



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

**ANÁLISE TÉCNICA DE TELHAS CERÂMICAS COMERCIALIZADAS
NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB, FABRICADAS NOS ESTADOS DA
PARAÍBA E RIO GRANDE DO NORTE**

ESTER DE LUCENA SILVA RIBEIRO

POMBAL – PB

2024

ESTER DE LUCENA SILVA RIBEIRO

ANÁLISE TÉCNICA DE TELHAS CERÂMICAS COMERCIALIZADAS
NO MUNICÍPIO DE PATOS-PB, FABRICADAS NOS ESTADOS DA
PARAÍBA E RIO GRANDE DO NORTE

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

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

POMBAL – PB

2024

R484a

Ribeiro, Ester de Lucena Silva.

Análise técnica de telhas cerâmicas comercializadas no município de Patos-PB, fabricadas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte / Ester de Lucena Silva Ribeiro. – Pombal, 2024.

48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2024.

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

Referências.

1. Telha cerâmica. 2. Ensaio de material. 3. Análise técnica. I. Silva, Elisângela Pereira da. II. Título.

CDU 666.74(043)

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

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.

ESTER DE LUCENA SILVA RIBEIRO

**ANÁLISE TÉCNICA DE TELHAS CERÂMICAS COMERCIALIZADAS NO
MUNICÍPIO DE PATOS –PB, FABRICADAS NOS ESTADOS DA PARAÍBA E RIO
GRANDE DO NORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso do discente (ESTER DE LUCENA SILVA RIBEIRO) **APROVADO** em 04 de junho de 2024 ano pela comissão examinadora composta pelos membros abaixo relacionados como requisito para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL pela Universidade Federal de Campina Grande.

Registre-se e publique-se.



Prof. Dra. Elisângela Pereira da Silva

(Orientador – UFCG)



Assinado digitalmente por Eduardo Morais de Medeiros

Razão: Eu sou o autor deste documento

Localização: Pombal/PB

Data: 2024.06.05 07:00:29-03'00"

Prof^ª. Dr^ª. Eduardo Morais de Medeiros

(Membro Interno – UFCG)



Luana Lucena de Medeiros Silva

(Membro Externo – Eng. Civil)

Aos meus pais, com amor.

AGRADECIMENTOS

Neste ciclo que se encerra gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por ter sido meu guia e ter me dado forças para trilhar esse caminho árduo, sempre segurando minha mão nos momentos que mais necessitei.

Aos meus pais por sempre acreditarem em mim e nos meus sonhos, nunca medindo esforços para realiza-los. Sou imensamente grata por tudo que vocês fizeram por mim durante todos esses anos. Sem o apoio, carinho e compreensão de vocês eu não estaria aqui e nem seria quem sou hoje.

Ao meu namorado, Francisco, por ter estado ao meu lado durante todo esse processo, sendo minha fortaleza quando precisei e sempre me dizendo que eu era capaz. Você foi essencial nessa jornada.

A Vitória Ramalho, por ser uma amiga única que compartilhou comigo todas as etapas desse sonho e partilhou comigo todos os momentos de angústia, apreensão e felicidade durante a graduação.

Aos amigos que fiz durante esses 5 anos, Brena, Diógenes, Islaine e Vitória Lacerda. Vocês foram responsáveis por deixar essa jornada mais leve e divertida. Além de um diploma saio da graduação com amigos excepcionais.

As minhas amigas Hilda, Karol, Julianna, Malu e Nicolle que estão presentes na minha vida há tanto tempo. O apoio de vocês foi imprescindível para essa conquista.

À minha orientadora por todo suporte e orientação durante a elaboração deste trabalho.

Aos professores por todos os ensinamentos e experiências partilhadas que contribuíram grandemente para a minha formação profissional.

Por fim, agradeço a todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota. ”

(Theodore Roosevelt)

RESUMO

A indústria da cerâmica desempenha um papel significativo na economia global, fornecendo materiais essenciais para a construção civil, como telhas cerâmicas. As telhas cerâmicas são amplamente utilizadas em telhados devido à sua durabilidade, resistência e estética. Além de fornecer proteção contra os elementos climáticos, as telhas cerâmicas contribuem para a eficiência energética e o conforto térmico das edificações. Contudo, as técnicas que são adotadas pelos fabricantes para a produção dessas peças influenciam diretamente no desempenho, qualidade e durabilidade dessas, na maioria delas a mão de obra empregada não é qualificada e os métodos não são os mais adequados, corroborando para a fabricação de telhas cerâmicas com diversas avarias. O objetivo do presente trabalho é a realização da análise técnica de telhas cerâmicas que são comercializadas no município de Patos-PB, fabricadas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte de acordo com a NBR 15310/2009. A realização da análise foi realizada em duas etapas, a primeira foi a inspeção geral, realizada nos depósitos dos comércios, que contou com um total de 30 amostras de cada fabricante, totalizando 90 telhas, e a inspeção por ensaios que foi realizada em laboratório no qual foram retiradas 6 amostras das peças utilizadas na inspeção geral, para cada fabricante, totalizando 18 telhas. Os parâmetros para a inspeção geral foram: identificação, características visuais e sonoridade e para a inspeção por ensaios foram avaliados: dimensões básicas; Impermeabilidade; ruptura a flexão e absorção de água. Em alguns quesitos avaliados todas as empresas avaliadas foram rejeitadas, como na identificação e nas dimensões básicas. Na identificação nenhuma das telhas fornecia todas as informações necessárias e com relação as dimensões básicas todas extrapolaram a tolerância da norma, tanto a mínima quanto a máxima, contudo obtiveram resultados satisfatórios como a carga de ruptura a flexão em que todas as amostras superaram o valor de referência da norma. Após a análise de todos os ensaios realizados foi possível inferir que nenhuma das empresas avaliadas estão em consonância com o que estabelece a norma, indicando uma baixa qualidade na sua fabricação.

Palavras-chave: Telha cerâmica. Ensaios. Análise técnica.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Produção nacional de cerâmica vermelha por região | 17 |
| Figura 2 - Fluxograma dos processos de fabricação de cerâmica vermelha | 20 |
| Figura 3 – Principais tipos de telhas cerâmicas..... | 23 |
| Figura 4– Fluxograma de execução dos ensaios. | 24 |
| Figura 5– Amostras utilizadas nos ensaios | 26 |
| Figura 6 – Determinação da posição e altura do pino | 27 |
| Figura 7 – Medição do comprimento efetivo das amostras..... | 28 |
| Figura 8 – Medição da distância do pino | 28 |
| Figura 9 – Medição da largura efetiva | 28 |
| Figura 10 – moldes de acrílico confeccionados para execução do ensaio..... | 29 |
| Figura 11 - Execução do ensaio..... | 30 |
| Figura 12 – Prensa mecânica utilizada no ensaio | 31 |
| Figura 13 – Amostras submetidas a estufa | 32 |
| Figura 14 – Telhas imersas em água a temperatura ambiente..... | 32 |
| Figura 15 – Pesagem das amostras..... | 33 |
| Figura 16 – Mancha de umidade nas amostras do fabricante A..... | 39 |
| Figura 17 – Mancha de umidade nas amostras do fabricante B..... | 40 |
| Figura 18 - Mancha de umidade nas amostras do fabricante C | 40 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1– Separação amostras | 25 |
| Tabela 2 – Resultados identificação | 34 |
| Tabela 3 – Dimensões básicas advindas dos ensaios do fabricante A | 36 |
| Tabela 4 - Dimensões básicas advindas dos ensaios do fabricante B..... | 37 |
| Tabela 5– Dimensões básicas advindas dos ensaios do fabricante C | 37 |
| Tabela 6– Dimensões básicas de acordo com a NBR 15310/2009 para a telha colonial..... | 37 |
| Tabela 7 – Resultado do ensaio de carga de ruptura à flexão | 42 |
| Tabela 8 – Índice de absorção fabricante A..... | 43 |
| Tabela 9 - Índice de absorção fabricante B | 43 |
| Tabela 10 – Índice de absorção fabricante C | 44 |

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas técnicas;
- NBR – NORMA BRASILEIRA;
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas;
- ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica;
- ANICER – Associação Nacional da Indústria cerâmica;
- ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para revestimentos, louças e congêneres;
- °C - Grau Celsius;
- % - Por cento;
- mm – Milímetro;
- N – Newtons;
- g – Grama.

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1. | Justificativa | 14 |
| 1.2. | Objetivos | 14 |
| 1.2.1. | <i>Objetivo Geral</i> | 14 |
| 1.2.2. | <i>Objetivos Específicos</i> | 15 |
| 1.3. | Escopo do Trabalho | 15 |
| 2. | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 16 |
| 2.1. | Histórico cerâmica..... | 16 |
| 2.2. | Setor cerâmico | 17 |
| 2.3. | Cerâmica branca | 18 |
| 2.4. | Cerâmica vermelha e seu processo de fabricação..... | 19 |
| 2.4.1. | <i>Preparação da matéria-prima e da massa cerâmica</i> | 20 |
| 2.4.2. | <i>Formação e fabricação das peças</i> | 21 |
| 2.4.3. | <i>Tratamento térmico</i> | 21 |
| 2.4.4. | <i>Acabamento ou finalização</i> | 22 |
| 2.5. | Telha cerâmica | 22 |
| 2.5.1. | <i>Tipos de telhas cerâmicas</i> | 23 |
| 3. | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 24 |
| 3.1. | Materiais | 24 |
| 3.2. | Inspeção geral | 25 |
| 3.3. | Ensaio | 26 |
| 3.3.1. | <i>Dimensões básicas</i> | 26 |
| 3.3.2. | <i>Impermeabilidade</i> | 29 |
| 3.3.3. | <i>Ruptura à flexão</i> | 30 |
| 3.3.4. | <i>Absorção de água</i> | 31 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 34 |
| 4.1. | Inspeção geral | 34 |
| 4.2. | Dimensões básicas | 35 |
| 4.3. | Impermeabilidade | 39 |
| 4.4. | Ruptura a flexão..... | 41 |
| 4.5. | Absorção de água..... | 43 |

SUMÁRIO

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....47

1. INTRODUÇÃO

A cobertura, ou telhado, das edificações é o item mais exposto às intempéries e em contato direto com o meio externo, logo se torna um dos elementos que necessita de mais planejamento e cuidado em um projeto, principalmente durante sua execução.

Os telhados cerâmicos são os modelos mais utilizados em coberturas residências no mundo (FARRENY *et al.* 2011 apud TEIXEIRA, 2021).

Beserra (2016) destaca em sua pesquisa que a qualidade de um telhado é intimamente relacionada aos materiais que nele são utilizados. Ainda de acordo com Beserra (2016) as telhas cerâmicas são materiais de excelente qualidade, consistentes no mercado da construção civil, com características bastante conhecidas pelos consumidores e que apresentam um ótimo custo benefício.

Entretanto, a fabricação das telhas cerâmicas não consegue, em sua maioria, ser realizada conforme preconiza as normas vigentes devido à baixa tecnologia empregada nas indústrias, principalmente as de pequeno e médio porte, e a falta de acompanhamento dos processos produtivos. Segundo o Ministério de Minas e Energia (2020) todo o setor necessita de profissionais qualificados, entretanto predomina a desqualificação e o baixo nível de instrução formal da mão de obra.

Dessa forma, levando-se em consideração a grande importância e utilização dos telhados cerâmicos, é imprescindível que as telhas cerâmicas produzidas passem por um controle de qualidade mais efetivo, a fim de garantir a segurança estrutural, evitar falhas prematuras, garantir a conformidade com regulamentos e aumentar a satisfação do cliente, para que assim atendam aos mais altos padrões de qualidade.

No contexto regional, a indústria de cerâmica vermelha tem uma relevância significativa, especialmente em estados como Paraíba e Rio Grande do Norte. De acordo com Silva (2023), na Paraíba, essa indústria tem um papel crucial na economia do estado. E no Rio Grande do Norte, conforme afirma Baccelli Júnior (2010), as fábricas de cerâmica vermelha são fundamentais para a estrutura econômica e social do estado, sendo as principais fornecedoras de insumos básicos para o setor da construção civil, no qual grande parte da sua produção é

comercializada para diversos estados do Nordeste, especialmente as fabricadas na região do Seridó.

1.1. Justificativa

A cobertura de um edifício (em especial, as telhas) configura um dos maiores e mais significativos investimentos em edifícios, uma vez que esses elementos necessitam serem de alta duração, garantindo a estanqueidade e função de isolamento térmico nas condições específicas as quais é submetido durante toda sua vida útil (NRCA, 2000 apud TEIXEIRA, 2021).

Nesse contexto é de suma importância que os materiais empregados nas coberturas possam oferecer tal durabilidade.

A garantia da qualidade das telhas cerâmicas requer um estudo mais aprofundado, visando verificar se os materiais estão em conformidade com os parâmetros pré-estabelecidos por normas técnicas. Nesse sentido, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece os padrões e critérios de qualidade para telhas cerâmicas por meio da Norma Brasileira NBR 15310/2009.

A NBR 15310/2009 será o principal parâmetro para a elaboração dos resultados dessa pesquisa.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo a caracterização de telhas cerâmicas comercializadas no município de Patos- PB, fabricadas nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, no qual serão realizadas análises se baseando na norma vigente em território nacional, indicando assim um índice de qualidade.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Analisar telhas cerâmicas de dois fornecedores diferentes dos estados do Rio Grande do Norte e um fornecedor da Paraíba que são comercializadas na cidade de Patos- PB, de acordo com a ABNT NBR 15310/2009.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar a inspeção geral avaliando se atendem aos critérios de: identificação; características visuais; e sonoridade.
- Determinar e verificar por meio de ensaios as seguintes características: Dimensões básicas; impermeabilidade; ruptura a flexão e índice de absorção de água.
- Avaliar a conformidade das peças ensaiadas com o estabelecido em norma.

1.3. Escopo do Trabalho

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

O capítulo 1 aborda a contextualização do tema juntamente com a justificativa e objetivos do trabalho. O capítulo 2 traz o embasamento teórico, sobre a temática abordada no trabalho.

No capítulo 3 é abordado os materiais e métodos que foram utilizados para a realização da pesquisa. Logo após, no capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios realizados e a discussão com relação aos valores encontrados.

Por último, no capítulo 5 é relatado a conclusão do trabalho a partir dos resultados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Histórico cerâmica

A cerâmica, devido a sua facilidade de produção e abundância de matéria-prima (argila), é o material artificial mais arcaico produzido pelo homem. Diante disso, tem sua história intrínseca a história da sociedade e sua evolução (BESERRA, 2016).

Segundo Napoli (2015) a cerâmica surgiu na Pré-História, quando o barro endurecido pelo fogo começou a ser utilizado, substituindo assim, a pedra e a madeira com o passar dos anos, até se tornar o principal material das construções. A palavra cerâmica vem do grego “keramos” que significa “matéria queimada”, apontando que as propriedades desejáveis desses materiais são obtidas normalmente por meio de tratamento térmico em altas temperaturas (NAPOLI, 2015).

De acordo com a Associação Nacional dos fabricantes de cerâmica para revestimentos, louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER) (2024), no Brasil, a cerâmica tem suas origens na Ilha de Marajó, contrariando a ideia de que a tradição ceramista tenha chegado ao Brasil por meio dos portugueses. A cerâmica marajoara era altamente organizada e de um domínio artesanal que compreendia diversas técnicas: raspagem, incisão, excisão e pintura. Mesmo operando com instrumentos rudimentares, os indígenas criaram uma cerâmica de valor.

Esse trabalho sofreu alteração com a chegada dos colonizadores portugueses ao instalaram as primeiras olarias nos colégios, engenhos e fazendas jesuítas. Entretanto, essa modificação foi aplicada apenas nas faixas litorâneas dos engenhos, nas fazendas e na região do interior permaneceram as práticas manuais dos indígenas (ANFACER, 2024).

À proporção que o conhecimento acerca do material é aprofundado, o seu uso se torna cada vez mais extenso. Em princípio, a cerâmica é dividida de duas maneiras: cerâmica branca, como azulejos, pisos e utensílios domésticos; e a cerâmica vermelha como tijolos, telhas e outros materiais (ALMEIDA *et al*, 2021).

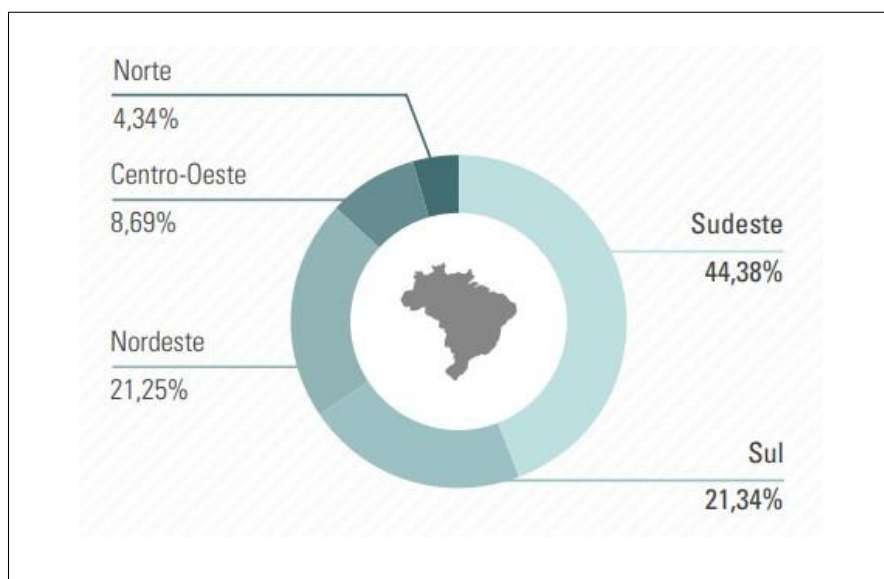
2.2. Setor cerâmico

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2020) o cenário cerâmico brasileiro é marcado por uma estrutura empresarial bastante diversa, predominando pequenos empreendimentos familiares, que em sua maioria não fazem parte das estatísticas oficiais, que sofrem com deficiências de processo e gestão, entretanto há também empreendimentos de médio a grande porte que possuem tecnologia moderna.

De acordo com dados da Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) de 2023, o Brasil possui atualmente 5.578 empresas de cerâmicas e olarias em seu território, com uma produção de 2.261.565.00 telhas por ano.

Dados do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) de 2015 mostram a produção de cerâmica vermelha separados por regiões, como demonstra a figura 1.

Figura 1 - Produção nacional de cerâmica vermelha por região.



Fonte: SEBRAE (2015)

Como é possível inferir do gráfico presente na figura 1, o Nordeste é responsável por 21,25% da produção de cerâmica vermelha do país, ocupando o 3º lugar entre as demais regiões. Santos (2017) relata que o Nordeste tem uma participação representativa no cenário nacional, assim como os Estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba no cenário regional.

No estado da Paraíba, de acordo com Silva (2023), a indústria de cerâmica vermelha tem sua relevância no contexto da construção civil e na economia do estado, uma vez que gera empregos diretos e indiretos, promovendo o desenvolvimento socioeconômico da região e utiliza os recursos naturais disponíveis da região.

Já o Rio Grande do Norte, como afirma Baccelli júnior (2010), possui aproximadamente 159 fábricas de cerâmicas vermelhas espalhadas por todo o estado, refletindo assim a sua importância na estrutura econômica e social do Estado, tendo em vista que constituem como sendo as principais fornecedoras de insumos básicos para o setor da construção civil, assim como uma grande detentora de mão de obra.

2.3. Cerâmica branca

Cerâmica branca são produtos cerâmicos produzidos a partir da utilização de argilas com quase nenhuma partícula de óxido de ferro, demonstrando uma cor branca, rósea ou cores claras quando são queimadas a temperaturas usuais de 950°C ou 1250°C (CLARO, 2007 apud DANTAS, 2009).

O setor de cerâmica branca abriga uma grande variedade de produtos, tais como louças e porcelanas, sanitários e porcelana técnica, que se distinguem, entre outras razões, pela temperatura de queima e pela composição da massa, especialmente o tipo de fundente. A massa é do tipo composta, constituídas de argilas plásticas de queima branca, caulins, quartzo e fundentes (feldspato, filito, rochas feldspáticas, carbonatos) (MOTTA *et al*, 2001).

Em uma análise mineralógica, as argilas brancas são constituídas por caulinita (caulim), mica (ilita) e quartzo, podendo apresentar teores de esmectita e possivelmente clorita, sendo a caulinita, geralmente, mais cristalizada e de fina granulometria, sendo o caulim o mais utilizado (BOUGHER, 1995 apud SOUZA, 2007).

De acordo com Vieira (2018) o caulim é um mineral bastante versátil já que possui as mais diversas características tecnológicas, as quais pode-se destacar: é considerado quimicamente inerte na faixa de pH que varia de 3 a 9; possui elevada alvura; é macio e, conseqüentemente, pouco abrasivo; quando usado como

pigmento tem o poder de cobertura e, quando usado para aplicações de carga, atua como um bom reforçador; é de fácil dispersão; é um bom isolante, possuindo baixa condutividade térmica e elétrica; é compatível com quase todos os adesivos (proteína, caseína), o que se deve a sua dispersão e inércia química (VIEIRA, 2018).

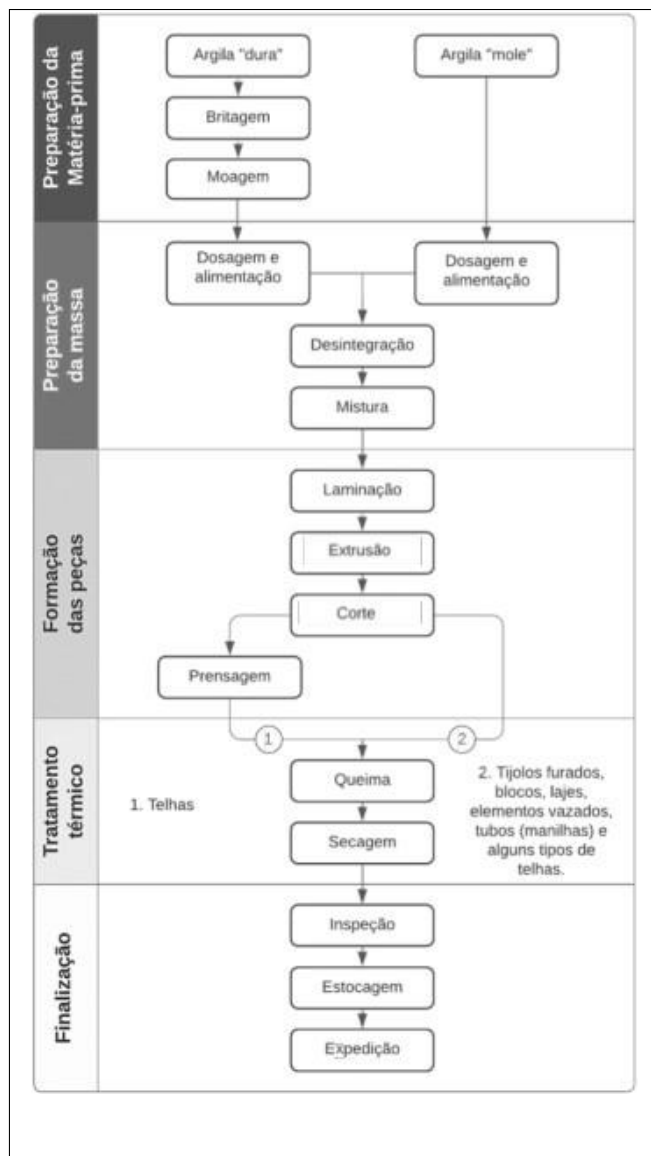
2.4. Cerâmica vermelha e seu processo de fabricação

Conforme relata a Associação Brasileira de cerâmica (ABCERAM) (2024), cerâmica vermelha compreende os materiais caracterizados pela cor avermelhada empregados na construção civil, como tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas expandidas e utensílios de uso doméstico. São utilizadas as argilas comuns, geralmente constituídas por esmectita e illita, para cerâmica vermelha ou estrutural, essas argilas têm como característica relevante a cor de queima avermelhada.

De acordo com Facincani (1992, apud MOTTA *et al*, 2004) essa propriedade, de cor avermelhada, é devido ao alto conteúdo de óxido de ferro total que são geralmente superiores a 4%.

A metodologia de fabricação da cerâmica vermelha compreende diversas etapas e podem ser divididas em preparação das matérias-primas e da massa cerâmica, formação e fabricação das peças, tratamento térmico e acabamento ou finalização (AGUIAR *et al*, 2022). As etapas podem ser observadas no fluxograma presente na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma dos processos de fabricação de cerâmica vermelha



Fonte: ABCERAM, 2020 *apud* Aguiar *et al*, (2022)

2.4.1. Preparação da matéria-prima e da massa cerâmica

O processo de confecção das cerâmicas vermelhas tem início com a preparação das matérias-primas, que consiste na caracterização das matérias-primas encontradas nas jazidas naturais, que logo após são levadas para serem armazenadas nas instalações da indústria (SOUSA, 2003)

Após esse processo dá-se início a preparação na massa, que de acordo com a ABCERAM (2024) ocorre através da composição de duas ou mais matérias-primas, além de aditivos e água, sendo a dosagem das matérias-primas e dos aditivos uma etapa primordial do processo de fabricação de produtos cerâmicos.

2.4.2. Formação e fabricação das peças

A etapa de formação das peças também chamada de conformação é a responsável pelo padrão geométrica do produto. Existem vários métodos de conformação, são eles: colagem, extrusão, prensagem e torneamento. A seleção do método tem ligação direta com as condições de trabalho da massa, da dimensão da peça, dos impasses de fabricação, das tolerâncias, do fator econômico (ABCERAM, 2024).

O método de conformação mais utilizado é o de extrusão, que é utilizado em cerâmicas confeccionadas com massas plásticas. Por esse método são conformadas peças de seção transversal regular, tais como: blocos, telhas, tijolos vazados, lajes e lajotas (CARVALHO; CATOLICO; JARQUE, 2015).

Segundo Sousa (2003), a extrusão compreende em submeter uma pasta cerâmica relativamente rígida, a atravessar por um bocal, a fim de obter uma peça com seção transversal com as medidas desejadas. Desta maneira forma-se uma peça contínua a ser cortada, ainda úmida, no comprimento desejado.

2.4.3. Tratamento térmico

O tratamento térmico das peças se dá por meio de dois processos: A secagem e a queima.

De acordo com ABCERAM (2024) a etapa de secagem ocorre após a etapa de formação das peças, e consiste em retirar a água ainda presente nas peças, em decorrência da preparação da massa. Tal procedimento é realizado para evitar tensões e, possíveis defeitos nas peças. A técnica consiste em eliminar a água das peças, de forma lenta e gradual, de maneira natural ou em secadores intermitentes ou contínuos, a temperaturas que variam entre 50°C e 150°C (ABCERAM, 2024).

Após essa etapa ocorre a queima, que é onde os produtos cerâmicos irão sofrer as reações e transformações químicas e físicas para conferir ao produto final as propriedades requeridas (BASTOS, 2003).

Na queima as peças são submetidas a um tratamento térmico a elevadas temperaturas, que em sua maioria varia de 800 °C a 1700°C, em fornos contínuos ou intermitentes que operam em três fases: aquecimento da temperatura ambiente até a temperatura desejada; estabilização durante certo tempo na temperatura especificada; resfriamento até temperaturas inferiores a 200 °C (ABCERAM, 2024).

2.4.4. Acabamento ou finalização

Ao término das etapas descritas, os materiais cerâmicos são retirados do forno, inspecionados, estocados e remetido para a destinação final. Essa etapa é denominada acabamento ou finalização e pode incluir polimento, corte, furo e demais procedimentos que não foi possível atingir durante o processo de fabricação (AGUIAR *et al*, 2022).

2.5. Telha cerâmica

A produção de telhas é um processo fortemente ligado as características de suas matérias-primas, constituída basicamente por argilas plásticas e não plásticas. Os materiais não plásticos atuam como agentes desplastificantes nas composições quando misturados com os materiais argilosos, que por sua vez apresentam granulometria muito fina, e uma distribuição granulométrica adequada é fundamental ao processamento e às características de qualidade do produto desejado (ANDRADE, 2009).

Segundo Beserra (2016), as telhas são compostas por argilas formadas por extrusão com umidade de 20 e 25%, na forma de bastões, seccionadas e depois prensadas na forma final, onde após o processo de secagem são queimadas a temperaturas entre 900 e 1100°C.

De acordo com a NBR 15310/2009, telhas cerâmicas são elementos destinados à montagem de cobertura estanque a água, de aplicação descontínua.

2.5.1. Tipos de telhas cerâmicas

A NBR 15310/2009 classificada os tipos de telhas cerâmicas de acordo com suas características dimensionais e forma de fixação, havendo os seguintes tipos:

- a) Telhas planas de encaixe que se unem por meio de sulcos e saliências;
- b) Telhas compostas de encaixe, que possuem geometria desenvolvida por capa e canal no mesmo componente;
- c) Telha simples de sobreposição, desenvolvidas por capa e canal independentes;
- d) Telhas planas de sobreposição, que apenas se sobrepõem.

Andrade (2009) em seu trabalho destaca que a telha tipo capa canal, é um dos tipos mais difundidos entre as empresas produtoras, e entre essas telhas destaca-se a telha colonial, por ter capa e canal idênticos.

Conforme definição da NBR 15310/2009 a telha capa canal é uma telha de simples sobreposição, formada pelos componentes capa e canal independentes. A convexidade ou concavidade define a utilização como capa ou canal. O canal deve apresentar pinos, furos ou pinos e furos de amarração, para fixação na estrutura de apoio, já a capa esta dispensada de apresentar tais elementos. A figura 3 apresenta os principais modelos de telhas disponíveis e suas características, além da capa canal.

Figura 3 – Principais tipos de telhas cerâmicas

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>Telha Plan: Rendimento: 28 unid/m² Dimensões: 44 x 18 cm Peso: 1,550 kg/unid</p> |  |
|  | <p>Telha Romana: Rendimento: 18 unid/m² Dimensões: 39 x 22 cm Peso: 2,260 kg/unid</p> |  |
|  | <p>Telha Portuguesa: Rendimento: 18 unid/m² Dimensões: 39 x 21 cm Peso: 2,260 kg/unid</p> |  |
|  | <p>Telha Colonial: Rendimento: 28 unid/m² Dimensões: 46 x 18 cm Peso: 1,750 kg/unid</p> |  |

Fonte: Andrade (2009)

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

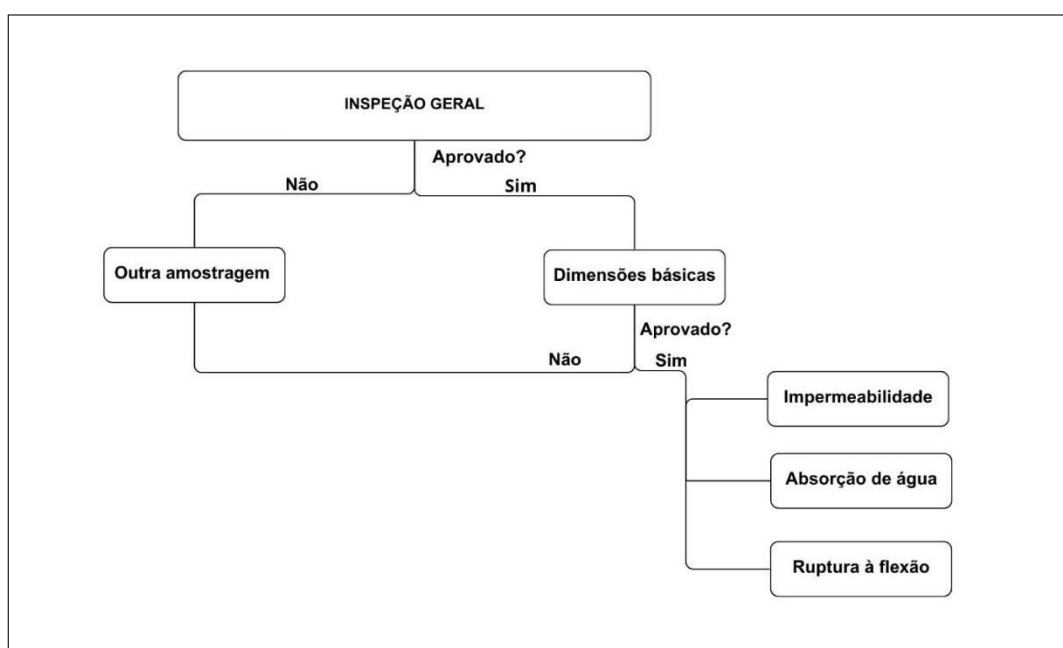
Para a realização do estudo, as telhas cerâmicas do tipo capa canal colonial foram adquiridas em comércios da cidade de Patos-PB, resultando em 3 fabricantes diferentes, sendo dois do Rio Grande do Norte e um da Paraíba. Foram selecionadas 30 telhas cerâmicas de cada fabricante que fazem parte de um mesmo lote. Todas foram ensaiadas para a inspeção geral.

Dessas 30 foram selecionadas, de maneira aleatória, 6 amostras de cada fabricante que foram submetidas aos ensaios de: Dimensões básicas, Impermeabilidade, Ruptura à flexão e Absorção de água.

Em todos os ensaios foram utilizadas as mesmas amostras, com exceção do ensaio de impermeabilidade, no qual foram utilizadas apenas 2 amostras de cada fabricante. Todos os testes foram realizados de acordo com a NBR 15310/2009.

A sequência de ensaios foi organizada de acordo com uma lógica sugerida pela norma, conforme indicado na figura 4. Esta abordagem visa garantir uma execução eficiente e precisa dos ensaios.

Figura 4– Fluxograma de execução dos ensaios.



Fonte: Autor (2024)

Aos fabricantes foi atribuído identificação pelas letras A, B e C, de acordo com seu município de fabricação como demonstra a tabela 1.

Tabela 1– Separação amostras

| Fabricantes | Município de fabricação |
|-------------|-------------------------|
| A | Jardim do Seridó-RN |
| B | Itaporanga-PB |
| C | Parelhas-RN |

Fonte: Autor (2024)

3.2. Inspeção geral

A inspeção geral do lote de cada fabricante foi realizada “in loco”, nos depósitos dos comércios. Foram amostradas 30 peças de cada fabricante. A inspeção foi realizada de acordo com a NBR 15310/2009. Para a identificação foi observado se as telhas possuíam as seguintes informações, gravados em relevo ou reentrância:

- Identificação do fabricante, do município e do estado da federação;
- Modelo da telha;
- Rendimento médio (R_m) da telha, expresso em metro quadrado, sendo obrigatória a gravação T/m^2 ;
- Dimensões na sequência: largura de fabricação (L) x comprimento de fabricação (C) x posição do pino ou furo de amarração (L_p);
- Galga mínima ($G_{mín}$) expressa em centímetros, sendo obrigatória a gravação da grandeza $G_{mín}$.

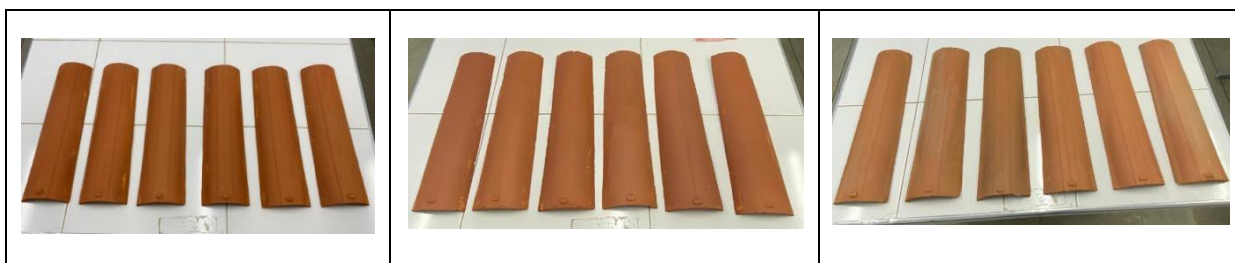
Além das verificações dessas informações, foram observadas as características visuais das amostras para averiguar se as peças apresentavam esfoliações, quebras, lascados e rebarbas.

Por último foi realizado o teste de sonoridade no qual a telha foi suspensa por uma extremidade e percutida com o uso de uma haste de metal.

3.3. Ensaio

Os ensaios de dimensões básicas, impermeabilidade, ruptura à flexão e absorção de água foram realizados no Laboratório de Materiais de Construções e Processos Construtivos, na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal. Todos os ensaios seguiram as diretrizes da NBR 15310/2009. Para cada ensaio foram utilizadas 6 amostras de cada fabricante, consistindo em um total de 18 peças amostradas por ensaio (Figura 5). Com ressalva para o ensaio de impermeabilidade, que utilizou apenas 2 amostras de cada fabricante.

Figura 5– Amostras utilizadas nos ensaios

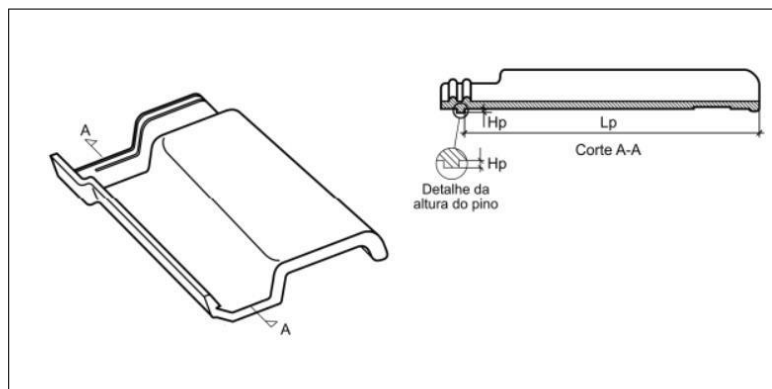


. Fonte: Autor (2024)

3.3.1. Dimensões básicas

Para a determinação das características dimensionais foi utilizado uma trena metálica, onde foi observado o comprimento efetivo (C) a largura efetiva (L), sendo a medição de ambos no local de maior dimensão, e a medição da posição do pino (Lp). Posteriormente com o auxílio de um paquímetro digital foi realizada a medida da altura do pino (Hp) (Figura 6).

Figura 6 – Determinação da posição e altura do pino.



Fonte: NBR 15310/2009

Neste ensaio foram utilizadas 18 amostras, 6 de cada fabricante, os quais foram colocados sobre uma superfície plana e depois realizadas as medidas para determinação das suas dimensões.

Primeiramente foi medido o comprimento efetivo da peça passando a trena longitudinalmente pelo centro da peça de uma extremidade a outra (Figura 7). Logo em seguida foi aferida a medida da posição do pino, que consiste na distância da borda do pino de amarração até à extremidade final da telha (Figura 8).

Posteriormente foi realizada a medição da largura efetiva de cada amostra, medida na maior largura da telha (Figura 9).

Por fim, foi determinado a altura do pino com o auxílio de paquímetro digital.

Após a medição das 18 amostras disponíveis para o ensaio, foram agrupados os valores de cada uma por empresa e então calculou-se a média de cada dimensão.

Figura 7 – Medição do comprimento efetivo das amostras.



Fonte: Autor (2024)

Figura 8 – Medição da distância do pino.



Fonte: Autor (2024)

Figura 9 – Medição da largura efetiva.



Fonte: Autor (2024)

3.3.2. Impermeabilidade

Para este ensaio teve-se que realizar uma adaptação a NBR 15310/2009 com relação a quantidade de amostras utilizadas, pois devido aos moldes utilizados para sua realização só foi possível ensaiar 2 amostras por fabricante.

Para a realização do ensaio foram confeccionados moldes de acrílico que permitissem submeter as amostras a uma coluna de água constante que recobrissem no mínimo 65% da área da amostra, com uma altura mínima de 10 mm (Figura 10).

Figura 10 – moldes de acrílico confeccionados para execução do ensaio



Fonte: Autor (2024)

O ensaio foi composto por duas etapas: a primeira de preparação das amostras e a segunda da execução do ensaio.

Primeiramente as amostras dos três fabricantes foram colocadas imersas em água a temperatura ambiente por 24 horas, em seguida foram retirados e colocados na estufa a uma temperatura de 105°C por 6 horas. Durante as 6 horas, as amostras foram pesadas até que em duas pesagens consecutivas obtiveram uma diferença de massa menor que 0,25%, após a estabilização foram deixadas em temperatura ambiente por 1,5 horas para que resfriassem naturalmente.

Na segunda etapa, as peças foram colocadas em apoios para que ficassem elevadas e logo em seguida o molde confeccionado foi fixado nas telhas por meio de material colante e isolante. Foi então adicionado ao molde água, cuja lâmina de água foi de 10 mm, aos quais permaneceram por 24 horas. Durante esse período a cada duas horas foi observado se na parte inferior da telha havia manchas e/ou gotículas de água, para a observação foi utilizado um espelho posicionado abaixo das peças para uma melhor visualização como demonstra a figura 11.

Figura 11 - Execução do ensaio



Fonte: Autor (2024)

3.3.3. Ruptura à flexão

Para este ensaio foi utilizada uma prensa hidráulica da Fortest, modelo FT02, com capacidade de carga de 200 toneladas, o ensaio foi adaptado ao se anexar uma barra de aço na célula de compressão superior da máquina que distribui a força ao longo do comprimento da telha (Figura 15).

Primeiramente as amostras foram previamente imersas em água a temperatura ambiente por 24 horas, em seguida foi removido o excesso de água das peças e estas foram levadas em sequência para a prensa mecânica, ainda saturadas e foi iniciado o ensaio. A carga foi aplicada progressivamente, sem golpes.

Por fim, registraram-se os valores de carga máxima de ruptura de cada amostra, que foi dado pela prensa em tonelada-força (tf) e transformado em Newtons (N), como solicita a norma.

Figura 12 – Prensa mecânica utilizada no ensaio



Fonte: Autor (2024)

3.3.4. Absorção de água

O ensaio teve início com a separação das amostras que foram ensaiadas, sendo as mesmas identificadas e limpas, retirando assim partículas de pó solto e rebarbas, e posteriormente colocando-as na estufa a 105 °C por 14 horas (Figura 13). Durante esse tempo as amostras foram pesadas até que duas pesagens consecutivas apresentaram diferença de massa menor que 0,25%, após essa estabilização foi aferido o peso em gramas (g) de cada amostra, obtendo a massa seca (m_s).

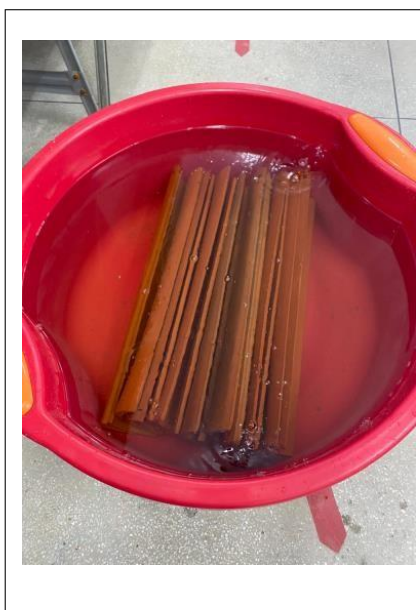
Figura 13 – Amostras submetidas a estufa



Fonte: Autor (2024)

Após a determinação da massa seca (m_s) as amostras foram imergidas em água a temperatura ambiente durante 24 horas (Figura 14). Decorrido esse tempo foram removidas da água, retirando o excesso de água com o auxílio de um pano úmido e pesadas em seguida, obtendo assim a massa úmida (m_u) (Figura 15).

Figura 14 – Telhas imersas em água a temperatura ambiente



Fonte: Autor (2024)

Figura 15 – Pesagem das amostras



Fonte: Autor (2024)

Após a determinação da massa seca (m_s) e da massa úmida (m_u) foi calculado o índice de absorção de água, através da equação 1:

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

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os resultados foram determinados de acordo com os parâmetros exigidos pela norma vigente e separados de acordo com o fabricante.

4.1. Inspeção geral

Foi observado que nenhum dos fabricantes fornecia todas as informações necessárias no quesito identificação. O fabricante A não fornecia 2 informações, e os fabricantes B e C não forneciam 4 informações. A tabela 2 especifica quais dessas informações não foram fornecidas pelos fabricantes.

Com relação a característica visual foi constatado que nenhuma telha possuía danos capazes de comprometer o seu desempenho.

No quesito sonoridade todas apresentaram som metálico quando percutidas pela haste de metal.

Tabela 2 – Resultados identificação

| Informações gravadas nas telhas | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Fabricante A | Fabricante B | Fabricante C |
| Fabricante | Sim | Sim | Sim |
| Cidade | Não | Sim | Sim |
| Estado | Não | Sim | Sim |
| Modelo da telha | Sim | Não | Não |
| Rendimento médio da telha (T/m²) | Sim | Não | Não |
| Largura de fabricação (L) | Sim | Sim | Sim |
| Comprimento de fabricação (C) | Sim | Sim | Sim |
| Posição do pino (Lp) | Sim | Não | Não |
| Galga mínima (Gmin) | Sim | Não | Não |

Fonte: Autor (2024)

Para que os lotes sejam aceitos é necessário que todas as amostras possuam as informações necessárias de acordo com a norma; não tenham defeitos que possam comprometer o seu desempenho e apresentar som metálico quando percutida.

Com os dados obtidos foi possível verificar que com relação as características visuais e sonoridade todas as amostras foram aceitas, entretanto na identificação todas foram rejeitadas.

Dessa forma, todos os lotes foram rejeitados na inspeção geral, em razão do critério de identificação da NBR 15310/2009.

Beserra (2016) em seu estudo constatou que apenas uma das cinco empresas avaliadas em sua pesquisa foram aceitas na inspeção geral. Sendo rejeitadas no quesito de identificação, o que demonstra uma similaridade com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Com afirma a ANICER (2015) essa não adequação dos fabricantes a norma pode ser devido a obstáculos encontrados no setor, como a falta de conhecimento sobre a própria norma e a capacitação dos técnicos do setor quanto ao desempenho dos produtos.

A correta disponibilização das informações das telhas cerâmicas é de extrema importância, visto que essas são as informações que os consumidores possuem para avaliar as características das mesmas; assim como a disponibilidade de telhas sem defeitos que possam comprometer a sua eficiência, para garantir a durabilidade da estrutura que irá utilizar essas peças.

4.2. Dimensões básicas

Nas tabelas 3,4 e 5 é apresentado o resultado das aferições das dimensões básicas de cada fabricante. O fabricante A apresentou uma média de 484,17 mm para o comprimento efetivo (C) com uma variação de 8 mm entre as amostras medidas; para a largura efetiva (L) obteve uma média de 143,67 mm com variação de 10 mm entre as suas amostras; sua posição de pino (Lp) teve uma média de 461,67 mm, com variação de 5 mm e a altura do pino (Hp) obteve uma média de 3,62 mm, com variação de 1,52 mm entre suas amostras.

O fabricante B apresentou uma média de 498,00 mm para o comprimento efetivo (C) com uma variação de 5 mm entre as amostras medidas; para a largura efetiva (L) obteve uma média de 141,33 mm com variação de 10 mm entre as suas amostras; sua posição de pino (Lp) teve uma média de 460,17 mm, com variação de 5 mm e a altura do pino (Hp) obteve uma média de 2,37 mm, com variação de 0,69 mm entre suas amostras.

O fabricante C apresentou uma média de 495,83 mm para o comprimento efetivo (C) com uma variação de 5 mm entre as amostras medidas; para a largura efetiva (L) obteve uma média de 144,83 mm com variação de 6 mm entre as suas amostras; sua posição de pino (Lp) teve uma média de 475,83 mm, com variação de 8 mm e a altura do pino (Hp) obteve uma média de 3,73 mm, com variação de 0,67 mm entre suas amostras.

Tabela 3 – Dimensões básicas advindas dos ensaios do fabricante A

| Dimensões básicas - Fabricante A | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Amostra | Comprimento efetivo (C) (mm) | Largura efetiva (L) (mm) | Posição do pino (Lp) (mm) | Altura do pino (Hp) (mm) | Atende |
| 1 | 480 | 150 | 460 | 3,2 | Não |
| 2 | 485 | 140 | 463 | 3,18 | Não |
| 3 | 482 | 140 | 462 | 3,42 | Não |
| 4 | 488 | 145 | 465 | 3,92 | Não |
| 5 | 485 | 142 | 465 | 3,28 | Não |
| 6 | 485 | 145 | 455 | 4,70 | Não |
| Média | 484,17 | 143,67 | 461,67 | 3,62 | Não |

Fonte: Autor (2024)

Tabela 4 - Dimensões básicas advindas dos ensaios do fabricante B

| Dimensões básicas - Fabricante B | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Amostra | Comprimento efetivo (C) (mm) | Largura efetiva (L) (mm) | Posição do pino (Lp) (mm) | Altura do pino (Hp) (mm) | Atende |
| 1 | 495 | 143 | 470 | 2,52 | Não |
| 2 | 500 | 145 | 401 | 2,77 | Não |
| 3 | 495 | 140 | 475 | 2,42 | Não |
| 4 | 500 | 145 | 475 | 2,25 | Não |
| 5 | 498 | 140 | 470 | 2,08 | Não |
| 6 | 500 | 135 | 470 | 2,20 | Não |
| Média | 498,00 | 141,33 | 460,17 | 2,37 | Não |

Fonte: Autor (2024)

Tabela 5– Dimensões básicas advindas dos ensaios do fabricante C

| Dimensões básicas - Fabricante C | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|
| Amostra | Comprimento efetivo (C) (mm) | Largura efetiva (L) (mm) | Posição do pino (Lp) (mm) | Altura do pino (Hp) (mm) | Atende |
| 1 | 495 | 145 | 475 | 3,43 | Não |
| 2 | 495 | 142 | 474 | 4,02 | Não |
| 3 | 490 | 148 | 472 | 3,63 | Não |
| 4 | 500 | 145 | 480 | 3,39 | Não |
| 5 | 495 | 145 | 478 | 4,06 | Não |
| 6 | 500 | 144 | 476 | 3,86 | Não |
| Média | 495,83 | 144,83 | 475,83 | 3,73 | Não |

Fonte: Autor (2024)

A tabela 6 mostra as dimensões básicas de acordo com o modelo da telha segundo a NBR 15310/2009. A norma admite uma tolerância de $\pm 2\%$ com relação a todas as dimensões e altura mínima de 3 mm para o pino.

Tabela 6– Dimensões básicas de acordo com a NBR 15310/2009 para a telha colonial

| Dimensões básicas NBR 15310/2009 | | | |
|---|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Largura efetiva (L) (mm) | Comprimento efetivo (C) (mm) | Posição do pino (Lp) (mm) | Altura do pino (Hp) (mm) |
| 180 | 460 | 410 | 8 |

Fonte: Autor, (2024)

Para que as amostras fossem aceitas elas precisariam estar dentro do intervalo permitido pela norma, que para o Comprimento efetivo (C) está entre 450,8 mm e 469,2 mm; para a largura de efetiva (L) está entre 176,4 mm e 183,6 mm; para a posição do pino (Lp) está entre 401,8 mm e 418,2 mm; e para a altura do pino (Hp) deve ser no mínimo 3 mm.

A partir dos comparativos entre os dados obtidos em ensaios e norma foi possível inferir que com relação ao comprimento efetivo (C) e a posição do pino (Lp) todos os fabricantes apresentaram valores superiores ao limite máximo da norma; com relação a largura efetiva (L) todos os fabricantes apresentaram valores abaixo do limite mínimo da norma, e para a altura do pino (Hp) o fabricante B apresentou média abaixo dos 3 mm mínimos e os demais fabricantes atenderam a norma.

Com relação ao comprimento efetivo (C) os fabricantes A, B e C superaram o limite superior em 3,19%, 6,14 % e 5,67%, respectivamente.

Para a largura efetiva (L) os fabricantes A, B e C ficaram abaixo do limite mínimo em 18,55%, 19,90% e 17,90%, respectivamente.

A posição do pino (Lp) superou o limite máximo em 10,39%, 10,03% e 13,78% para os fabricantes A, B e C respectivamente.

Com esses dados foi possível concluir que nenhum dos fabricantes atendeu as exigências da norma, sendo todos rejeitados.

Em seu trabalho Beserra (2016) também inferiu que todas as telhas analisadas, de 5 marcas diferentes, foram rejeitadas por não estarem de acordo com a NBR 15310/2009, demonstrando que essa inadequação a norma não se dá apenas nos fabricantes analisados neste trabalho.

Telhas com dimensões fora da tolerância/padrão podem não se alinhar corretamente, causando problemas no encaixe e comprometendo a vedação e a estabilidade da cobertura, resultando em goteiras e vazamentos que podem danificar a estrutura e comprometer a habitabilidade da edificação.

Além disso pode tornar o telhado de difícil execução, sendo um processo mais demorado, exigindo ajustes constantes e aumento do custo de mão-de-obra, aumentando o desperdício de materiais e até mesmo uma manutenção mais frequente devido a problemas de encaixe e vedação.

4.3. Impermeabilidade

De acordo com o ensaio realizado nenhuma amostra apresentou gotículas de água na superfície inferior das telhas após o período de 24 horas sujeitas a pressão de água.

Cada uma das amostras apresentou uma expansão da mancha de umidade bem similares entre si, no qual toda a amostra ficou úmida, conforme mostram as figuras 16, 17 e 18.

Figura 16 – Mancha de umidade nas amostras do fabricante A



Fonte: Autor (2024)

Figura 17 – Mancha de umidade nas amostras do fabricante B.



Fonte: Autor (2024)

Figura 18 - Mancha de umidade nas amostras do fabricante C



Fonte: Autor (2024)

Conforme a NBR 15310/2009 para que as amostras fossem aceitas não poderia se formar gotículas de água na parte inferior da telha. O que não ocorreu com nenhuma amostra.

Com isso, todos os lotes de todos os fabricantes foram aceitos por estarem de acordo com a norma vigente.

Júnior, Macedo e Ferreira (2001) em seu estudo analisando telhas cerâmicas comercializadas no município de Campina Grande-PB obtiveram resultados similares aos alcançados por este trabalho, no qual foram analisadas seis amostras e foi apurado que todas elas atendiam a exigência da norma.

Telhas cerâmicas que não são impermeáveis, ou seja, que absorvem e permitem a passagem de água, podem apresentar diversos problemas que comprometem a integridade estrutural e a funcionalidade do telhado. Esses problemas podem afetar não apenas o desempenho das telhas, mas também a durabilidade e a segurança da construção como um todo.

A permeabilidade pode levar à infiltração de água na estrutura do telhado causando danos a elementos estruturais. Além disso, a infiltração da água pode resultar em goteiras e vazamentos, causando danos aos demais elementos da edificação.

4.4. Ruptura a flexão

Pelo ensaio de ruptura a flexão, a média de 6 ensaios para o fabricante A foi de 4968,33 N, para o fabricante B de 4036,50 N e para o fabricante C de 4902,83 N como demonstra a tabela 7.

Tabela 7 – Resultado do ensaio de carga de ruptura à flexão

| Carga de ruptura à flexão | | | |
|---------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Amostra | Fabricante A (N) | Fabricante B (N) | Fabricante C (N) |
| 1 | 5295 | 4118 | 5295 |
| 2 | 4511 | 4511 | 4903 |
| 3 | 4511 | 4118 | 4118 |
| 4 | 5295 | 4118 | 5295 |
| 5 | 4903 | 4118 | 4903 |
| 6 | 5295 | 3236 | 4903 |
| Média | 4968,33 | 4036,50 | 4902,83 |

Fonte: Autor (2024)

O fabricante A apresentou uma variação de 784 N entre o menor e o maior valor aferido no ensaio.

O fabricante B apresentou uma variação de 1275 N entre o menor e o maior valor obtido no ensaio e o fabricante C obteve uma variação de 1177 N entre o menor e o maior valor obtido no ensaio.

Dentre os fabricantes estudados foi observado que o fabricante A apresentou o maior valor de carga de ruptura com 4968,33 N seguido do fabricante C com um valor de carga de ruptura de 4968,33 N e o fabricante B apresentou o menor valor de carga de ruptura com 4036,50 N.

A partir dos dados obtidos foi possível constatar que todas as amostras atendem o que preconiza a NBR 15310/2009, uma vez que todas as mostras superam a carga de ruptura mínima determinada pela norma, que é de 1000 N.

Os fabricantes A, B e C superam o limite mínimo de carga a ruptura em 469,83%, 403,65% e 496,83% respectivamente.

Segundo Pereira *et al.* (2016) em seu trabalho avaliando telhas cerâmicas produzidas no vale do Assú-RN, também foram obtidos resultados que demonstraram que todas as amostras ensaiadas superaram o limite mínimo da norma.

Telhas com cargas de ruptura inferior ao que preconiza a norma são suscetíveis a não aguentar as intempéries as quais os telhados são expostos, o que

pode ocasionar danos estruturais como rachaduras, quebras e até mesmo o colapso da estrutura. Por isso é importante que os fabricantes busquem maneiras de garantir a qualidade das peças de acordo com a norma.

4.5. Absorção de água

Nas tabelas 8, 9 e 10 são apresentados os índices de absorção para os fabricantes A, B e C. Para todas as empresas foram ensaiadas 6 amostras. Os fabricantes A, B e C apresentaram média de absorção de 8,73%, 10,66% e 11,48% respectivamente.

Tabela 8 – Índice de absorção fabricante A

| Amostra | Massa seca (g) | Massa úmida (g) | índice de absorção (%) |
|--------------|----------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 1120 | 1216 | 8,57 |
| 2 | 1118 | 1212 | 8,41 |
| 3 | 1118 | 1218 | 8,94 |
| 4 | 1126 | 1224 | 8,70 |
| 5 | 1088 | 1184 | 8,82 |
| 6 | 1098 | 1196 | 8,93 |
| Média | 1111,33 | 1208,33 | 8,73 |

Fonte: Autor (2024)

Tabela 9 - Índice de absorção fabricante B

| Amostra | Massa seca (g) | Massa úmida (g) | índice de absorção (%) |
|--------------|----------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 1066 | 1184 | 11,07 |
| 2 | 1116 | 1220 | 9,32 |
| 3 | 1070 | 1188 | 11,03 |
| 4 | 1090 | 1210 | 11,01 |
| 5 | 1080 | 1206 | 11,67 |
| 6 | 1072 | 1178 | 9,89 |
| Média | 1082,33 | 1197,67 | 10,66 |

Fonte: Autor (2024)

Tabela 10 – Índice de absorção fabricante C

| Amostra | Massa seca (g) | Massa úmida (g) | índice de absorção (%) |
|--------------|----------------|-----------------|------------------------|
| 1 | 1224 | 1352 | 10,46 |
| 2 | 1204 | 1326 | 10,13 |
| 3 | 1198 | 1340 | 11,85 |
| 4 | 1296 | 1466 | 13,12 |
| 5 | 1218 | 1362 | 11,82 |
| 6 | 1218 | 1358 | 11,49 |
| Média | 1226,33 | 1367,33 | 11,48 |

Fonte: Autor (2024)

As amostras do fabricante A se mostraram mais similares entre si, com variação de apenas 0,52% em relação ao maior e o menor índice de absorção de água.

O fabricante B apresentou uma variação de 2,35% em relação ao maior e o menor índice de absorção de água.

O fabricante C apresentou a maior disparidade entre suas amostras, com uma variação de 2,99% em relação ao maior e o menor índice de absorção de água.

Dentre os fabricantes estudados o fabricante A foi que obteve o menor percentual de absorção 8,73%, seguido do fabricante B com 10,66% e o fabricante C obteve 11,48%, sendo essa a maior absorção.

Com os dados obtidos é possível inferir que todas as amostras atenderam a norma 15310/2009, pois todas têm índice de absorção de água abaixo do limite máximo exigido que é de 20%.

Segundo Bezerra (2016) estudando telhas coloniais comercializadas no município de Mossoró – RN, observou que os índices de absorção ficaram entre 7% a 11% para 5 empresas estudadas. Estes valores são coincidentes com os valores obtidos nesse trabalho.

O alto índice de absorção de água pode acarretar uma série de problemas como: o comprometimento da sua durabilidade; riscos de fissuras e quebras; problemas de isolamento térmico.

Segundo Dias, Toffoli e Agopyan (2004) a absorção de água é uma das características físicas mais importantes pois está relacionada ao tipo de material e o processo de fabricação.

De acordo com Telhas perkus (2024) telhas com baixa absorção de água são capazes de manter sua integridade estrutural por mais tempo, sendo menos passíveis aos efeitos diversos da umidade, como expansão, contração e deterioração. Isso resulta em maior resistência a fissuras, rachaduras e outros danos relacionados à água, garantindo uma proteção confiável ao longo dos anos. A escolha de telhas com menor índice de absorção pode garantir uma maior durabilidade com menos trabalho de manutenção.

5. CONCLUSÕES

Pelo item inspeção geral da NBR 15310/2009 os fabricantes A, B e C foram rejeitados. Visto que no item identificação todas foram não aceites e nos itens identificação visual e sonoridade todas as empresas foram aceites, e para que os lotes fossem aceites as amostras deveriam ser aceites em todas essas verificações.

Na avaliação das dimensões básicas do comprimento efetivo (C), largura efetiva (L), posição do pino (Lp) e altura do pino (Hp) todos os fabricantes A, B e C apresentaram comprimento efetivo e posição do pino superiores a valores de referência de norma; para largura efetiva os valores encontrados foram menores que os valores de norma e quanto a altura do pino apenas a empresa B não atendeu a NBR 15310/2009. Com isso, nenhum fabricante foi aceito.

Com relação aos ensaios de ruptura à flexão os fabricantes A, B e C obtiveram resultados de 4968,33 N, 4036,50 N e 4902,83 N respectivamente, valores acima do limite exigido por norma que é de 1000 N. Dessa forma, todos os fabricantes estão de acordo com a NBR 15310/2009.

No tocante ao ensaio de impermeabilidade todos os fabricantes foram aceites em virtude de seus índices de absorção terem obtidos valores de 8,73%, 10,66% e 11,48% para os fabricantes A, B e C, nessa ordem, ficando abaixo do limite estabelecido em norma de 20%.

Com os dados obtidos em laboratório é possível identificar que ainda é necessária uma padronização de confecção de telhas cerâmicas em conformidade com o que estabelece a NBR 15310/2009, principalmente no quesito de dimensões básicas, que se mostrou o item menos atendido em todas as amostras e mais discrepante quando comparado a norma.

Em suma nenhum dos fabricantes estudados, de ambos os estados, estão em conformidade com a norma vigente e necessitam de ajustes para que assim consigam oferecer um produto com uma melhor qualidade.

Melhorar a qualidade das telhas cerâmicas não só beneficiará as empresas em termos de conformidade e reputação no mercado, mas também trará benefícios significativos para os clientes, garantindo que recebam produtos confiáveis e duráveis para suas construções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. Informações Técnicas: Definição e classificação. In: ABCERAM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (São Paulo, SP). Disponível em: <https://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

ABCERAM – Associação Brasileira de Cerâmica. Informações Técnicas: Processos de Fabricação. In: ABCERAM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA (São Paulo, SP). Disponível em: <https://abceram.org.br/processo-de-fabricacao/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

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

ALMEIDA, Maryane Pipino Beraldo de; TAMASHIRO, Jacqueline Roberta; PAIVA, Fábio Friol Guedes de; KINOSHITA, Angela. **Resíduo de cerâmica vermelha: uso em materiais cimentícios na construção civil**. In: A CONSTRUÇÃO civil em uma perspectiva econômica, ambiental e social. [S. l.: s. n.], 2021. cap. 24, p. 359-364.

ANDRADE, Felipe Lira Formiga. **Estudo da formulação de massas cerâmicas provenientes da região do Seridó-RN para fabricação de telhas**. 2009. Dissertação (Mestre em engenharia mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [S. l.], 2009.

ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Dados do setor. Disponível em: <<http://www.anicer.com.br>>. Acesso em: 22 abr. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15310: componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: 2009.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTOS, LOUÇAS SANITÁRIAS E CONGÊNERES (ANFACER). História da cerâmica. Disponível em: <https://www.anfacer.org.br/setor-ceramico/historia-da-ceramica>. Acesso em: 21 abr. 2024.

BACCELLI JÚNIOR, Gilberto. **Avaliação do processo industrial da cerâmica vermelha na região do Seridó - RN**. 2010. 541 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

BASTOS, Frederico Assis. **Avaliação do processo de fabricação de telhas e blocos cerâmicos visando a certificação do produto**. Orientador: Orestes Estevam Alarcon. 2003. 164 p. Dissertação (Mestre em engenharia civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BESERRA, Marina Macedo. **Avaliação da qualidade das telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Mossoró- RN, conforme a NBR 15310/2009.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade federal rural do semi-árido, [S. l.], 2016.

CARVALHO, Luciana Crivelare Gomes; CATOLICO, Ana Carolina Chaves; JARQUE, Natalia Alegreiro. **Aproveitamento de resíduos do saneamento básico na fabricação de cerâmica vermelha.** XI Fórum Ambiental da Alta Paulista, [s. l.], v. 11, ed. 9, p. 79-96, 10 set. 2015

DANTAS, Antônio de Pádua Arlindo. **Utilização de resíduos de rochas ornamentais na produção de cerâmica branca.** 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

DIAS, J.F.; TOFFOLI, S.M.; AGOPYAN, V.. Absorção de telhas de cerâmicas vermelha. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 48., 2004, Curitiba. **anais [...]**. Curitiba: Associação Brasileira de Cerâmica, 2004

JÚNIOR M.P.R; MACEDO, R.S; FERREIRA, H.C. A qualidade das telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Campina Grande - Paraíba. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, 45., 2001, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Associação brasileira de cerâmica, 2001.

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

MOTTA, F. J. M. et al. **As matérias-primas cerâmicas – parte I: O perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos.** Cerâmica Industria. Ano II, v.6 (2001), p. 28-39.

MOTTA, F. J. M. et al. **As matérias-primas Plástica para a Cerâmica Tradicional: Argilas e Caulins.** Cerâmica Industria. v.9 (2004), p. 33-44.

NAPOLI, L. Cerâmica: a mais antiga das indústrias. ANICER: Associação Nacional da Indústria Cerâmica, out. 2015.

PEREIRA, D.D. et al. Propriedades físicas das telhas cerâmicas produzidas no vale do Assú em consonância com as normas vigentes. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 22., 2016, Natal. **anais [...]**. Natal : Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2016.

SANTOS, Fernanda Katiusca dos. **A indústria da cerâmica vermelha e os índices de extremos climáticos para os estados do Rio Grande do Norte e Paraíba.** 2017. 103f. Dissertação (Mestrado em Ciências Climáticas) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Boletim de inteligência. Construção Civil: Cerâmica Vermelha. Dezembro, 2015

SILVA, Maria Lilian Almino da. **Análise técnica de blocos cerâmicos de diferentes olarias do sertão paraibano**. 2023. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2023

SOUSA, Fábio J. P. **Estudo e Desenvolvimento de Alternativas para o aproveitamento de Resíduo das Indústrias de Revestimentos Cerâmicos**. 2003. Dissertação (Mestre em engenharia e ciência dos materiais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SOUZA, Lana Lopes de. **Utilization of wast of kaolin in white ceramic**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

TEIXEIRA, Marcelo da Costa. **Análise inferencial da resistência de telhas cerâmicas submetidas a esforços múltiplos de impacto simulando chuvas de granizo**. 2021. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, [S. I.], 2021.

TELHAS PERKUS. **Por que a absorção d'água numa telha é um aspecto importante para seu telhado?**. c2024. Disponível em: <https://telhasperkus.com.br/por-que-a-absorcao-dagua-numa-telha-e-um-aspecto-e-importante-para-seu-telhado/#:~:text=A%20PERKUS%20é%20um%20exemplo,um%20processo%20meti culoso%20de%20fabricação.> Acesso em: 21 de maio de 2024.

VIEIRA, Ana Beatriz da Silva. **Avaliação do rendimento de processo utilizados para o beneficiamento do resíduo industrial de caulim**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de materiais) - Universidade Federal da Paraíba, [S. I.], 2018.