e isso reforça a percepção de que os tijolos apresentam um padrão adequado para as demandas da construção civil na região.

4.2 RESULTADOS DOS ENSAIOS LABORATORIAIS

Nesta seção, são apresentados os resultados dos ensaios laboratoriais realizados com os tijolos cerâmicos obtidos como amostra, produzidos pelas Cerâmicas mencionadas anteriormente. Os testes foram conduzidos com o objetivo de avaliar a conformidade dos materiais em relação aos requisitos da norma ABNT NBR 15270-1:2023 e aos padrões de qualidade exigidos para sua aplicação na construção civil. As análises envolveram a inspeção visual dos componentes, medições das características geométricas, resistência à compressão e absorção de água, de acordo com a parte 2 da norma - Métodos de ensaios (ABNT, 2023).

Na execução dos ensaios de determinação das características geométricas (largura, altura, comprimento, espessura das paredes externas e septos, planeza das faces e desvio em relação ao esquadro) e para o ensaio de determinação da resistência à compressão, adotou-se o critério de amostragem simples, todavia, devido a restrições logísticas, a quantidade de corpos de prova foi reduzida em relação ao recomendado pelas normas: onde exige-se 13 amostras, reduzimos para 6, e, conseqüentemente, o critério de aceitação que previa 2 amostras aprovadas, foi ajustado para 1, enquanto o critério de rejeição, antes estipulado em 5, foi reduzido para 3. Para o ensaio de determinação do índice de absorção de água, a norma estabelece a utilização de 6 corpos de prova, porém, esse número foi reduzido para 3 amostras.

Os ensaios de absorção de água e resistência à compressão característica foram realizados apenas após a aprovação das amostras nos testes iniciais de planeza das faces, desvio em relação ao esquadro e características geométricas, em conformidade com a norma técnica aplicável. Mesmo com essas adaptações, os ensaios foram realizados de forma a garantir a confiabilidade dos resultados e a avaliação da qualidade dos tijolos produzidos.

4.3 CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

A norma estipula que os tijolos devem apresentar as seguintes características geométricas:

Tabela 01 – Requisitos normativos para análises geométricas

CARACTERÍSTICAS	VALORES	TOLERÂNCIAS/REQUISITOS
Altura	190 mm	Tolerância de ± 5 mm (entre 185 mm e 195 mm)
Largura	90 mm	Tolerância de ± 5 mm (entre 85 mm e 95 mm)
Comprimento	190 mm	Tolerância de ± 5 mm (entre 185 mm e 195 mm)
Septo Externo	7 mm	Tolerância mínima de 7 mm para todos os lados (Superior, Esquerdo, Direito, Inferior)
Septo Interno	Não há valor mínimo	Não especificado, mas deve ser medido conforme norma
Soma mínima das paredes e septos no corte transversal	20 mm	Soma mínima das paredes externas e septos deve ser ≥ 20 mm, sem tolerância
Área Bruta	-	Medição conforme dimensões fornecidas
Desvio do Esquadro	-	Tolerância de até 3 mm

Fonte: ABNT, 2023

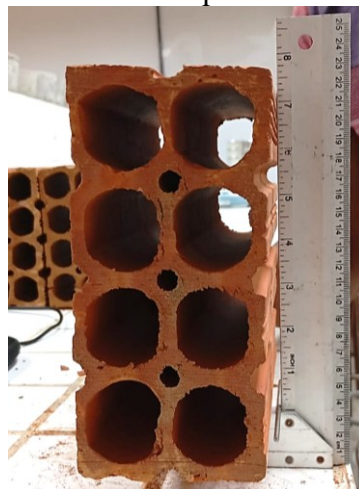
A fase inicial dos testes em laboratório, se deu com a medição dos corpos de prova através de ferramentas como Paquímetro Digital e Esquadro, como mostram as figuras abaixo:

Figura 20a – Medição com Paquímetro Digital



Fonte: Acervo pessoal

Figura 20b – Medição de Desvio do Esquadro



Fonte: Acervo pessoal

4.3.1 Lote - Cerâmica A

A seguir, estão dados coletados das medições dos tijolos cerâmicos especificamente do Lote A:

Tabela 02: Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote A

BLOCO	TIPO	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	COMP. (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	DESVIO DO ESQUADRO
A1	NORMAL	18,20 ✗	8,94 ✓	19,12 ✓	170,93	OK
A2	NORMAL	18,01 ✗	8,96 ✓	19,35 ✓	173,38	OK
A3	NORMAL	18,09 ✗	9,10 ✓	19,20 ✓	174,72	OK
A4	NORMAL	18,68 ✓	9,35 ✓	19,00 ✓	177,65	OK
A5	NORMAL	18,32 ✗	9,34 ✓	19,36 ✓	180,82	OK
A6	NORMAL	18,33 ✗	9,25 ✓	19,28 ✓	178,34	OFF
PARED E S (mm)	PAREDE L (mm)	PAREDE R (mm)	PAREDE I (mm)	SEPTO (mm)	Soma (externa e interna)	
7,72 ✓	7,61 ✓	8,53 ✓	7,84 ✓	7,64	39,34 ✓	
7,67 ✓	8,78 ✓	7,30 ✓	8,25 ✓	7,20	39,20 ✓	
7,83 ✓	9,30 ✓	7,32 ✓	8,15 ✓	6,94	39,54 ✓	
6,36 ✗	6,20 ✗	7,26 ✓	7,04 ✓	5,54	32,40 ✓	
8,70 ✓	6,87 ✗	8,76 ✓	7,03 ✓	6,99	38,35 ✓	
8,68 ✓	7,54 ✓	6,81 ✗	7,09 ✓	7,12	37,24 ✓	

Fonte: Acervo pessoal

Os tijolos A1, A2, A3, A5 e A6, apresentam alturas de fora da tolerância (deveriam estar entre 18,50 cm e 19,50 cm), o que indica a não conformidade com os critérios de altura. Apenas o tijolo A4 está dentro dos limites aceitáveis para a altura. Em relação à largura e comprimento, todos os tijolos estão dentro da tolerância especificada, com valores de largura e comprimento, dentro dos limites de ± 5 mm, logo todos os tijolos são aprovados quanto a essas características.

Em relação aos septos, o A1, A2 e A3 apresentam espessuras das paredes externas de em conformidade com a exigência mínima de 7 mm de tolerância. Os tijolos A4, A5 e A6 apresentam espessuras de paredes externas que variam abaixo do mínimo tolerável. Embora a soma de ambos os tijolos apresentarem conformidade com o mínimo exigido que é 20mm, onde o menor valor é do tijolo A4, com 32,40mm, considera-se esse lote reprovado porque precisaríamos no mínimo de 3 blocos para o mesmo ser rejeitado.

O desvio do esquadro deve ser no máximo de 3 mm, e a respeito disso, todas as amostras apresentaram desvio dentro dos limites, com exceção do tijolo A6.

4.3.2 Lote - Cerâmica B

Os dados apresentados a seguir, foram coletados das medições dos tijolos cerâmicos especificamente do Lote B:

Tabela 03: Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote B

BLOCO	TIPO	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	COMP. (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	DESVIO DO ESQUADRO
B1	NORMAL	18,27 ✗	9,09 ✓	18,62 ✓	169,26	OK
B2	NORMAL	18,25 ✗	9,21 ✓	18,43 ✗	169,74	OK
B3	NORMAL	18,23 ✗	9,17 ✓	18,45 ✗	169,19	OK
B4	NORMAL	18,58 ✓	9,54 ✗	19,07 ✓	181,93	OK
B5	NORMAL	18,62 ✓	9,43 ✓	18,99 ✓	179,08	OK
B6	NORMAL	18,54 ✓	9,01 ✓	19,23 ✓	173,26	OK
PAREDE S (mm)	PAREDE L (mm)	PAREDE R (mm)	PAREDE I (mm)	SEPTO (mm)	Soma (externa e interna)	
7,56 ✓	6,53 ✗	5,34 ✗	5,42 ✗	4,53	29,38 ✓	
7,20 ✓	7,28 ✓	6,24 ✗	6,10 ✗	4,98	31,80 ✓	
6,78 ✗	5,01 ✗	6,53 ✗	7,21 ✓	5,06	30,59 ✓	
5,18 ✗	6,75 ✗	7,42 ✓	6,41 ✗	5,11	30,87 ✓	
8,17 ✓	6,23 ✗	6,34 ✗	7,13 ✓	5,12	32,99 ✓	
5,98 ✗	7,52 ✓	7,46 ✓	7,14 ✓	6,98	35,08 ✓	

Fonte: Acervo pessoal

Os tijolos B1, B2 e B3 apresentam alturas fora da tolerância, indicando não conformidade com os critérios, onde apenas os tijolos B4, B5 e B6 estão dentro dos limites aceitáveis. Em relação à largura, apenas o B4 não está em conformidade, e quanto ao comprimento, os tijolos B2 e B3 não atendem à tolerância especificada, todavia, os tijolos restantes estão com valores dentro dos limites de ± 5 mm, e, portanto, são aprovados quanto a essas características.

Quanto às espessuras das paredes e septos, todos os tijolos apresentaram paredes externas com espessuras variáveis, que ficam abaixo do mínimo tolerável de 7mm. No entanto, a soma das espessuras das paredes externas e internas de todos os tijolos está em conformidade com o valor mínimo exigido de 20 mm, variando entre 29,33 mm e 35,08 mm. O desvio do esquadro também está dentro dos limites em todas as amostras analisadas. Portanto, considera-se esse lote reprovado, porque foi encontrado o mínimo de 3 blocos não conformes para o mesmo ser rejeitado.

4.3.3 Lote – Cerâmica C

Os dados apresentados a seguir, são relativos as medições dos tijolos cerâmicos especificamente do Lote C:

Tabela 04: Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote C

BLOCO	TIPO	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	COMP. (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	DESVIO DO ESQUADRO
C1	NORMAL	18,50 ✓	9,00 ✓	18,91 ✓	170,19	OFF
C2	NORMAL	18,56 ✓	8,62 ✓	19,10 ✓	164,64	OK
C3	NORMAL	18,28 ✗	8,72 ✓	18,90 ✓	164,81	OFF
C4	NORMAL	18,94 ✓	8,93 ✓	19,54 ✗	174,49	OK
C5	NORMAL	18,97 ✓	8,92 ✓	19,47 ✓	173,67	OK
C6	NORMAL	18,82 ✓	8,97 ✓	19,18 ✓	172,04	OK
PAREDE S (mm)	PAREDE L (mm)	PAREDE R (mm)	PAREDE I (mm)	SEPTO (mm)	Soma (externa e interna)	
6,98 ✗	5,43 ✗	5,14 ✗	6,99 ✗	5,48	30,02 ✓	
6,29 ✗	6,45 ✗	4,92 ✗	6,34 ✗	5,82	29,82 ✓	
6,02 ✗	5,12 ✗	4,92 ✗	6,28 ✗	6,06	28,40 ✓	
5,58 ✗	6,53 ✗	6,30 ✗	6,10 ✗	5,64	30,15 ✓	
6,33 ✗	5,45 ✗	6,08 ✗	6,48 ✗	6,36	30,70 ✓	
6,51 ✗	4,80 ✗	5,03 ✗	6,08 ✗	5,53	27,95 ✓	

Fonte: Acervo pessoal

Entre todos os tijolos, apenas o C3 não apresenta altura dentro da tolerância especificada, portanto, todos os outros estão dentro dos limites aceitáveis para a altura. Quanto à largura e comprimento, todos os tijolos também estão dentro da tolerância de ± 5 mm, com exceção do C4, que está um pouco além da margem tolerável.

No entanto, em relação às espessuras das paredes e septos, observa-se que nenhum dos tijolos apresentam espessuras das paredes externas, atingem o mínimo de 7 mm. No entanto, a soma das espessuras das paredes externas e internas de todos os tijolos está em conformidade com o valor mínimo exigido de 20 mm, variando entre 27,95 mm e 30,02 mm.

O desvio do esquadro para os tijolos C2, C4, C5 e C6 está dentro do limite de 3 mm, porém, os tijolos C1 e C3 apresentaram desvio fora da tolerância, sendo classificado como "OFF". Embora tenham expressado bons resultados nas dimensões de altura, comprimento e largura (os quais permitiriam a aprovação do lote), as espessuras das paredes externas não são adequadas, o que resulta na rejeição desse lote quanto a esse critério.

4.3.4 Lote – Cerâmica D

A seguir, estão dados coletados das medições dos tijolos cerâmicos especificamente do Lote D. Para esse lote só foram possíveis 4 amostras, porque as outras 2 amostras fornecidas eram de outro tipo comercial.

Tabela 05: Dimensões dos blocos cerâmicos do Lote D

BLOCO	TIPO	ALTURA (cm)	LARGURA (cm)	COMP. (cm)	ÁREA BRUTA (cm ²)	DESVIO DO ESQUADRO
D1	NORMAL	18,50 ✓	8,65 ✓	18,92 ✓	163,66	OK
D2	NORMAL	18,71 ✓	8,82 ✓	19,13 ✓	168,73	OK
D3	NORMAL	18,69 ✓	8,84 ✓	18,70 ✓	165,31	OK
D4	NORMAL	18,91 ✓	8,81 ✓	19,10 ✓	168,27	OK
	PAREDE S (mm)	PAREDE L (mm)	PAREDE R (mm)	PAREDE I (mm)	SEPTO (mm)	Soma (externa e interna)
	6,72 ✗	5,64 ✗	5,31 ✗	5,50 ✗	5,11	28,28 ✓
	4,02 ✗	5,71 ✗	6,22 ✗	7,45 ✓	5,31	28,71 ✓
	4,66 ✗	6,01 ✗	4,63 ✗	5,96 ✗	5,06	26,32 ✓

6,08 ✗	5,63 ✗	7,42 ✓	7,28 ✓	5,76	32,17 ✓
--------	--------	--------	--------	------	---------

Fonte: Acervo pessoal

Os tijolos D1, D2, D3 e D4 apresentam alturas dentro da tolerância especificada (entre 18,50 cm e 19,50 cm), portanto, todos estão dentro dos limites aceitáveis para a altura. Quanto à largura e comprimento, todos os tijolos também estão dentro da tolerância de ± 5 mm, sendo aprovados para essas características. O desvio do esquadro de todos os tijolos está dentro dos limites de 3 mm, sendo todos classificados como "OK".

No entanto, em relação às espessuras das paredes externas, apresentam falhas em sua maioria, abaixo do mínimo aceitável. Embora consigam atingir o valor mínimo exigido de 20 mm pela soma de espessuras das paredes externas e septos, alcançando 32,17 mm, esses valores indicam a reprovação nesse aspecto.

4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS TIJOLOS PESQUISADOS

Com relação as propriedades físicas, a NBR expõe que os tijolos devem apresentar as seguintes características:

Tabela 06 – Requisitos normativos para análises físicas

CARACTERÍSTICAS	TOLERÂNCIAS/REQUISITOS
Diferença de massa (Δm)	Alteração máxima de até 0,25%, pesando-os imediatamente após a remoção da estufa e 1h após a estufa.
Índice de Absorção de Água (AA%)	Deve estar entre 8% e 25%

Fonte: ABNT, 2023

Dando continuidade à análise, a próxima etapa consistiu na realização de testes laboratoriais para avaliar as propriedades físicas dos tijolos. Foram conduzidos ensaios para verificar a alteração de massa (Δm), que deve apresentar uma variação máxima de 0,25% logo após a estufa (Figura 29), e 1h após a retirada da mesma garantindo estabilidade dimensional do material. Além disso, analisou-se o Índice de Absorção de Água (AA%), que deve situar-se entre 8% e 25%, um parâmetro essencial para avaliar a capacidade do tijolo de resistir a variações climáticas (Figura 30).

Figura 21a – Condicionamento de tijolos na estufa

Fonte: Acervo pessoal

Figura 21b – Imersão de tijolos em tanque

Fonte: Acervo pessoal

4.4.1 Lote – Cerâmica A

A tabela a seguir representa os dados obtidos das aferições das propriedades físicas dos blocos cerâmicos do Lote A:

Tabela 07: Propriedades físicas dos blocos do Lote A

	Logo após retirados da estufa	1h após a estufa		Logo após retirada do tanque	
BLOCO	Massa Seca (g)	Massa (g)	Δm (%)	Massa Úmida (g)	Índice de Absorção de Água (AA%)
A1	2504,49	2505,11	0,02 ✓	2747,93	9,72 ✓
A2	2530,47	2531,08	0,02 ✓	2773,25	9,59 ✓
A3	2558,59	2559,32	0,03 ✓	2817,56	10,12 ✓
A4	2363,16	2363,58	0,02 ✓	2630,21	11,30 ✓
A5	2572,98	2574,00	0,04 ✓	2846,79	10,64 ✓
A6	2545,74	2547,35	0,06 ✓	2817,67	10,68 ✓

Fonte: Acervo pessoal

É possível perceber que todos os tijolos analisados estão dentro das tolerâncias estabelecidas pela norma para o critério índice de absorção de água (AA%), que deve estar entre 8% e 25%. Os índices variam de 9,59% a 11,30%, ficando bem dentro da faixa aceitável, o que garante a conformidade com o critério de absorção de água. Em relação a alteração de massa

(Δm), que deve ser no máximo de 0,25% 1h após a retirada da estufa, verifica-se que todos os tijolos estão em conformidade, variando de 0,02% a 0,06%, dentro do limite estipulado pela norma, indicando que não houve alteração significativa na massa dos tijolos após o processo de secagem.

4.4.2 Lote – Cerâmica B

A tabela abaixo retrata os dados obtidos das aferições das propriedades físicas dos blocos cerâmicos do Lote B:

Tabela 08: Propriedades físicas dos blocos do Lote B

	Logo após retirados da estufa	1h após a estufa		Logo após retirada do tanque	
BLOCO	Massa Seca (g)	Massa (g)	Δm (%)	Massa Úmida (g)	Índice de Absorção de Água (AA%)
B1	2397,00	2397,35	0,01	2541,32	6,02
B2	2376,00	2376,28	0,01	2515,34	5,86
B3	2400,40	2400,79	0,02	2540,89	5,85
B4	2374,28	2375,15	0,04	2622,61	10,46
B5	2367,30	2368,20	0,04	2626,14	10,93
B6	2523,17	2524,29	0,04	2789,11	10,54

Fonte: Acervo pessoal

Analisando os dados, observa-se que ambos os tijolos estão dentro da tolerância para a alteração de massa (Δm), com valores variando de 0,01% a 0,04%, bem abaixo do limite máximo de 0,25% estipulado pela norma, garantindo que todos os tijolos estão aprovados quanto a esse critério.

No entanto, em relação ao índice de absorção de água (AA%), que deve estar entre 8% e 25%, os tijolos B1, B2 e B3 apresentaram índices de 6,02%, 5,86% e 5,85%, respectivamente, todos abaixo do limite mínimo de 8%. Por outro lado, os tijolos B4, B5 e B6 apresentaram índices de absorção de água de 10,46%, 10,93% e 10,54%, respectivamente, que estão dentro da faixa exigida pela norma.

4.4.3 Lote – Cerâmica C

A tabela abaixo apresenta os dados obtidos das propriedades físicas encontradas nos blocos cerâmicos do Lote C:

Tabela 09: Propriedades físicas dos blocos do Lote C

	Logo após retirados da estufa	1h após a estufa		Logo após retirada do tanque	
BLOCO	Massa Seca (g)	Massa (g)	Δm (%)	Massa Úmida (g)	Índice de Absorção de Água (AA%)
C1	2208,18	2208,81	0,03 ✓	2411,9	9,23 ✓
C2	2206,18	2206,60	0,02 ✓	2381,01	7,92 ✗
C3	2184,76	2185,23	0,02 ✓	2384,91	9,16 ✓
C4	2352,40	2353,24	0,04 ✓	2587,15	9,98 ✓
C5	2291,02	2291,91	0,04 ✓	2549,25	11,27 ✓
C6	2270,97	2271,70	0,03 ✓	2520,44	10,99 ✓

Fonte: Acervo pessoal

Com base nas medições dos tijolos, podemos observar que todos os tijolos C1, C2, C3, C4, C5 e C6, atendem ao critério de alteração de massa (Δm), com valores variando de 0,02% a 0,04%, todos bem abaixo do limite máximo de 0,25% estabelecido pela norma, indicando que estão aprovados quanto a esse critério.

Quanto ao índice de absorção de água (AA%), os tijolos C1, C2, C3, C4, C5 e C6 apresentam índices de 9,23%, 7,92%, 9,16%, 9,98%, 11,27% e 10,99%, respectivamente. Os tijolos C1, C3, C4, C5 e C6 estão dentro da faixa exigida pela norma e, portanto, são aprovados quanto a esse critério. No entanto, o C2 tem um índice de absorção de água de 7,92%, que está abaixo do limite mínimo de 8%, resultando em rejeição.

4.4.4 Lote – Cerâmica D

A tabela abaixo apresenta os dados obtidos das propriedades físicas encontradas nos blocos cerâmicos do Lote D:

Tabela 10: Propriedades físicas dos blocos do Lote D

	Logo após retirados da estufa	1h após a estufa		Logo após retirada do tanque	
BLOCO	Massa Seca (g)	Massa (g)	Δm (%)	Massa Úmida (g)	Índice de Absorção de Água (AA%)
D1	2167,45	2167,80	0,02 ✓	2338,53	7,89 ✗
D2	2202,17	2202,57	0,02 ✓	2373,23	7,77 ✗
D3	2196,94	2197,25	0,01 ✓	2366,37	7,71 ✗
D4	2232,73	2233,58	0,04 ✓	2413,56	8,10 ✓

Fonte: Acervo pessoal

Por fim, por meio da análise dos dados fornecidos para os tijolos D1, D2, D3 e D4, observamos que ambos os tijolos atendem ao critério de alteração de massa (Δm), com valores variando de 0,01% a 0,04%, todos significativamente abaixo do limite máximo de 0,25%, garantindo que todos sejam aprovados quanto a esse critério.

No que se refere ao índice de absorção de água (AA%), os tijolos D1, D2, D3 e D4 apresentam os seguintes índices de absorção de água: 7,89%, 7,77%, 7,71% e 8,10%, respectivamente. Todos os tijolos, com exceção do D4, estão abaixo do limite mínimo de 8%, sendo rejeitados por não atenderem ao critério exigido pela norma.

4.5 CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA - RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (f_b)

A etapa final dos ensaios com os blocos cerâmicos, envolveu a avaliação das propriedades mecânicas dos blocos cerâmicos, com foco na resistência à compressão (f_b). Esse teste é fundamental para verificar a capacidade dos tijolos de suportar cargas, garantindo sua conformidade com os requisitos normativos, que estabelecem um valor mínimo de 1,5 MPa.

O procedimento de resistência à compressão dos blocos cerâmicos é realizado por meio de uma prensa hidráulica, como mostra a Figura 31, onde o bloco é inserido no equipamento de teste, sendo submetido a uma carga crescente. A prensa aplica força progressivamente sobre o bloco até que ocorra sua ruptura. Na Figura 32, observa-se o momento do rompimento, indicando o limite máximo de resistência do material. Os resultados obtidos são apresentados na tabela a seguir.

Figura 22a – Inserção de bloco na prensa

Fonte: Acervo pessoal

Figura 22b – Rompimento de bloco após força aplicada

Fonte: Acervo pessoal

4.5.1 Lote – Cerâmica A

Os dados da tabela a seguir, são relativos aos testes com o Lote A:

Tabela 11: Aferição mecânica do Lote A

BLOCO	Força (kgf)	fb (kgf/cm ²)	fb (MPa)
A1	950	5,56	0,56 ✗
A2	1200	6,92	0,69 ✗
A3	600	3,43	0,34 ✗
A4	900	5,07	0,51 ✗
A5	400	2,21	0,22 ✗
A6	600	3,36	0,34 ✗

Fonte: Acervo pessoal

Analizando a resistência à compressão individual (fb) dos tijolos A1, A2, A3, A4, A5 e A6, conforme os dados fornecidos, observa-se que ambos apresentam valores significativamente abaixo do mínimo exigido de 1,5 MPa. Todos esses valores estão aquém do exigido pela norma, o que indica uma falha na resistência mecânica necessária para suportar as exigências de construção.

4.5.2 Lote – Cerâmica B

Os dados da tabela a seguir, são relativos aos testes com o Lote B:

Tabela 12: Aferição mecânica do Lote B

BLOCO	Força (kgf)	fb (kgf/cm ²)	fb (MPa)
B1	1300	7,68	0,77 ✗
B2	1250	7,36	0,74 ✗
B3	2600	15,37	1,54 ✓
B4	1000	5,50	0,55 ✗
B5	800	4,47	0,45 ✗
B6	700	4,04	0,40 ✗

Fonte: Acervo pessoal

Com base nesses dados, pode-se perceber que o tijolo B3 é o único que atinge o valor mínimo de resistência de 1,5 MPa, o que significa que ele é adequado para ser utilizado em construções que exigem maior resistência à compressão. Por outro lado, os blocos B1, B2, B4, B5 e B6 apresentam valores abaixo de 1,5 MPa, com resistências de 0,77 MPa, 0,74 MPa, 0,55 MPa, 0,45 MPa e 0,40 MPa, respectivamente, o que não os torna apropriados para utilização.

4.5.3 Lote – Cerâmica C

Os dados apresentados na tabela a seguir, são relativos aos testes com o Lote C:

Tabela 13: Aferição mecânica do Lote C

BLOCO	Força (kgf)	fb (kgf/cm ²)	fb (MPa)
C1	800	4,70	0,47 ✗
C2	1000	6,07	0,61 ✗
C3	600	3,64	0,36 ✗
C4	700	4,01	0,40 ✗
C5	300	1,73	0,17 ✗
C6	700	4,07	0,41 ✗

Fonte: Acervo pessoal

Quanto a resistência à compressão individual (f_b) dos tijolos C1, C2, C3, C4, C5 e C6, conforme os dados fornecidos, observa-se que nenhum tijolo atende ao mínimo exigido. O tijolo C1 apresenta uma resistência de 0,47 MPa, o C2 tem 0,61 MPa, o C3 possui 0,36 MPa, o C4 apresenta 0,40 MPa, o C5 tem 0,17 MPa, e o C6 apresenta 0,41 MPa. Todos esses valores estão abaixo do exigido pela norma, o que indica que esses tijolos não são adequados para aplicações em alvenaria.

4.5.4 Lote – Cerâmica D

Os dados apresentados na tabela a seguir, são relativos aos testes com o Lote D:

Tabela 14: Aferição mecânica do Lote D

BLOCO	Força (kgf)	f_b (kgf/cm ²)	f_b (MPa)
D1	900	5,50	0,55 ✗
D2	400	2,37	0,24 ✗
D3	700	4,23	0,42 ✗
D4	800	4,75	0,48 ✗

Fonte: Acervo pessoal

Conforme os valores apresentados da resistência à compressão individual (f_b) dos tijolos das classes D1, D2, D3 e D4, observa-se que nenhum tijolo atende ao mínimo exigido de 1,5 MPa. O tijolo D1 apresenta uma resistência de 0,55 MPa, o D2 tem 0,24 MPa, o D3 possui 0,42 MPa, e o D4 apresenta 0,48 MPa. Todos esses valores estão abaixo do exigido pela norma, indicando que esses tijolos não são adequados para utilização em alvenaria.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo investigou as propriedades físicas e mecânicas dos tijolos cerâmicos produzidos na região do Vale do Açu/RN, enfatizando a conformidade com a norma ABNT NBR 15270:2023, a partir de uma análise que avaliou a qualidade desses materiais em relação aos padrões estabelecidos. Os resultados obtidos através das entrevistas in loco e dos ensaios laboratoriais mostraram que muitos dos tijolos analisados não atendem aos requisitos postos pela norma, apresentando resistência à compressão e absorção de água abaixo dos mínimos exigidos, indicando que a qualidade e a segurança desses materiais para aplicação em edificações estão comprometidas, podendo resultar em riscos estruturais e diminuição da durabilidade das construções.

A aplicação da entrevista estruturada nas cerâmicas do Vale do Açu revelou um panorama diversificado sobre os processos produtivos e os desafios enfrentados por cada empresa, especialmente no que tange à conformidade com a norma ABNT NBR 15270:2023. Em relação a cerâmica "A", podemos ver que essa dispõe de um processo produtivo bem estruturado, com uma produção diária de 40 milheiros de tijolos, utilizando argila local como principal matéria-prima, e durante a entrevista, ficou evidente a preocupação da empresa com a homogeneização do material, o que é fundamental para garantir a qualidade dos tijolos. Contudo, os resultados dos ensaios laboratoriais mostraram que a resistência à compressão dos tijolos ficou abaixo do mínimo exigido pela norma, que é de 1,5 MPa, com valores variando entre 0,5 MPa e 0,7 MPa. Além disso, a absorção de água também apresentou índices dentro ao limite estabelecido, indicando que a cerâmica atende às exigências normativas nesse quesito. Esses resultados sugerem que, apesar dos esforços, a cerâmica deve intensificar seus investimentos em monitoramento rigoroso e treinamento contínuo para melhorar a qualidade de seus produtos.

A cerâmica "B", uma empresa de médio porte, também produz cerca de 40 milheiros de tijolos diariamente. A utilização de uma mistura de argila grossa e magra demonstra uma estratégia consciente para equilibrar as características do material. O processo de moldagem em máquinas de prensa e a secagem ao ar livre são práticas comuns, mas a queima em forno do tipo "Paulistinha" pode limitar a uniformidade e a qualidade dos tijolos. Os ensaios revelaram que a resistência à compressão dos tijolos da cerâmica "B" não atendeu aos requisitos normativos, com a maioria apresentando valores abaixo de 1,5 MPa. O conhecimento parcial sobre a norma ABNT NBR 15270:2023 indica uma necessidade de aprofundamento nas diretrizes regulatórias, o que poderia fortalecer a posição da cerâmica "B" no mercado.

A cerâmica "C", uma empresa de pequeno porte com 31 anos de atuação, também apresenta um processo produtivo interessante. Com uma produção média de 40 milheiros de tijolos por dia, a utilização de argila de uma jazida própria assegura estabilidade na composição do material. O uso de um secador mecânico e a queima em forno "CEDAN" são práticas que visam garantir a qualidade do produto final. No entanto, os resultados dos ensaios laboratoriais mostraram que a resistência à compressão dos tijolos não atendeu ao mínimo exigido pela norma, com muitos lotes apresentando valores entre 0,1 MPa e 0,7 MPa. A fragilidade no controle de qualidade, evidenciada pela realização apenas de medições de dimensões, levanta preocupações sobre a conformidade com a norma. A falta de monitoramento rigoroso da resistência à compressão e da absorção de água pode comprometer a segurança estrutural das edificações. O conhecimento parcial da norma ABNT NBR 15270:2023 sugere que a cerâmica "C" precisa investir em capacitação e em práticas de controle mais robustas.

Por fim, a cerâmica "D" é uma empresa de médio porte que se destaca pela produção de 60 a 70 milheiros de tijolos diariamente. O uso de argila local, combinado com aditivos para melhorar a resistência, reflete uma preocupação em atender às exigências de qualidade. O fluxo produtivo, que inclui mistura, moldagem em prensa, secagem ao ar livre e queima em forno "Paulistinha", é típico na região, mas a cerâmica realiza medições rigorosas de dimensões e resistência à compressão, o que é positivo. No entanto, a resistência à compressão apresentou resultados insatisfatórios em diversos lotes, com valores variando entre 0,2 MPa e 0,6 MPa, todos abaixo do mínimo exigido. A cerâmica também não monitora a absorção de água, o que representa uma lacuna que pode impactar a durabilidade dos tijolos. Apesar do feedback positivo do mercado, a cerâmica "D" deve buscar uma adesão mais completa à norma ABNT NBR 15270:2023, garantindo assim a qualidade e segurança dos seus produtos.

Em suma, a pesquisa não só responde à questão central sobre a conformidade dos tijolos cerâmicos, mas também serve como um chamado à ação para os fabricantes locais e formuladores de políticas, visando a melhoria contínua da qualidade dos produtos e a segurança das construções na região. A implementação de práticas de controle de qualidade mais rigorosas e a adesão plena às normas regulatórias são fundamentais para que essas empresas não apenas garantam a segurança das construções, mas também se tornem competitivas em um mercado cada vez mais exigente.

A relevância deste estudo tanto do ponto de vista acadêmico quanto técnico é significativa, pois contribui para a compreensão das propriedades dos tijolos cerâmicos produzidos na região, ressaltando a necessidade de conformidade com as exigências normativas para o setor. Dessa maneira, a pesquisa não apenas identifica lacunas na produção, mas também

propõe recomendações para a melhoria da qualidade dos tijolos. A importância da padronização se torna evidente como um fator essencial para garantir a segurança estrutural das edificações e otimizar os custos de construção, promovendo edificações mais seguras e economicamente viáveis.

Esse cenário demonstra um avanço significativo para a indústria cerâmica potiguar, especialmente no Vale do Açu, que se destaca como um polo produtivo promissor. No entanto, a mera filiação à ANICER não garante automaticamente a qualificação no Programa Setorial de Qualidade (PSQ), sendo necessário um compromisso contínuo com a conformidade às normas técnicas. O desafio, portanto, está na efetiva adesão ao programa, garantindo que mais empresas obtenham a certificação e se tornem aptas a competir em mercados governamentais e privados com produtos de maior qualidade e valor agregado.

Os resultados obtidos permitiram a análise comparativa da conformidade dos blocos, identificando possíveis variações na qualidade dimensional entre as cerâmicas analisadas. Essa etapa é fundamental para assegurar que os materiais atendam aos padrões exigidos para a construção civil, garantindo a segurança e a eficiência na alvenaria de vedação. Um valor excessivo, ou por outro lado, deficitário, pode comprometer a aderência da argamassa e a resistência da alvenaria.

Em relação à resistência mecânica, as principais constatações revelaram que a temperatura de queima inadequada, a composição da matéria-prima e um processo de moldagem deficiente comprometem significativamente a qualidade dos tijolos. Além disso, os aspectos dimensionais apresentaram principais desvios, com 65% de reprovação na espessura dos septos externos, 25% na altura dos blocos e 22% das amostras apresentando deformações durante a queima. Esses fatores indicam uma falta de controle rigoroso durante a fabricação, o que pode afetar a funcionalidade dos produtos.

No que diz respeito à absorção de água, observou-se uma variação significativa entre os lotes, o que influencia diretamente na durabilidade dos tijolos, podendo resultar em problemas estruturais ao longo do tempo, colocando em risco a integridade das construções. O controle de qualidade também se mostrou deficiente, visto que 75% das cerâmicas não possuíam laboratório próprio, além de calibração irregular dos equipamentos e falta de registro sistemático dos dados. Em relação à matéria-prima, a ausência de estudos técnicos e a mistura sem um controle específico foram identificadas como falhas que impactam a qualidade final dos tijolos.

Por fim, as questões de segurança estrutural foram alarmantes, com o comprometimento da durabilidade dos produtos, a necessidade de reforços adicionais, a presença de patologias

potenciais e uma vida útil reduzida, e não obstante, constata-se a ausência de medidas de segurança entre os colaboradores, como o uso de E.P.I.'s nas instalações. Essas lacunas evidenciam a necessidade de um sistema de qualidade mais robusto para garantir a confiabilidade dos produtos, ressaltando a urgência de melhorias nos processos produtivos e na gestão da qualidade nas cerâmicas da região.

Dado o exposto, a pesquisa evidencia a necessidade urgente de adequação do setor cerâmico do Vale do Açu às normas vigentes, visto que o cenário atual apresenta riscos significativos para a construção civil, demandando ações coordenadas entre produtores, órgãos fiscalizadores e instituições de pesquisa. A implementação das recomendações propostas pode contribuir para a melhoria da qualidade dos produtos e sustentabilidade do setor.

Para isso, recomenda-se a implementação de laboratórios próprios nas cerâmicas para controle de qualidade, aliada à capacitação técnica das equipes e modernização dos equipamentos, especialmente no controle de temperatura dos fornos. Para o setor, sugere-se criar uma central de controle regional com parcerias universitárias e estabelecer um manual de boas práticas. Estudos futuros devem focar na análise das matérias-primas e otimização dos processos de queima, visando atender às exigências normativas e garantir a qualidade dos produtos.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. M. D. **Introdução à metodologia do trabalho científico**: elaboração de trabalhos na graduação. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

ANICER, Associação Nacional da Indústria Cerâmica. **Programa Setorial da Qualidade dos Blocos Cerâmicos PSQ-BC**. [Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H.]. Entidade Gestora Técnica - Firjan SENAI - RJ, 2025. Disponível em: <<https://pbqp-h.mdr.gov.br/psq/blocos-ceramicos/>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

ARAÚJO, N. C. DE et al. Propriedades mecânicas de tijolos fabricados com solo e água residuária de mandioca. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 213–217, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3427>>. Acesso em: 11 mar. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes Cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 1: Requisitos. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 26 p.

_____. **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos — Blocos e tijolos para alvenaria – Parte 2: Métodos de ensaios. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 26 p.

BRITO, A. W. D. L. **Apostila de Máquinas e Equipamentos Cerâmicos**. Curso Técnico em Cerâmica Vermelha. Governo do Estado do Ceará, Secretaria da Educação: 2011. Disponível em: <https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/tecnico_em_ceramica_maquinas_e_equipamentos_ceramicos.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2025.

BRITO, M. K. T. D. **Estudo Teórico da Transferência de Calor e Massa na Secagem de Tijolos Cerâmicos com Forma Paralelepípedica**. [s.l.] Universidade Federal de Campina Grande, 2016. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1250>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

EUPHROSINO, Camila A.; FONTANINI, Patricia S.P. **Análise do solo utilizado na fabricação de Tijolos Solo-Cimento para habitação de interesse social em Limeira-SP**. In: WORKSHOP DE TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 3., 2021. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 1–6. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/tecsic/article/view/1315>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

FIERN, Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Norte. **Quinze cerâmicas do RN garantem certificado da ANICER para adesão ao Programa Setorial da Qualidade**. Disponível em: <<https://www.fiern.org.br/quinze-ceramicas-rn-garantem-certificado-de-associacao-que-viabiliza-adesao-ao-programa-setorial-da-qualidade/>>. Acesso em: 11 mar. 2025.

GALDINO, J. N.; TADEU, J.; GILKSANA, A. **Fornos do Setor de Cerâmica Vermelha do Rio Grande do Norte**. Relatório de Assessoria Técnica e Tecnológica. Estudo dos Principais Fornos do Setor de Cerâmica Vermelha do Estado do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis - CTGAS-ER, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, J. A. S. **Materiais de construção para seu projeto**. Coleção Aprendendo a Construir, 2003.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do Censo - Densidade Demográfica do estado do Rio Grande do Norte/RN**, 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 19 mar. 2025.

LIMA, R. A. D.; OLIVEIRA., M. P. D. **Avaliação das Propriedades Físicas e Mecânicas de Blocos Cerâmicos Produzidos por Indústrias do Vale do Assú-RN**. [s.l.] Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, 2018.

MACEDO, R. S., MENEZES, R. R., NEVES, G. A., FERREIRA, H. C. **Estudo de argilas usadas em cerâmica vermelha**. *Cerâmica*, v. 54, n. 332, p. 411–417, 2008.

MAFRA, A. T. **Proposta de indicadores de desempenho para a indústria de cerâmica vermelha**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC: 1999. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/80555/144667.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

MARQUES, M. A. G.; MENDES, L. F. **Estudo dos Tijolos de Solo-Cimento Quanto à sua Adequação às Normas Vigentes**. Repositório Institucional do Grupo UNIS/MG – Centro Universitário Do Sul De Minas – MG, FEPESMIG, 2020. Disponível em: <<http://192.100.247.84:8080/bitstream/prefix/1331/1/Miller%20Aparecido%20Grande%20Marques.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

MATUTI, B. B.; SANTANA, G. P. **Reutilização de resíduos de construção civil e demolição na fabricação de tijolo cerâmico - uma revisão**. *Scientia Amazonia*, v. 8, n.1, E1-E13, 2019. ISSN:2238.1910. Disponível em: <<https://scientia-amazonia.org/wp-content/uploads/2018/11/v.-8-n.1-E1-E13-2019.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2024.

MEDEIROS, F. K. D., AQUINO, R. C. A. D., RODRIGUES, A. M. T., SILVA, H. C., DIAS, I. B. C., FERREIRA, H. S. **Produção de Tijolos Maciços e Placas Cerâmicas de Revestimento com Adição de Óleo Lubrificante Usado**. *Cerâmica industrial*, v. 19, n. 2, p. 38–45, 2014.

MINAYO, M. (Org.). **Pesquisa social: Teoria, método e criatividade** (28ª ed.). Petrópolis: Vozes, 2009.

NASCIMENTO, J. J. S. **Fenômenos de difusão transiente em sólidos paralelepípedos**. Estudo de caso: secagem de materiais cerâmicos. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica, Centro de Tecnologia, UFPB, João Pessoa, PB, Brasil. 2002, 181 p.

SALES, J. C.; SALES, A. J. M; FILHO, J. M. D. S.; ALMEIDA, J. S. D.; SOMBRA, A. S. B.; SANCHO, E. D. O.; **Os Fornos na Indústria Cerâmica no Ceará**. 56º Congresso Brasileiro de Cerâmica. 1º Congresso Latino-Americano de Cerâmica. IX Brazilian Symposium on Glass and Related Materials, p. 887–899, 2012. Disponível em:

<<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55911>>. Acesso em: 11 mar. 2025.

SILVA, A. I. D. D. **Estudo do desempenho de concreto com resíduos de tijolos cerâmicos**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. Campus Joinville. Engenharia Civil de Infraestrutura. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/228385>>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SILVA, D. H. D.; SILVA, J. F. T.; ALMEIDA, S.; LIMA, S. F. D. **Tijolos, Normas Técnicas e Aplicação em Alvenaria**. Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT - ALAGOAS, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 207, 2018. Disponível em: <<https://periodicosgrupotiradentes.emnuvens.com.br/cdgexatas/article/view/5214>>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SILVA, L. H. P.; TAMASHIRO, J. R. **Análise e critérios de regulamentação técnica de tijolos cerâmicos produzidos em Presidente Epitácio**, SP. p. 792-803. *Exacta*, 2023. Epitácio, SP. *Exacta*, 21(3), 792-803. Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.20137>>. Acesso em: 11 mar. 2025.

ANEXOS

ANEXO 01 – Roteiro de Entrevista Estruturada *in loco* em cerâmicas do Vale do Açu



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PESQUISA DE CAMPO PARA TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO - TFG

ENTREVISTA

AUTOR (ES):	
ORIENTADOR (A):	
TURMA E LOCAL:	

PERFIL DO RESPONDENTE:

IDENTIFICAÇÃO DE PARTICIPANTE:

OBJETIVO DA PESQUISA:

PROCEDIMENTO PARA REALIZAÇÃO DA ENTREVISTA:

_____, _____ de _____ de _____.

QUESTÕES DE PESQUISA

1. Produção diária média de tijolos (unidades): _____
2. Qual é a principal matéria-prima utilizada na fabricação dos tijolos?
☐ Argila local
☐ Argila de outras regiões
☐ Mistura de argila e outros materiais (especifique): _____
3. A argila utilizada passa por algum tratamento antes da moldagem?
☐ Sim. Descreva: _____
☐ Não
4. Existem ajustes ou substituições na composição da argila para melhorar as propriedades dos tijolos?
☐ Sim. Quais? _____
☐ Não
5. Quais são as etapas principais do processo produtivo? (marque todas as que se aplicam)
☐ Mistura e homogeneização da argila
☐ Moldagem manual
☐ Moldagem em máquinas de prensa
☐ Secagem ao ar livre
☐ Queima em forno
☐ Outras (especifique): _____
6. Qual é o tipo de forno utilizado para a queima dos tijolos?
☐ Forno tradicional a lenha
☐ Forno a gás
☐ Outro (especifique): _____
7. Como é feita a queima?
 - Temperatura média do forno: _____
 - Tempo de exposição à queima: _____
 - Datação ou controle de lotes de queima:
☐ Sim. Como? _____

() Não

8. É realizada alguma calibração periódica nos equipamentos?

() Sim. Qual frequência? _____

() Não

9. Existe monitoramento da temperatura durante a queima?

() Sim. Como? _____

() Não

10. Quais métodos de controle de qualidade são realizados?

() Medição de dimensões

() Teste de resistência à compressão

() Verificação de porosidade

() Teste de absorção de água

() Outras práticas (especifique): _____

11. Esses controles seguem alguma norma técnica ou referência?

() Sim. Quais normas? _____

() Não

12. Existe conhecimento sobre a norma ABNT NBR 15270?

() Sim. É seguida integralmente?

() Sim

() Parcialmente. Por quê? _____

() Não

13. Quem realiza os testes tem treinamento técnico específico?

() Sim. Descreva: _____

() Não

14. Quais tipos de tijolos são fabricados pela cerâmica?

() Tijolo comum

() Tijolo laminado

() Tijolo baiano (bloco cerâmico furado)

() Tijolo de fibrocimento

() Outros (especifique): _____

15. Quais características técnicas são monitoradas nos tijolos fabricados?

- Dimensões:

() Sim. Equipamentos utilizados: _____

() Não

- Absorção de água:

() Sim. Métodos utilizados: _____

() Não

- Esquadro:

() Sim. Equipamentos utilizados: _____

() Não

16. O que é feito para garantir que os tijolos sejam menos porosos e tenham melhor resistência?

17. Os trabalhadores envolvidos na fabricação recebem treinamentos técnicos?

() Sim. Que tipo de treinamento? _____

() Não

18. Quem coordena o processo de fabricação possui qualificação técnica específica?

() Sim. Qual? _____

() Não

19. A cerâmica já consultou ou utiliza orientações da Associação Brasileira de Ceramistas?

() Sim. Quais? _____

() Não

20. Como as obras construídas com esses tijolos se comportam em relação a:

- Durabilidade: _____
- Absorção de água em alvenarias: _____
- Resistência estrutural: _____

21. Existe feedback de construtoras ou consumidores sobre os produtos fabricados?

() Sim. Quais aspectos são geralmente comentados? _____

() Não