



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

IGOR RODRIGUES VIEIRA

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA E DESEMPENHO DE TELHAS CERÂMICAS
COMERCIALIZADAS EM PALMAS – TO**

PALMAS

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

V657a Vieira, Igor Rodrigues
 ANÁLISE DE EFICIÊNCIA E DESEMPENHO DE TELHAS
 CERÂMICAS COMERCIALIZADAS EM PALMAS – TO / Igor Rodrigues
 Vieira. – Palmas, TO, 2021.
 54 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientador: Me. Octaviano Sidnei Furtado

1. Telhas Ceramica. 2. Cobertura. 3. Telhado. I. Furtado, Octaviano
Sidnei. II. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).**

IGOR RODRIGUES VIEIRA

**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA E DESEMPENHO DE TELHAS CERÂMICAS
COMERCIALIZADAS EM PALMAS – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC I) elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel no Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas.

Orientador: Prof. Me. Octaviano Furtado.

PALMAS

2021

IGOR RODRIGUES VIEIRA

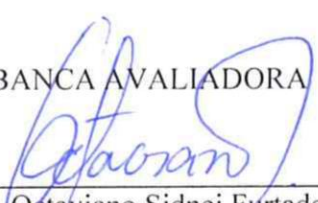
**ANÁLISE DE EFICIÊNCIA E DESEMPENHO DE TELHAS CERÂMICAS
COMERCIALIZADAS EM PALMAS – TO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC I) elaborado e apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel no Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas.

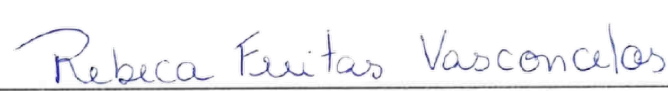
Orientador: Prof. Me. Octaviano Furtado.

Aprovado em: 06 / 12 / 2021

BANCA AVALIADORA



Prof. Me. Octaviano Sidnei Furtado (Orientador)
Instituto Federal do Tocantins - IFTO



Prof.ª. Me. Rebeca Freitas Vasconcelos
Instituto Federal do Tocantins - IFTO

SUZY BARBOSA MELO
MORENO:32331630100

Assinado de forma digital por SUZY
BARBOSA MELO MORENO:32331630100
Dados: 2021.12.17 16:11:16 -03'00'

Prof.ª. Me. Suzy Barbosa Melo Moreno
Instituto Federal do Tocantins - IFTO

AGRADECIMENTOS

Me tornar engenheiro foi a motivação dos meus últimos anos de estudo, em meio a essa caminhada houveram momentos e pessoas que me agregaram de tal forma que sem elas essa jornada não seria findada.

A minha mãe, Janete, que mesmo em outro país não me deixou desistir desse sonho em comum entre nós e sempre esteve ao meu lado em todas as minhas decisões com seu amor incondicional.

Ao meu pai, Eduardo, que me apoiou direta e indiretamente nessa grande etapa da minha vida.

A minha filha, Liz, o presente mais inesperado no meio dessa caminhada, por ter colaborado com as noites em claro do papai, elas valeram a pena.

A minha namorada, Isadora, por toda ajuda prestada, paciência, calma e carinho, sem ela essa jornada não faria sentido.

Aos meus amigos que direta e indiretamente me apoiaram fazendo com que essa etapa fosse concluída da melhor forma possível.

E, finalmente, agradeço a DEUS, por ter me sustentado, me fornecendo calma, paciência, apoio e me presenteado com o privilégio de terminar esse curso e de finalmente me tornar Engenheiro.

RESUMO

VIEIRA, Igor Rodrigues. **Análise de eficiência e desempenho de telhas cerâmicas comercializadas em Palmas – TO.** 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins. Palmas, 2021.

As coberturas ou telhados são o conjunto de elementos ou componentes dispostos no topoda construção que fazem parte do projeto civil, elas possuem funções de assegurar a impermeabilização e a salubridade. Um dos principais produtos utilizados para elaboração de coberturas principalmente em residências unifamiliares, são as telhas cerâmicas, sendo uma das opções de telhas mais antigas e também acessíveis quando comparada a outros modelos, pois possuem boa adaptação ao clima tropical além de oferecer um custo benefício adequado. Logo, o objetivo desse trabalho foi realizar um estudo sobre a eficiência das telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO, através de ensaios de dimensões, sonoridade, características visuais, retilineidade, planaridade, determinação da impermeabilidade, absorção de água, carga de ruptura à flexão simples, realizados, respectivamente, conforme a NBR 15310 (ABNT, 2009). Os resultados indicaram que nenhuma das telhas cerâmicas apresentaram características identificatórias, porém possuíam dimensões adequadas. Quanto aos ensaios de impermeabilidade e absorção de água todas as telhas trouxeram resultados satisfatórios. Entretanto, o ensaio de carga de ruptura simples apresentou resultados insatisfatórios, visto que seis dos doze ensaios foram reprovados. Em geral, a pesquisa conseguiu atingir seu objetivo, identificando todas as características das telhas cerâmicas demonstrando resultados positivos e negativos, garantindo ao consumidor final, um produto final com as características bem definidas.

Palavras-chave: Telhas cerâmicas. Coberturas. Retilineidade. Planaridade.

ABSTRACT

VIEIRA, Igor Rodrigues. **Analysis of efficiency and performance of ceramic tiles sold in Palmas – TO**. 50 f Course Completion Work (Graduation) - Civil Engineering. Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins. Palmas, 2021.

Roofs or covers are sets of elements or components arranged on top of the construction that are part of the civil project, they present functions to ensure waterproofing and healthiness. One of the main products used for roofing, mainly in single-family homes, is ceramic tiles, which are one of the oldest tiles options and are also accessible when compared to other models, as they have good adaptation to the tropical climate in addition to offering an adequate cost-benefit ratio. Therefore, the objective of this work was to carry out a study on the efficiency of ceramic tiles sold in the city of Palmas - TO, through tests of dimensions, sound, visual characteristics, straightness, flatness, determination of impermeability, water absorption, breaking load to simple flexion, performed, respectively, according to NBR 15310(ABNT, 2009). The results indicated that none of the ceramic tiles showed identifying characteristics, but they had adequate dimensions. As for the impermeability and water absorption tests, all the tiles brought satisfactory results. However, the simple breaking load test showed unsatisfactory results, as six of the twelfth tests failed. In general, the research managed to achieve its objective, identifying all the characteristics of ceramic tiles, demonstrating positive and negative results, guaranteeing the final consumer a final product with well-defined characteristics.

Keywords: Ceramic tiles. Coverings. Straightness. Planarity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Demonstração de coberturas. (A) Cobertura inclinada e (B) Cobertura plana.....	16
Figura 2 – Telha cerâmica do tipo “Americana” (A); – Telha cerâmica do tipo “Colonial” (B); Telha cerâmica do tipo “Romanas” (C); Telha cerâmica do tipo “Francesas” (D).	19
Figura 3 – Telha cerâmica do tipo “Italiana” (A) e Telha cerâmica do tipo “Portuguesa”(B).....	20
Figura 4 - Fluxograma das principais do processo de fabricação das telhas cerâmica	22
Figura 5 - Fluxograma do estudo.	26
Figura 6 - Telhas montadas para a realização do ensaio de impermeabilidade	28
Figura 7 – Verificação das características de identificação de telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO	32
Figura 8 - Verificação das características visuais de telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO	33
Figura 9 - Fluxograma demonstrando de forma esquemática quais corpos de prova foram utilizados para realização de cada ensaio.	34
Figura 10 - Mensurações das dimensões das telhas cerâmicas comercializadas em Palmas –TO: comprimento efetivo, largura efetiva, posição do pino e altura do pino.	34
Figura 11 - Ensaio de planaridade e retilidade em telhas cerâmicas comercializadas em Palmas – TO	37
Figura 12 - Ensaio de absorção de água em telhas cerâmicas comercializadas em Palmas - TO.....	39
Figura 13 - Percentual de absorção de água pelos corpos de provas comercializadas em Palmas – TO	40
Figura 14 - Ensaio de impermeabilidade em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO	41
Figura 15 - Esquema de ruptura a flexão simples em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO e gráficos de força exercida sobre os corpos de prova	43
Figura 16 - Linha de tendência (1000N) de ruptura a flexão simples em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação das coberturas, quanto inclinação do pendente	17
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens da utilização de telhas cerâmicas	24
Tabela 3 - Tipos de telhas e cargas de ruptura	30
Tabela 4 – Resultados da verificação da identificação das telhas cerâmicas	31
Tabela 5 – Ensaio de dimensões (Largura, Comprimento, Altura do pino, Posição do pino) e ensaios de planaridade e retilineidade e os limites tolerados pela NBR 15310 (ABNT, 2009).....	36
Tabela 6 – Ensaio de absorção de água em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO	38
Tabela 7 – Ensaio de impermeabilidade em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO	41
Tabela 8 - Ensaio de ruptura a flexão simples em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROBLEMATICA DA PESQUISA	12
3 JUSTIFICATIVA	13
4 OBJETIVOS	13
4.1 Objetivo Geral	13
4.2 Objetivos Específicos	13
5 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
5.1 Coberturas.....	15
5.2 Tipos de coberturas	16
5.3 Telhas cerâmicas.....	18
5.3.1 Histórico.	18
5.3.2 Matéria-prima	20
5.3.3 Fabricação das telhas cerâmicas	22
5.3.4 As vantagens e desvantagens das telhas cerâmicas	23
5.4 Normatizações para eficiência e desempenho de telhas comercializadas	24
5.5 Patologias.....	25
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
6.1 Materiais.....	27
6.2 Métodos	27
6.2.1 Análise de dimensões	27
6.2.2 Sonoridade e características visuais	27
6.2.3 Retilidade e planaridade	28
6.2.4 Determinação do índice de absorção de água.....	28

6.2.5 Impermeabilidade	29
6.2.6 Determinação da Carga de ruptura à flexão simples	29
6.3 Tratamento dos dados (Análise Estatística)	30
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
7.1 Características de identificação e visuais	31
7.2 Sonoridade.....	33
7.3 Ensaios de dimensões, planaridade e retilineidade	34
7.4 Ensaio de absorção de água	38
7.5 Ensaio de impermeabilidade	40
7.6 Ensaio de ruptura a flexão simples.....	42
8 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

As coberturas ou telhados são os conjuntos de elementos ou componentes dispostos no topo da construção que fazem parte do projeto civil, elas possuem funções de assegurar a impermeabilização devido as águas pluviais e a salubridade, protegendo os demais sistemas da edificação habitacional contra a deterioração por agentes naturais (chuva, vento, ar, poeira, neve, etc.), podendo ainda, contribuir positivamente para o conforto termoacústico da edificação (ALMEIDA, 2020).

Nesse sentido, o telhado ou cobertura possui algumas características, como a convencional, que pode ser formado de diversos tipos de materiais e produtos como as telhas cerâmicas, telhas de concreto, de fibrocimento, dentre outros, visto que as telhas são produzidas a partir de diferentes matérias-primas e fabricadas de diferentes maneiras, tendo como aporte a variação de preço, peso, inclinação, tamanho e a medida utilizada por metro quadrado, há ainda outros tipos de telhados como o verde, os retráteis, entre outros, especificados na literatura (VIEIRA; SOARES; MONTEIRO, 2003).

Segundo a NBR 15.310 (ABNT, 2009), as telhas cerâmicas podem ser classificadas de acordo com seus atributos geométricos e do tipo de fixação, havendo quatro tipos específicos e distintos entre si, são eles, as telhas planas de encaixe que se encaixam por meio de sulcos e saliências, as telhas compostas de encaixe, que possuem geometria formada por capa e canal no mesmo componente, as telhas simples de sobreposição, formadas por capa e canal independentes e por último as telhas planas de sobreposição, que somente se sobrepõem e podem ter pinos e furos de amarração para sua fixação. De acordo com Melo e Lanna (2002), os telhados cobertos com telhas cerâmicas constituem um elemento tradicional na paisagem brasileira e, fazem parte da cultura arquitetônica de diversas regiões em que se inserem.

Logo, para a escolha correta da telha para a cobertura, é necessário averiguar se a superfície do material está lisa e sem ranhuras, o que poderia prejudicar o encaixe perfeito de todos os componentes do telhado, e consequentemente o escoamento das águas pluviais. Contudo ainda deve-se analisar as condições climáticas, a inclinação do telhado, o conforto térmico almejado, seu fabricante e região de fabricação, bem como o tamanho do material (PASCHOAL, 2004).

Vale ressaltar que a norma específica a respeito da conformidade das telhas cerâmicas no Brasil fica a cargo das diretrizes da Norma Brasileira (NBR 15.310/2009), que estabelece

os requisitos que devem ser levados em consideração para testar a qualidade das telhas cerâmicas, como por exemplo: forma e dimensões, análise visual, impermeabilidade, absorção de água, entre outras propriedades. Entretanto, sabe-se que nem todas as telhas cerâmicas atendem as exigências solicitadas pela NBR 15.310 (ABNT, 2009).

Portanto, este trabalho busca trazer uma contribuição para a área da construção civil e possui como objetivo principal analisar algumas marcas de telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas e avaliar se as mesmas cumprem as exigências e parâmetros da norma NBR 15.310.

2 PROBLEMA DE PESQUISA

No que tange uma norma específica a respeito da conformidade das telhas cerâmicas o Brasil deixa a desejar por não possuir uma diretriz específica, porém segundo os procedimentos da Norma Brasileira NBR 15.310 (ABNT, 2009), que estabelece os requisitos tais como: Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, Requisitos e Métodos de Ensaio, apresenta diversos aspectos que devem ser levados em consideração para testar a qualidade das telhas cerâmicas. Entretanto, sabe-se que nem todas as telhas cerâmicas atendem as exigências solicitadas pela NBR 15.310 (ABNT, 2009).

Assim, devido ao alto fluxo de comercialização de telhas cerâmicas na cidade de Palmas, este trabalho se propõe a verificar a adequação das telhas segundo as diretrizes das NBR 15.310 (ABNT, 2009), conforme suas propriedades físicas e mecânicas, levando em consideração as deficiências de fabricação e as falhas causadas pelos materiais decorrentes da inadequação do uso e sua especificação, visto que as telhas cerâmicas necessitam de certificação junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e qualificação pelo Programa Setorial de Qualidade das Telhas Cerâmicas (PSQ-TC).

O estudo científico é pertinente devido a grande utilização de telhas cerâmicas na construção civil. O estudo detalhado servirá, também, de informação ao meio acadêmico e aos profissionais, contribuindo para pesquisas e estudos, proporcionando conhecimento sobre o uso das telhas de cerâmica em futuros projetos, além do que, as avaliações das telhas cerâmicas conforme as normas vigentes, seria um estudo de extrema importância para as indústrias produtoras da região e para os consumidores do município de Palmas, visto que identificariam os pontos onde não se obtém os resultados desejados, possibilitando a redução de custos devido a utilização de telhas de boa qualidade e proporcionaria um melhor atendimento a construção civil local.

3 JUSTIFICATIVA

Um dos principais produtos utilizados para elaboração de coberturas principalmente em residências unifamiliares, são as telhas cerâmicas, sendo uma das opções de telhas mais antigas ainda utilizadas no mercado brasileiro e também acessíveis quando comparada a outros modelos, pois possuem boa adaptação ao clima tropical além de oferecer um custo benefício adequado. Logo, as telhas apresentam como principais requisitos: a impermeabilidade e a segurança contra intempéries, além do formato que garanta fácil colocação. As telhas são oferecidas em diversos formatos e diferentes tipos de encaixe e proporcionam uma grande variedade de opções arquitetônicas com o seu uso.

Um dos principais motivos e justificativas para a elaboração do presente estudo sobre a adequação das telhas cerâmicas comercializadas em Palmas, é que ainda não existem estudos tão detalhados que especifiquem quais são seus processos de fabricação, as normas aplicadas a estas telhas, o seu desempenho e sua adequação perante a NBR 15.310 (ABNT, 2009). Visto que uma abordagem técnico científica, avaliaria as propriedades dimensionais, estruturais e patológicas destas telhas, e garantiria um produto bem definido, e assim competitivo para o mercado, além disso, garantiria ao consumidor um produto de qualidade, qualificando o sistema de cobertura. Assim a avaliação das telhas cerâmicas conforme as normas vigentes, seria um estudo de extrema importância para as indústrias produtoras da região e para os consumidores do município, visto que com algumas análises podemos fazer uma previsão de sua eficiência e adequabilidade.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é analisar se as telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas cumprem os requisitos dimensionais, físicos e mecânicos da norma vigente NBR 15.310 (ABNT, 2009).

4.2 Objetivos Específicos

- Selecionar aleatoriamente fornecedores de telhas cerâmicas no mercado de Palmas;
- Realizar ensaios de impermeabilidade, absorção d'água, carga de ruptura à flexão simples e rendimento médio das telhas estudadas, bem como suas características dimensionais como forma, dimensões, análise visual propostas pela NBR 15.310 (ABNT, 2009).
- Classificar as patologias e irregularidades eventualmente identificadas;
- Apresentar os resultados da pesquisa.

5 REFERÊNCIAL TEÓRICO

5.1 Coberturas

A expressão cobertura é utilizada para designar todo e qualquer conjunto da obra destinado a protegê-la das adversidades recorrentes, levando em consideração a estabilidade estrutural ao longo de sua vida útil. Nesse sentido, compreende-se por cobertura, o conjunto estrutural formado pelas telhas, e pela estrutura secundária que dá suporte e apoio às telhas, classificada como trama ou armação (LOGSDON, 2002; CALIL & MOLINA, 2010).

Entretanto, segundo Reis & Souza (2007), há uma falta de coerência na utilização dos termos cobertura e telhado, principalmente na literatura especializada. Corroborando como os apontamentos feitos por Reis & Souza (2007), Flach (2012) afirma que rotineiramente o termo cobertura e telhado são utilizados de forma redundante, tanto na linguagem leiga ou mesmo por profissionais da área.

De acordo com os estudos de Riffel (2018), a cobertura pode ser subdividida em cinco partes primordiais:

- Telhado: formado por diversas variedades de tipos de telhas;
- Estrutura vertical: dá sustentação a trama;
- Trama: suporte que dá sustentação e apoia o telhado;
- Sistema de captação de água: função de recolher e conduzir a água captada a um determinado local.
- Sistema de contraventamento: tem função de absorver as ações do vento mantendo a estanqueidade do conjunto;

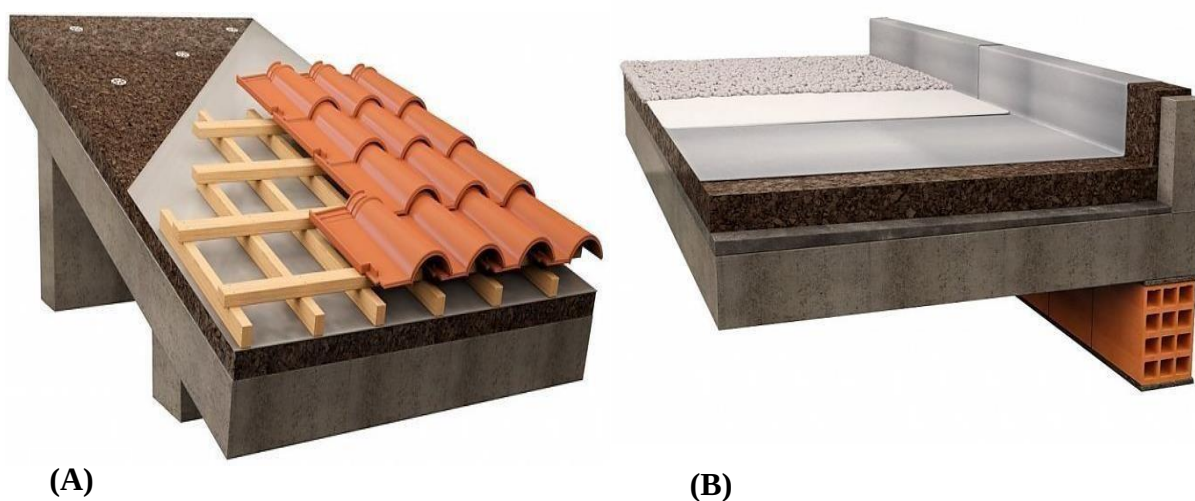
Nesse sentido, o primeiro passo ao construir uma cobertura que atenda todas as necessidades e que seja eficaz, parte do princípio da escolha da telha. Essa escolha determina vários fatores, como a inclinação e a eficiência termo acústica que a cobertura irá proporcionar, visto que, caso as telhas não atendam aos desempenhos esperados, podem ser utilizadas subcoberturas, geralmente compostas por produtos aluminizados, ou sobrecoberturas, instaladas sobre o telhado antigo (CALIL & MOLINA, 2010). Atualmente podemos verificar no mercado diversas variedades de telhas, dentre as mais utilizadas no Brasil podemos elencar as elaboradas com fibrocimento, cerâmicas e metálicas ou mesmo telhas de concreto, vidro, fibra vegetal, policarbonato, madeira, etc.

Denota-se então que ao sistema de cobertura compete a integração com o corpo da edificação por meio da interação com os sistemas de instalações hidrossanitárias, sistemas de isolamento térmico, proteção contra descargas atmosféricas, além de outros previstos estruturalmente em projeto (GUEDES et al., 2019). Logo, evidenciamos a multidisciplinaridade necessária para o projeto de coberturas. A interação entre elementos de arquitetura, estrutura, desempenho termoacústico e de instalações de águas pluviais demanda ao projetista uma abordagem sistêmica e colaborativa.

5.2 Tipos de coberturas

De acordo com Almeida (2020), as coberturas podem ser divididas em duas categorias principais, as coberturas planas e as inclinadas, tendo sempre como principal função a de proteger o ambiente interno contra agentes externos como vento, chuva, exposição ao sol dentre outros agentes, garantindo assim um ambiente que integraliza o conforto termo acústico da estrutura. Afim de exemplificar melhor cada cobertura, a Figura 1A apresenta a representação de um modelo gráfico de uma cobertura inclinada, já a Figura 1B um modelo de cobertura plana.

Figura 1 – Demonstração de coberturas. (A) Cobertura inclinada e (B) Cobertura plana.



Fonte: Amorim Cork (2021).

Abordando separadamente cada tipo de cobertura, compreende-se por cobertura plana (Figura 1B), aquela em que os materiais de proteção que a compõe estão dispostos em camadas horizontais ou próximo desta posição, corroborando com as informações acima mencionadas, uma cobertura plana terá uma inclinação mínima de 1% e máxima de 8% a 15%, variando de acordo com a legislação do país (LOPES, 1994). As especificações das coberturas quanto ao pendente dependem diretamente da relação entre a aplicação de proteção pesada e o escoamento da água. Dependendo das especificações de cada um dos fatores referidos anteriormente, torna-se possível classificar as coberturas planas em quatro níveis apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação das coberturas, quanto inclinação do pendente

Classe	Designação	Inclinação
Classe I	O pendente origina a estagnação de água e permite a aplicação de proteção pesada	1 %
Classe II	O pendente permite o escoamento da água e a aplicação de proteção	1 a 3%
Classe III	O pendente permite o escoamento fácil da água, mas não possibilitam a aplicação de proteção pesada	3 a 5 %
Classe IV	O pendente impõe necessidades especiais na aplicação das camadas, tal como utilização de fixações mecânicas adicionais	5 a 15 %

Fonte: Lopes (1994).

Logo, as coberturas planas podem também ser agrupadas em diferentes tipologias, levando em consideração algumas de suas características, como por exemplo: a escolha do material de revestimento ou impermeabilizante, acessibilidade, posicionamento da camada de isolamento térmico, existência e tipo de proteção do revestimento de impermeabilização ou a estrutura resistente e principalmente em relação ao pendente (ALVES, 2013).

Outro critério extremamente importante quando estamos trabalhando com coberturas planas está relacionado as exigências funcionais que as mesmas necessitam. Por sua vez, as exigências funcionais em coberturas planas atuam como um requisito colocado a parte de um edifício ou ao seu todo, tendo em vista a satisfação de determinadas necessidades (fisiológicas, psicológicas e socioeconômicas) (RAPOSO, 2009; ALVES, 2013).

Já as coberturas inclinadas são aquelas que possuem no mínimo 8% de inclinação (Figura 1A), sendo mais comumente utilizadas, em construções unifamiliares, carregando consigo, quatro elementos primordiais em sua estrutura, que é a estrutura principal, estrutura

secundária, elementos que sustentam o revestimento da cobertura, revestimento e forro além dos elementos que dão forma e sustentam o conjunto da cobertura (BARROS, 2008; SANTOS et al., 2019). Logo, a cobertura inclinada pode apresentar-se sob diferentes formas (para casos simples de plantas de projetos retangulares ou quadrados), como por exemplo:

- De uma água, constituída por uma vertente (cobertura inclinada);
- De duas águas, constituída por duas vertentes que se intersectam superiormente na cumeeira (cobertura inclinada);
- De quatro águas, constituída por quatro vertentes que se intersectam definindo uma cumeeira e quatro rincões (cobertura inclinada);
- Pavilhão, designa-se geralmente por pavilhão a cobertura de quatro águas constituída por quatro vertentes iguais, correspondentes a uma planta quadrada (cobertura inclinada)

Há ainda outras subdivisões em relação as coberturas que podem ser divididas em pesadas e leves, sendo que a primeira classe, consiste em coberturas confeccionadas com concreto e possuem forma horizontal ou coberturas planares, enquanto a segunda, são constituídas em sua grande maioria por telhas ou por um conjunto telha, colchão de ar e forro (LAMBERTS, 1983).

5.3 Telhas cerâmicas

Dentre os matérias e estruturas que fazem parte do sistema construtivo, sabe-se portanto, que as telhas e as coberturas são um dos elementos essenciais em qualquer construção. Nesse sentido, ao falarmos em telhas de excelente qualidade temos as telhas cerâmicas, as mesmas apresentam características conhecidas e desejáveis pelos consumidores devido principalmente as suas características primordiais como à leveza, resistência, estética, custo benefício e conforto termo acústico, além de uma gama de opções de formas e cores em comparação a outros produtos similares.

5.3.1 Histórico

A palavra Cerâmica provém do termo grego “keramiké”, derivação de “keramos”, que significa argila (ZIEGEL, 2000). Segundo Bastos (2003), a telha cerâmica e produtos

similares surgiram primeiramente na China, por volta de 10.000 a.C. e logo se espalharam pela Ásia e Europa. Sabe-se também que desde o período pré-histórico a terra crua, assim como o barro e a argila tem sido empregadas na construção de alvenarias, estruturas rudimentares e outros elementos estruturais. Por exemplo, no Egito antigo, que remete a 5000 a.C. foram encontradas edificações que fizeram uso da técnica dos adobes moldados com argilas e palhas em formas de madeira (CANTEIRO & PISANI, 2006).

No Brasil de acordo com a Associação Nacional da Indústria de Cerâmica (ANICER) (2000) e Santos (2019), a utilização das telhas de cerâmicas assim com os tijolos maciços é datada desde os primeiros anos do descobrimento, vale ressaltar que, no período colonial as telhas eram moldadas manualmente utilizando mão de obra escrava a qual utilizavam suas pernas como moldes. Contudo, o desenvolvimento do setor de cerâmicas só veio ocorrer após a Segunda Guerra Mundial.

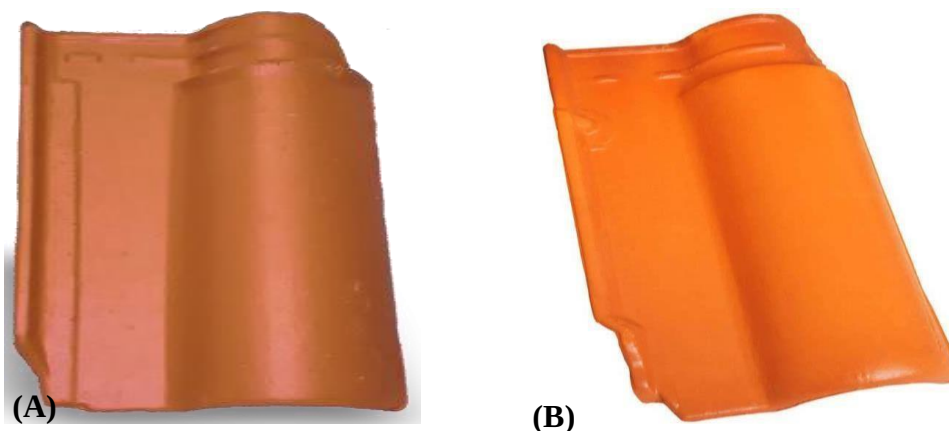
Essa rápida ascensão se dá devido a grande quantidade de matérias-primas naturais, a incorporação de equipamentos mais modernos e tecnológicos, dispensando boa parte do trabalho manual, além de fontes alternativas de energia (COSTA, 2017). Nesse contexto histórico, podemos citar diversas telhas que fazem parte da identidade cultural e arquitetônica do país, dentre elas temos as telhas americanas (Figura 2A), telhas coloniais (Figura 2B), telhas romanas (Figura 2C), telhas francesas (Figura 2D), telhas italianas (Figura 3A) e telhas portuguesas (Figura 3B), sendo que no Brasil as mais comuns são a colonial, romana e americana (ALMEIDA et al., 2013).

Figura 2 – Telha cerâmica do tipo “Americana” (A); – Telha cerâmica do tipo “Colonial” (B); Telha cerâmica do tipo “Romanas” (C); Telha cerâmica do tipo “Francesas” (D);



Fonte: Cerâmica Martins (2021); Construfaz (2021).

Figura 3 – Telha cerâmica do tipo “Italiana” (A) e Telha cerâmica do tipo “Portuguesa” (B).



Fonte: Cerâmica Martins (2021).

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) (1998) a telha colonial foi a primeira a ser introduzida no Brasil pelos portugueses, daí o nome “telha colonial”, a partir da introdução da telha colonial na cultura brasileira houve o desenvolvimento de inúmeras modificações, firmando-se no mercado as telhas paulistas e plan. Logo, cada uma dessas telhas possui características que as distinguem entre si, sendo necessário levá-las em consideração na hora de sua escolha para um projeto estrutural (TORRES, 2018).

5.3.2 Matéria-prima

A principal matéria prima utilizada na fabricação das telhas cerâmicas é a argila. Em geral, as argilas são materiais heterogêneos, cujas características dependem da sua formação geológica e da localização de extração, sendo classificadas como material terroso, de granulação muito fina, que adquire plasticidade, quando umedecida com água, sendo popularmente conhecido como barro (MACEDO et al., 2008). A plasticidade, foi caracterizada de maneira sucinta por Holanda e Silva (2011), de acordo com a denominação do tipo de argila, que em conformidade com a localização geográfica são categorizadas como argilas “magras” ou “gordas”. Essas características se dão pela presença de componentes não plásticos constituídos essencialmente por micas, óxido de ferro, areias e outros componentes, que tem o papel de agentes desplastificantes na composição das argilas (PRACIDELLI & MELCHIADES, 1997).

De acordo com Isaia (2007), as argilas comumente utilizadas na fabricação de telhas cerâmicas são dos tipos montmorilonita e illita, sendo necessária uma seleção minuciosa das argilas que irá compor a massa, em função do tipo de telha a ser desenvolvida. Assim, para a correta utilização das argilas em processos industriais como a fabricação de telhas e tijolos é

fundamental a classificação e identificação completa do tipo de argila e de suas características, para assim estabelecer quais as condições de processamento e formulações são mais desejáveis para se obter produtos com as propriedades adequadas (MORAIS & SPOSTO, 2006; MACEDO et al., 2008).

Em se tratando dos processos de extração, a níveis nacionais a extração da argila é realizada a céu aberto, com a utilização de maquinário pesado tanto para a escavação como para o transporte. Após a extração as argilas devem passar por um longo período de descanso a céu aberto, como mencionado logo abaixo por Abceram (2002).

As argilas devem ser estocadas por um longo período a céu aberto, obtendo-se com isso características adequadas ao seu processamento. Essa prática, chamada sazonalidade, é muito comum desde a antiguidade, pois os processos de intemperismo provocam o alívio de tensões dos blocos de argila, melhoram sua plasticidade e homogeneizam a umidade, entre outros fatores (ABCERAM, 2002, p. 43).

O processo de extração normalmente prevê a retirada da vegetação característica, além de outros interferentes (COSTA, 2017). É nesse sentido, que diversos autores relatam aspectos considerados positivos e negativos em relação à natureza. Sobre as características negativas do processo, sabe-se que toda operação de caráter extrativista ocasiona consequências ambientais com magnitudes distintas, visto que os processos industriais podem agredir habitats naturais como a flora a fauna, além de degradar os recursos hídricos, solo e a atmosfera. Por outro lado, as vantagens inerentes ao processo se dão devido a geração de renda para a população nativa, a diminuição das desigualdades sociais, além de outras características benéficas (MECHI e SANCHES, 2010; PASCHOAL, 2010; PAZ et al., 2015).

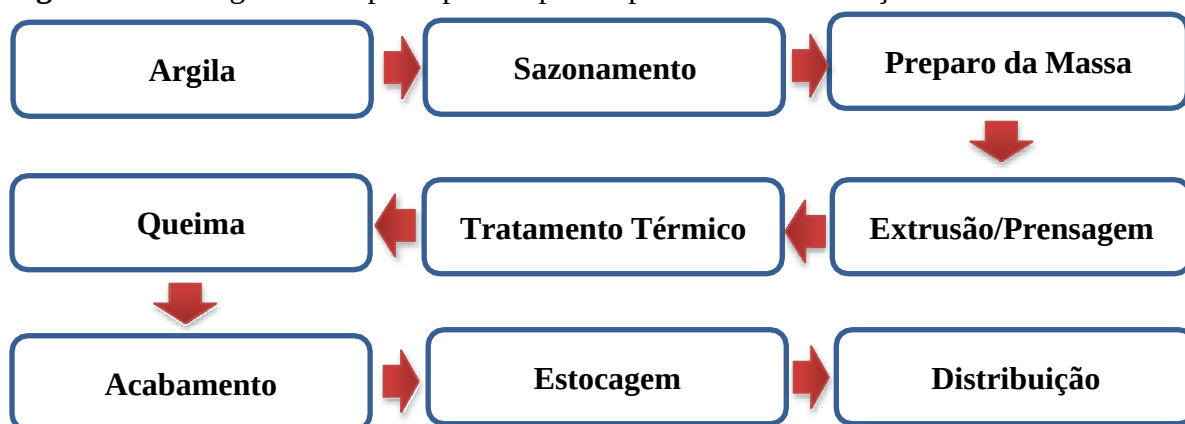
No Estado do Tocantins, localizado na região Norte do Brasil, a indústria cerâmica apresenta notável contribuição econômica, apresentando centenas de indústrias cerâmicas no estado, dentre elas apenas dez incorporam níveis de tecnologia e rigor técnico comparáveis às regiões mais desenvolvidas do país. Entretanto, o setor cerâmico local ainda não atingiu um nível de industrialização e desenvolvimento compatível com a oferta de matéria-prima devido, ao baixo grau de conhecimento dos empresários sobre as características peculiares das argilas e consequentemente de seus produtos como as telhas e tijolos (SILVA, et al., 2015). Esse advento de que apenas dez indústrias apresentam rigor técnico necessário, levanta mais uma vez a

dúvida da qualidade das telhas comercializadas na cidade de Palmas-TO.

5.3.3 Fabricação das telhas cerâmicas

O processo de obtenção das telhas cerâmicas consiste basicamente nas seguintes etapas de: extração, sazonalamento, preparação da massa, formação das peças ou conformação, tratamento térmico, queima, acabamento e estocagem. Cujas as propriedades devem atender as normas NBR 15310 (ABNT, 2009). A Figura 4 apresenta um esquema simplificado do processamento de telhas cerâmicas.

Figura 4 – Fluxograma das principais etapas do processo de fabricação das telhas cerâmicas.



Fonte: Adaptado de Caldas (2012).

As etapas de extração da argila e o sazonalamento foram abordadas no item anterior não sendo mais reportadas nestes tópico, desse modo, de forma resumida, iremos expor algumas características de cada etapa conforme demonstrado na Figura 4.

Após a etapa de sazonalamento a argila é encaminhada para depósitos onde é feito seu beneficiamento, então será feito um tratamento do material argiloso e dos aditivos, sempre levantando o questionamento da técnica de fabricação que será aplicada e o produto final almejado (GUARDA et al., 2019). O preparo da massa consiste em um processo de homogeneização, onde a mistura argila e aditivos é transferida para um equipamento específico chamado “laminador”, que tem como principal objetivo diminuir a área superficial da argila para que atenda características determinadas para uma boa moldagem, secagem e queima, proporcionando assim um produto final de qualidade superior. Nesse sentido, a composição ideal nessa etapa de preparo requer fusibilidade e plasticidade para garantir uma boa execução dos processos posteriores e principalmente a resistência térmica (BASTOS, 2003; CALDAS, 2012).

Na etapa categorizada como conformação (extrusão/prensagem) a argila toma forma de telha, visto que a extrusão consiste em forçar a argila a passar através de um bocal apropriado, dependendo do tipo de telha desejado (BASTOS, 2003). Logo, para se obter uma massa com as características desejáveis para o processo de extrusão é necessário que esta seja dosada corretamente, utilizando quantidades específicas de matérias-primas não plásticas e plásticas a fim de obter um equilíbrio. Este equilíbrio garante um ajuste da plasticidade da mistura, gerando assim massas adequadas para o processamento (CALDAS, 2012). Nesse sentido, é importante ressaltar que as telhas de cerâmica prensadas são muito superiores do que às telhas obtidas a partir de barro comum, por serem mais lisas e impermeáveis.

Seguindo os passos do fluxograma esquemático da fabricação de telhas cerâmicas o próximo passo é o tratamento térmico ou a secagem. A secagem tem por definição a evaporação do líquido presente na argila por meio do transporte através dos poros para o meio externo, visto que o ar externo não se encontra saturado, isso implica dizer que na secagem a telha elimina a água livre e parte da água adsorvida (CALDAS, 2012). Existem dois tipos de secagens, a natural, onde as telhas são deixadas ao ar livre até a evaporação completa ou parcial da água, e secagem artificial, em que as telhas são colocadas em secadores com as temperaturas entre 50°C e 150°C, para eliminar sua água de forma lenta e gradual.

Posterior ao processo de secagem temos a “queima”, etapa categorizada como a mais importante de todo processo produtivo de telhas cerâmicas, pois é durante essa etapa que as telhas e tijolos adquirem suas características finais, através de modificações químicas, mecânicas e físicas causadas pela ação do fogo (CALDAS, 2012). Segundo Isaia (2007), após o processo de secagem, as telhas são queimadas em temperaturas entre 900°C e 1700°C, podendo ser realizado em fornos intermitentes ou contínuos. Logo após a queima, haverá a etapa de acabamento onde deve-se eliminar todas as telhas com fissuras, defeitos, empenos e mal queimadas, a fim de garantir a uniformidade do lote. Por fim, haverá então a estocagem/armazenamento e a posterior distribuição para os centros de comercialização.

5.3.4 As vantagens e desvantagens das telhas cerâmicas

Sabe-se, portanto, que a maioria das edificações existentes fazem uso das telhas cerâmicas, porém, assim como qualquer outro material empregado, as telhas cerâmicas apresentam vantagens e também diversas desvantagens, essas características serão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens da utilização de telhas cerâmicas.

TELHAS DE CERÂMICA	
Vantagens	Desvantagens
Manutenção das características arquitetônicas e culturais	Produtos mal processados dão uma imagem negativa do material
72 % menos água em sua fabricação quando comparadas as telhas de concreto	Elevado nível de desperdício da matéria prima
Variação das formas e dimensões	Processo de aplicação de difícil execução, suscetível a erros humanos
Ótimo desempenho, mesmo em condições climáticas adversas (radiação solar, neve, chuvas torrenciais, granizo, geada, dentre outros)	Para obter bons resultados, faz-se necessário a utilização de mão de obra especializada, aumento o custo
Elevado rigor nas características dimensionais	O desempenho depende de outras características estruturais como os remates, a cumieira, etc.
Não possui características inflamáveis	
Emite 52 % menos CO ₂ do que as coberturas que utilizam telhas de concreto	
Baixo custo de processamento	Complementos como isolamento térmico, tubos de queda de água, etc.
Alta durabilidade	
Produto ecológico e ambientalmente amigável	
Biodegradável e renovável	

Fonte: Brito & Paulo (2004).

5.4 Normatizações para eficiência e desempenho de telhas comercializadas

As normatizações são exigências preconizadas pela NBR 15310 (ABNT, 2009) com o intuito de garantir a eficiência e o desempenho das telhas cerâmicas diante de situações adversas e assegurar a comercialização de telhas dentro dos parâmetros exigidos. De acordo com as diretrizes da NBR 15310 (ABNT, 2009), os requisitos gerais das telhas cerâmicas devem obedecer aos seguintes critérios.

- **IDENTIFICAÇÃO** - A telha cerâmica deve obter os seguintes dados, a identificação do fabricante, verificando o nome comercial, o município e o estado de fabricação, os dados devem ser gravados em relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso; há também a necessidade da

especificação do modelo da telha, bem com seu rendimento médio, expresso em telhas por metro quadrado (T/m^2). Na identificação, também deve ser especificadas as dimensões como largura, comprimento, posição do pino ou furo de amarração.

- SONORIDADE - As telhas submetidas a este ensaio em específico, devem apresentar som semelhante ao metálico;
- CARACTERÍSTICAS VISUAIS - As telhas podem apresentar ocorrências como quebras, esfoliações, rebarbas e lascados desde que não prejudiquem o seu desempenho e eficiência;

Como requisitos específicos, a NBR 15310 (ABNT, 2009) categoriza como sendo amassa, a impermeabilidade, a absorção de água e a carga de ruptura à flexão simples.

- MASSA - A massa da telha seca não deve ser superior a 6% do valor declarado no projeto do modelo da telha;
- ABSORÇÃO DE ÁGUA - O limite máximo admissível é 20%;
- IMPERMEABILIDADE - Quando submetida ao ensaio para verificação da impermeabilidade, a telha não deve apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo, porém, tolerado o aparecimento de manchas de umidade;
- CARGA DE RUPTURA À FLEXÃO SIMPLES - A carga de ruptura a flexão da telha paulista não deve ser inferior a 1000N (100Kgf).

5.5 Patologias

Assim como qualquer outro material de construção, as telhas sofrem deterioração devido à exposição a diversos agentes ambientais como poluição, radiação e chuvas. As principais patologias em coberturas que fazem o uso de telhas cerâmicas podem ser oriundas da má qualidade das telhas, advindas de matérias prima de qualidade incerta, falta de manutenção durante sua vida útil, erros na execução da cobertura além do aparecimento de manchas de umidade, o que acarretaria na formação de mofo e fungos.

De acordo com Louzich (2016), o acúmulo de materiais estranhos nas superfícies dos telhados, como folhas e excesso de poeira podem acarretar no desenvolvimento e proliferação de fungos e musgos devido a retenção de umidade nos materiais ali depositados, esses corpos estranhos tendem a mudar os aspectos visuais e a rugosidade dos elementos que compõem a cobertura, principalmente as telhas. Nesse sentido, as telhas devem ser lisas para que a água escoie livremente e conseqüentemente diminua a proliferação de fungos e musgos.

Outra patologia comumente encontrada em residências com telhas cerâmicas é a

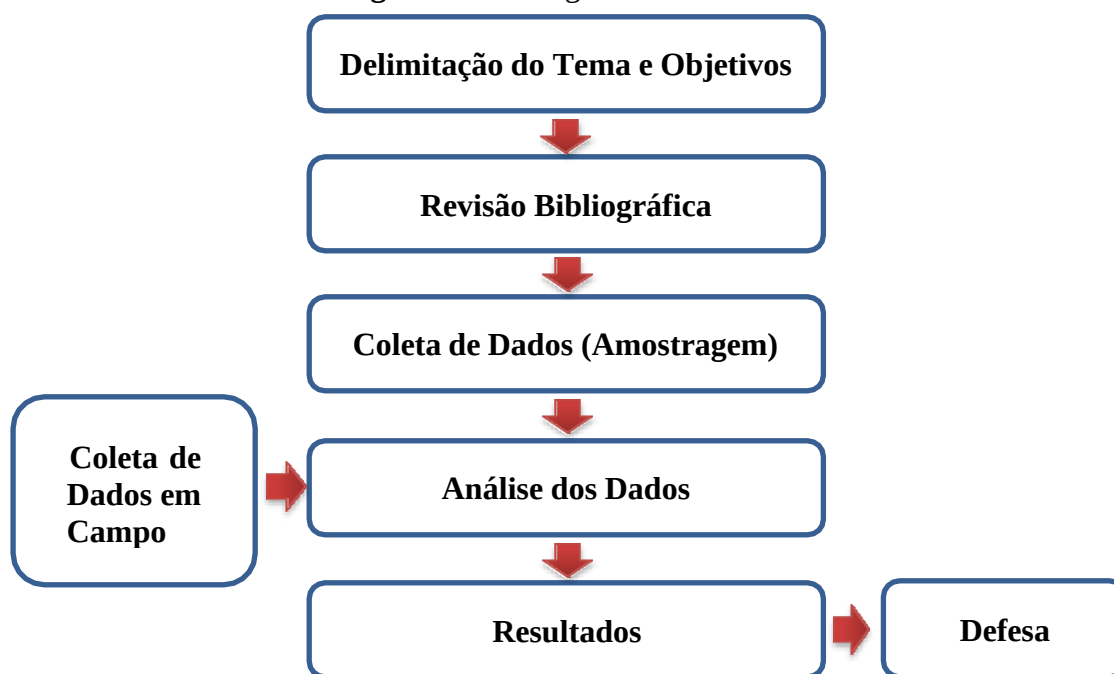
eflorescência, sendo definida como, depósitos cristalinos de cor branca que surgem na superfície do revestimento, como piso (cerâmicos ou não), paredes e telhas, resultante da penetração de líquidos nos poros dos materiais, diluindo sais que migram para o meio externo, tendo como principais causadores dessa reação indesejável o sulfato de cálcio e de magnésio (CAMERMAN, 1948; MONTEIRO; NASCIMENTO; MARTINELLI, 2009b). Apesar de também clarear a superfície, a eflorescência causa uma aparência esteticamente indesejável nas telhas, de dimensões irregulares e coloração que varia de acordo com a orientação da edificação, além do aumento da porosidade e permeabilidade e perda de resistência mecânica do material (GLASSER; MARCHAND; SAMSON, 2008).

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo trata dos procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, abordando os materiais utilizados, caracterização e os procedimentos realizados para avaliar sua adequabilidade diante das diretrizes vigentes da NBR 15.310 (ABNT, 2009). O fluxograma esquemático do estudo foi proposto e pode ser verificado na Figura 5.

O presente estudo foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa foi feito um levantamento bibliográfico sobre a caracterização da telha cerâmica e temas pertinentes ao estudo. Já na segunda etapa, foi realizados os ensaios técnicos científicos de acordo com as diretrizes da NBR 15310 (ABNT, 2009) e NBR 13858-2 (ABNT, 2009).

Figura 5 – Fluxograma do estudo.



Fonte: O autor (2021).

6.2 Materiais

Para a execução deste trabalho foram utilizadas um total de 60 telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas, capital do Estado do Tocantins. Para o ensaio de mensuração das dimensões das telhas foi utilizada uma régua graduada, ou uma trena metálica ou mesmo um paquímetro afim de obter resultados concisos e robustos. Foi também utilizada uma balança digital afim de aferir corretamente o peso das telhas secas e molhadas, para as telhas molhadas foi utilizado um tanque para que as mesmas possam ser imergidas e definir seu grau de absorção de água. Foram feitos também ensaios de impermeabilidade e ensaios da

determinação de carga de ruptura.

6.3 Métodos

Este item em especial descreve os métodos que foram utilizados para o desenvolvimento deste estudo. O objetivo foi obter dados técnicos e precisos em conformidade com a NBR 15310 (ABNT, 2009). Os experimentos serão realizados nos Laboratórios de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas – Tocantins. Os primeiros ensaios laboratoriais foram realizados após a conferência de alguns requisitos mínimos exigidos, como: identificação, características visuais, dimensões e sonoridade das telhas cerâmicas. Logo após, estas vistorias foi realizados testes para verificar a absorção de água, bem como a verificação da permeabilidade das telhas.

6.3.1 Seleção das telhas

Para as análises das características visuais, de sonoridade e de verificação de identificação foram selecionadas de forma aleatória 60 telhas do lote disponível na loja escolhida. Essas telhas foram divididas em duas amostras contendo 30 telhas conforme solicitado na norma NBR 15310 (ABNT, 2009). Em seguida, dentre as 60 telhas foram selecionadas 18 de forma aleatória que foram levadas ao laboratório para a realização da análise dimensional, assim como os ensaios retilineidade, planaridade, taxa de absorção de água, impermeabilidade e carga de ruptura.

As 18 peças selecionadas foram numeradas em corpos de prova de 1 a 18. Inicialmente todos os corpos de prova foram lavados para retirada de impurezas e em seguida, foram colocados para secar em estufa durante um período de 24 horas. Após essa etapa, foram aferidas as massas secas, feita a análise dimensional e os ensaios de retilineidade e planaridade nas telhas de 1 a 6. Em seguida os corpos de prova de 1 a 12 foram colocados em um tanque contendo água e se mantiveram submersos durante um período de 24 horas. Após esse período foi aferida a massa úmida dos corpos de prova de 1 a 6 para a determinação da taxa de absorção de água. Para a realização do ensaio de carga de ruptura foi utilizado os corpos de prova de 1 a 12 que foram divididos em duas amostras de 6 e foram rompidos. Por fim, os corpos de prova de 13 a 18 foram então submetidos ao ensaio de impermeabilidade.

6.3.2 Análise de dimensões

Este parâmetro visa a verificação e a conformidade das características dimensionais básicas das telhas cerâmicas comercializadas em Palmas, tais como: largura efetiva (Le), comprimento efetivo (Ce), altura do pino (Ap) e posição do pino (Pp). Os ensaios (telhas) foram dispostos em uma superfície plana e a obtenção dos dados será aferida com auxílio de uma régua graduada, juntamente com um trena métrica e caso necessário poderia ser feita a utilização de um paquímetro, afim e obter dados mais precisos. As medições foram efetuadas no sentido transversal e longitudinal, sempre na maior dimensão da telha.

6.3.3 Características visuais e sonoridade

De acordo com a NBR 15310 (ABNT, 2009), a telha deve apresentar som semelhante ao metálico. Para verificação de tal característica, as telhas foram levantadas por uma extremidade e com um objeto qualquer bate-se na telha do lado oposto. Esse processo de bater na telha no lado oposto deve gerar esse ruído característico de metal.

Já para as características visuais das telhas comercializadas em Palmas, segundo a NBR 15310 (ABNT, 2009), as telhas cerâmicas podem apresentar quebras, esfoliações e rebarbas que não prejudiquem o seu desempenho; são também aceitáveis eventuais escoriações, riscos e raspagens advindas do atrito feito nas telhas durante seu transporte, fabricação, embalagem ou manutenção. Para que essa verificação ocorra de maneira correta, as telhas foram inspecionadas por mais de uma pessoa, sempre em ambiente com incidência de muita iluminação.

6.3.4 Retilidade e planaridade

Estes dois parâmetros específicos se aplicam às telhas de sobreposição, telhas simples de sobreposição, telhas compostas de encaixe e telhas planas de encaixe. Este ensaio se baseia na hipótese de que o valor da retilidade para telhas cerâmicas não deve ser superior a 1% do comprimento efetivo, já o valor da planaridade não deve ser superior a 5 mm, independentemente do tipo de telha.

6.3.5 Determinação do índice de absorção de água

De acordo com a NBR 15310 (ABNT, 2009), esse tipo de ensaio só pode ser aplicado em acessórios cerâmicos retirados do lote de fornecimento das telhas, desde que o produtor e o usuário final estabeleçam acordo particular para esse fim. O ensaio consiste na determinação da massa seca (Ms) e da absorção d'água (AA). Para a determinação da massa seca (Ms), foi retirado do corpo-de-prova (telha cerâmica) a poeira e outras partículas soltas que pudessem interferir nos resultados da análise. Em seguida, a massa da telha seca será aferida com auxílio de uma balança digital.

Logo após a determinação da massa seca (Ms), a telha foi colocada em um tanque com a água a temperatura ambiente até sua completa imersão, de modo a mantê-la totalmente imersa durante 24 h; o corpo de prova saturado foi então removido e colocado na vertical, para permitir o escoamento do excesso de água, a água visível foi então removida com o auxílio de um pano limpo e úmido para que não absorva água da telha.

Logo, o índice de absorção d'água (AA) das telhas serão determinadas pela Equação 1, de acordo com as diretrizes da NBR 15310 (ABNT, 2009).

$$AA = \frac{(Mu - Ms)}{Ms} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

AA é absorção de água;

Mu é a massa da amostra inicial úmida, em quilogramas; Ms é a massa da amostra seca, em quilogramas.

Nesse sentido, a NRB 15310 (ABNT, 2009), preconiza que absorção de água (AA) para telhas cerâmicas, não deve exceder o limite máximo admissível, que é de 20 %.

6.3.6 Impermeabilidade

Quando submetida ao ensaio para verificação da impermeabilidade, a telha não deve apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo, porém, tolerado o aparecimento de manchas de umidade. O resultado do ensaio de impermeabilidade consiste em apenas dois resultados possíveis, se é impermeável ou permeável à água. Este método tem como princípio básico, a verificação da impermeabilidade em telhas cerâmicas devido quantidade de água que passa ou não através da espessura da telha quando a superfície superior é submetida por um determinado tempo a uma pressão constante de água.

Para a execução de tal procedimento é necessário, uma moldura estanque com cobrimento maior que 65% da área da telha de acordo com suas dimensões de largura e comprimento. Essa moldura será então colocada sobre dois apoios e um espelho é introduzido logo abaixo. O corpo de prova será então submetido à pressão da coluna d'água durante 24 h. A presença de marcas de água na superfície do espelho indicará a permeabilidade da telha, não atendendo aos requisitos mínimos para a comercialização.

Figura 6- Telhas montadas para a realização do ensaio de impermeabilidade.



Fonte: O autor (2021).

6.2.1 Determinação da Carga de ruptura à flexão simples

Este ensaio tem por finalidade simular situações genéricas do uso, na construção, no transporte e na manutenção das telhas. A determinação da carga de ruptura simples deve seguir os seguintes critérios: flexão a três pontos ou ensaio dos três cutelos. As cargas de ruptura à flexão não devem ser inferiores às indicadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Tipos de telhas e cargas de ruptura.

Tipos de Telhas	Exemplos	Cargas N (kgf)
Planas de encaixe	Telhas francesas	1000 (100)
Compostas de encaixe	Telhas romanas	1300 (130)
Simples de sobreposição	Telhas capa e canal colonial	1000 (100)
	Telhas plan	
	Telhas paulista	
	Telhas Piauí	
Planas de sobreposição	Telhas alemãs e outras	

Fonte: NBR 15310 (ABNT, 2009).

Para execução deste procedimento, é necessária a utilização de um dispositivo que permita aplicação contínua de carga a uma razão máxima de 50 N/s (5 kgf/s), com dispositivo de leitura de carga analógico ou digital, com sensibilidade de 10 N (ou 1 kgf).

6.4 Tratamento dos dados (Análise Estatística)

Após a obtenção dos dados, foram elaboradas tabelas e gráficos utilizando planilhas do Microsoft Excel (2010).

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como medida de seleção dos locais de coleta, inicialmente foi feito uma pesquisa em vinte e uma ($n = 21$) lojas de materiais de construção localizados em diferentes pontos da cidade de Palmas. Dentre as lojas visitadas foram feitas três perguntas distintas: **1** – Trabalham com a venda de telhas cerâmicas? **2** – Se sim "qual o modelo mais vendido? **3** - Qual o fornecedor da sua telha cerâmica do tipo colonial? Logo, o intuito dessa pesquisa inicial era descobrir qual é o modelo de telha cerâmica mais vendido e quantos fornecedores distribuem esse tipo de telha na cidade de Palmas. Diante dos resultados obtidos, foi verificado que há a predominância de cinco fornecedores distintos de telhas cerâmicas na cidade de Palmas, dentre esses cinco fornecedores, um foi selecionado de forma aleatória para que fosse auferido as características técnico estruturais perante as normatizações da NBR 15310 (ABNT, 2009). Assim, foram retirados 60 peças de forma aleatória, sendo divididas em 2 amostras de 30 peças (duplicata), para a execução dos ensaios de identificação, características visuais e sonoridade.

7.1 Características de identificação e visuais

As telhas cerâmicas foram analisadas de acordo com a Tabela 4, onde foram verificados os seguintes requisitos: a identificação do fabricante e os outros dados gravados em relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso. Nessa inscrição deve constar no mínimo as seguintes características: **a)** identificação do fabricante, do município e do estado da federação; **b)** modelo da telha; **c)** rendimento médio (R_m) da telha, expresso em telhas por metro quadrado, com uma casa decimal, sendo obrigatória a gravação T/m^2 ; **d)** dimensões na sequência: largura de fabricação (L) x comprimento de fabricação (C) x posição do pino ou furo de amarração (L_p) (quando não houver pino), expressos em centímetros, podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida; **e)** galga média (G_m), expressa em centímetros, com uma casa decimal, sendo obrigatória a gravação da grandeza. Em seguida foram realizados os ensaios de caracterização visual, visto que, a telha pode apresentar ocorrências como esfoliações, quebras, lascados e rebarbas que não prejudiquem o seu desempenho; igualmente, são admissíveis eventuais riscos, escoriações e raspagens causadas por atrito feito nas telhas durante sua fabricação, embalagem, manutenção ou transporte.

Tabela 4 – Resultados da verificação da identificação das telhas cerâmicas.

Identificação	Ensaio 1	Ensaio 2
Fabricante	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Município	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Estado	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Modelo	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Rendimento Médio	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Dimensões	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Galga média	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Especificações de uso	Não atende aos requisitos	Não atende aos requisitos
Caracterização visual	(n = 2)	(n = 0)

* (n = representa o número de telhas que apresentaram avarias e não poderiam ser comercializadas). Fonte: O autor (2021).

Logo, verificamos que em nenhum dos lotes selecionados de forma aleatória na loja de materiais de construção atende aos requisitos mínimos para o ensaio de identificação exigidos pela NBR 15310 (ABNT, 2009), esses resultados podem ser observados na Figura 7. Em comparação com outro estudo, realizado por Costa (2017), ao verificar a conformidade de telhas cerâmicas e de concreto comercializadas na cidade Formiga – Minas Gerais, a autora verificou que ambas as telhas estavam em conformidade com a legislação vigente, demonstrando assim que há um rigoroso controle para que não fossem comercializadas telhas fora do padrão exigido.

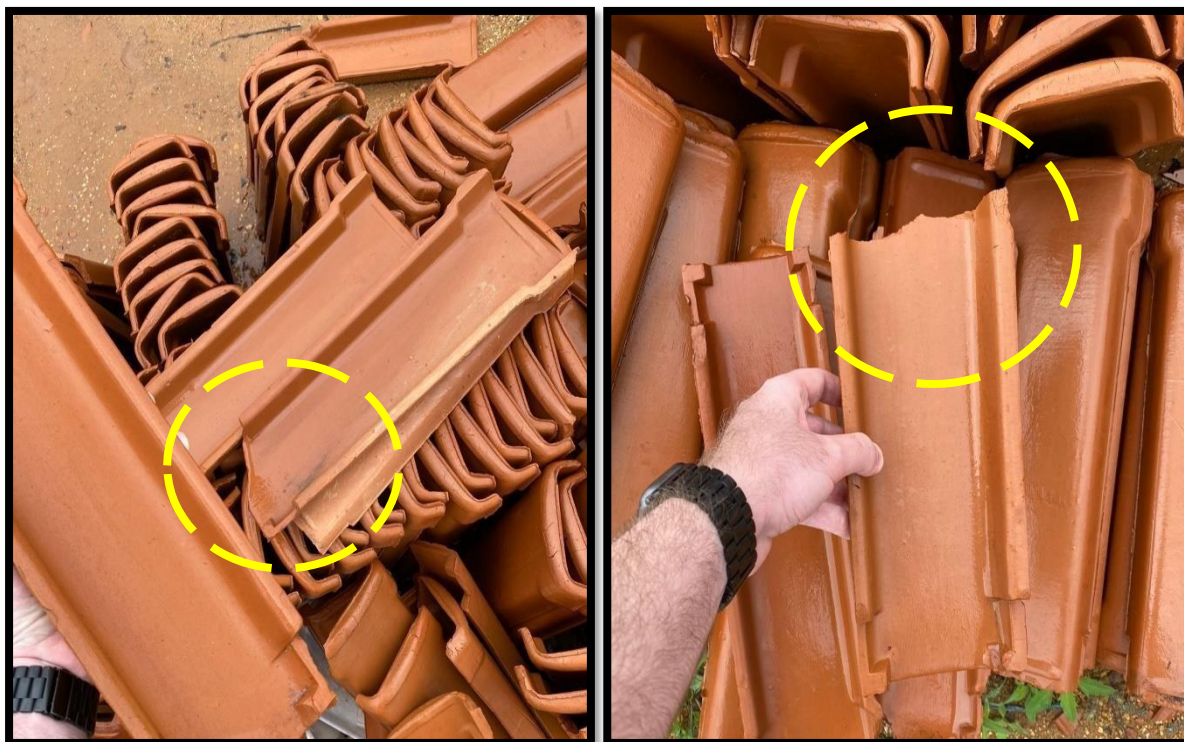
Figura7 – Verificação das características de identificação de telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO.



Fonte: O autor (2021).

Ao avaliarmos as características visuais do mesmo lote de sessenta telhas selecionadas aleatoriamente, verificamos que apenas duas telhas do lote 1 apresentavam ocorrências que comprometeriam sua eficiência (Figura 8). Essas avarias são decorrentes principalmente, de um transporte e armazenamento inadequado. As demais telhas cerâmicas foram analisadas uma a uma na inspeção das características visuais e não apresentaram nenhum tipo de esfoliação, quebra, lascado ou rebarba que possa prejudicar seu desempenho. Esse resultado também foi verificado por Pereira (2006), ao determinar os parâmetros de qualidade de telhas cerâmicas na cidade de Florianópolis -SC, os autores concluíram que as irregularidades encontradas nas telhas não eram suficientes para o descarte.

Figura 8 – Verificação das características visuais de telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO.



Fonte: O autor (2021).

7.2 Sonoridade

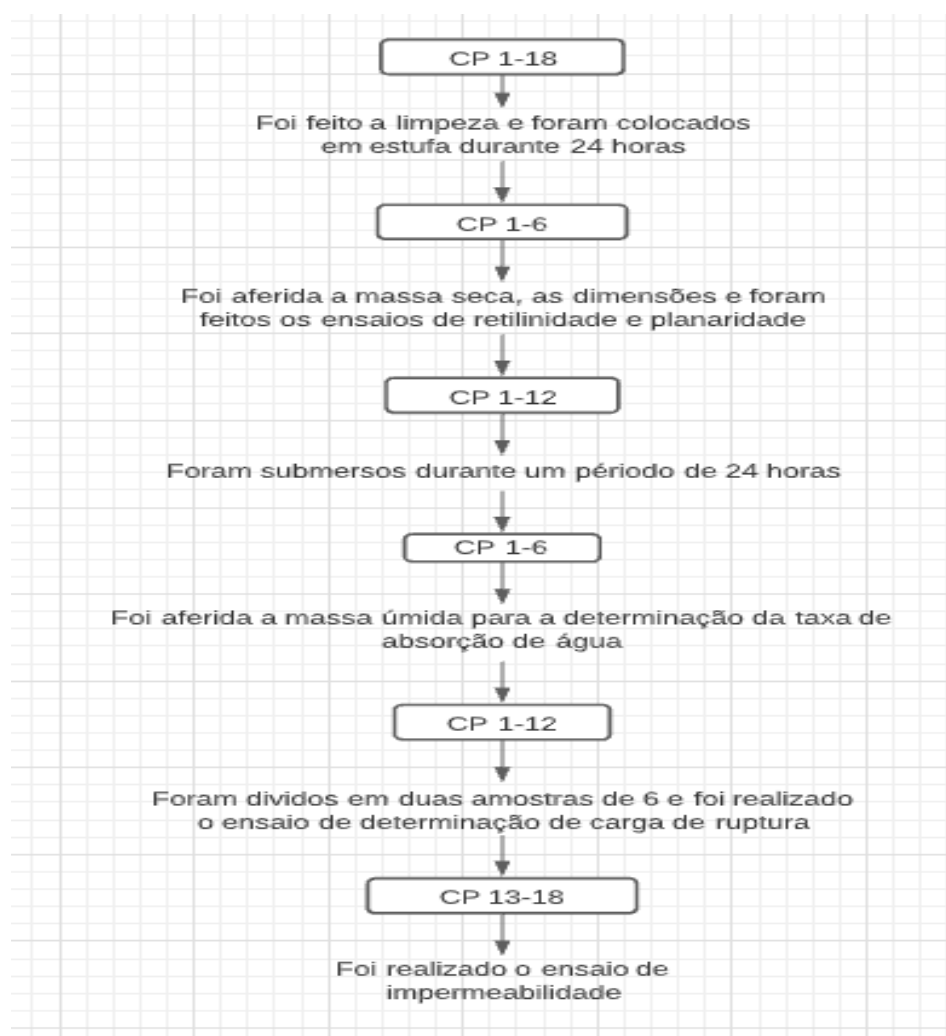
De acordo com a NBR 15310 (ABNT, 2009), a verificação da variável sonoridade é realizada segurando-se as telhas por uma extremidade, e com um objeto metálico qualquer bate-se na telha pelo lado oposto. Para estar em conformidade a telha deverá apresentar um som semelhante ao metálico. Logo, todas as telhas submetidas a este teste estavam em conformidade com a norma vigente, visto que, ao verificarmos a propagação deste som, a telha cerâmica provavelmente apresentará resultados satisfatórios nos demais ensaios de resistência, absorção d'água, impermeabilidade e carga de ruptura à flexão simples.

Portanto, a propagação do som metálico característico das telhas cerâmicas, implica dizer que as mesmas apresentam qualidades ideais para o uso, assim telhas que não apresentem o som metálico não devem ser utilizadas na montagem de telhados, já que podem estar com defeitos, esses defeitos são advindos principalmente de uma matéria prima de baixa qualidade, além de um processo de fabricação que não atende aos requisitos mínimos, como tempo de cura e temperatura do forno aos quais são submetidas (VIEIRA et al., 2003).

7.3 Ensaios de dimensões, planaridade e retilineidade.

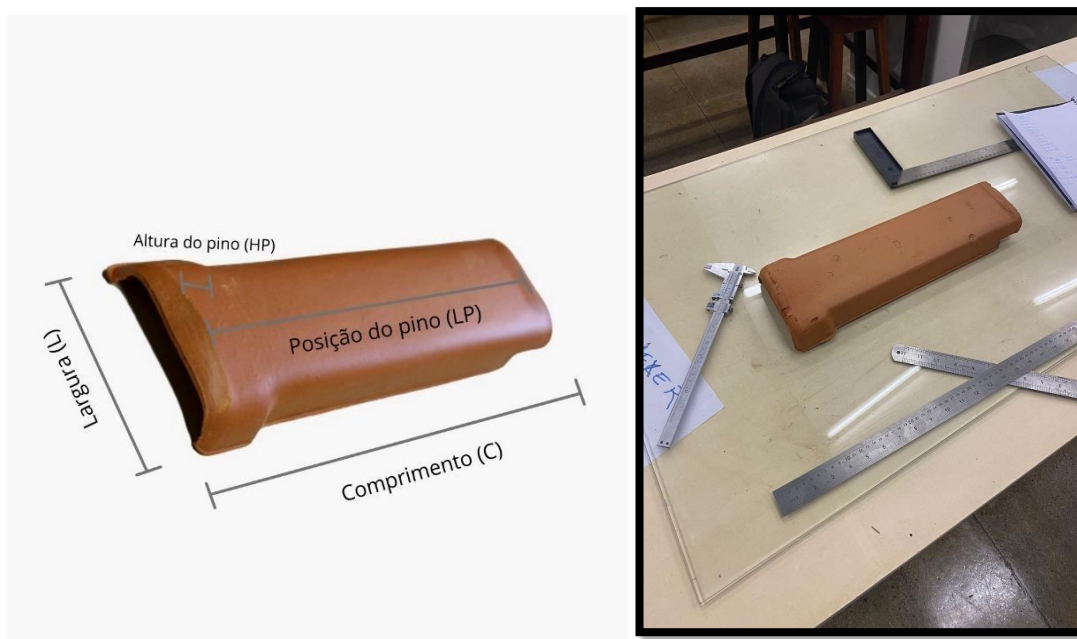
Para cada ensaio são necessários 06 corpos-de-prova, para a amostragem simples. Na verificação das características dimensionais básicas das telhas cerâmicas como: comprimento efetivo (C), largura efetiva (L), posição do pino (Lp), altura do pino (Hp) e se apresentavam características concavas ou conexas, a Figura 10 demonstra as telhas cerâmicas sendo mensurada nas dependências dos Laboratórios de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Palmas. As telhas foram dispostas em uma superfície plana e a medição foi realizada com auxílio de uma trena métrica juntamente com uma régua graduada e efetuada no sentido transversal e longitudinal, sempre na maior dimensão da telha. Esses dados podem serem observados na Figura 9.

Figura 9 – Fluxograma demonstrando de forma esquemática quais corpos de prova foram utilizados para realização de cada ensaio.



Fonte: O autor (2021).

Figura 10 - Mensurações das dimensões das telhas cerâmicas comercializadas em Palmas –TO: comprimento efetivo, largura efetiva, posição do pino e altura do pino.



Fonte: O autor (2021).

Os resultados dos ensaios de largura, comprimento, altura do pino e posição do pino, estão dispostos na Tabela 5. A NBR 15310 (ABNT, 2009) restringe as variações dimensionais de acordo com cada característica. Por exemplo, o comprimento efetivo, o valor médio das telhas deve ficar entre 450 - 460 mm com desvio médio de ± 9 mm, fato esse verificado em todas os ensaios analisados neste estudo, as telhas apresentaram uma variação de 454,50 mm a 460 mm de comprimento, com média de 456,92 mm e desvio de $\pm 2,01$ mm, estando em total conformidade com a legislação.

Já para as variáveis largura efetiva (L) e altura do pino (Hp), todas as telhas analisadas estavam em conformidade com a NBR 15310 (ABNT, 2009), sendo que as telhas apresentaram largura efetiva variando de 151,75 mm a 155,35 mm, com média de 153,52 mm e desvio médio de $\pm 1,42$ mm, por outro lado, as telhas apresentaram altura do pino variando de 5,60 mm a 6,90 mm, com média de 6,45 mm e desvio médio de $\pm 0,49$ mm, estando em conformidade com as normas vigentes. Logo, telhas que apresentem pinos fora dos padrões estabelecidos poderiam dificultar a montagem do telhado e consequentemente causar infiltrações, devido ao deslocamento longitudinal das telhas junto a trama. Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira et al., (2003) e Costa (2017).

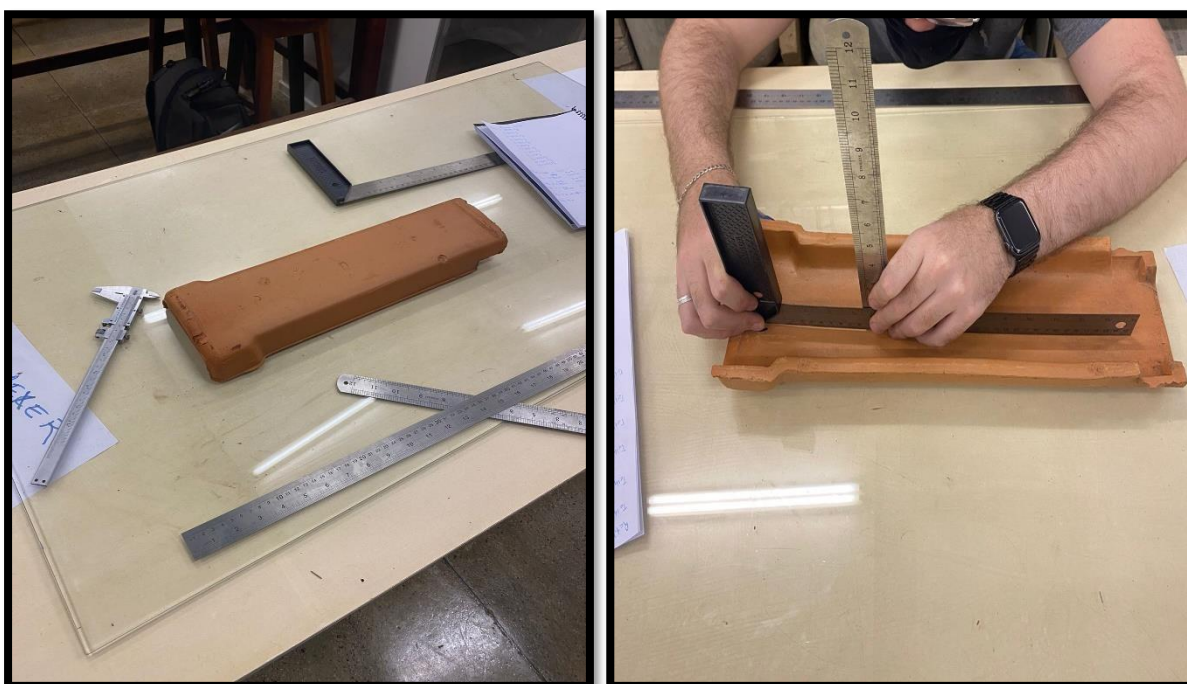
Tabela 5 – Ensaio de dimensões (Largura, Comprimento, Altura do pino, Posição do pino) e ensaios de planaridade e retilineidade e os limites tolerados pela NBR 15310 (ABNT, 2009).

Ensaio (mm)	Ensaio 1	Ensaio 2	Ensaio 3	Ensaio 4	Ensaio 5	Ensaio 6	Média (mm)	Tolerância (mm)
C	460 mm	458 mm	457 mm	454,50 mm	455 mm	457 mm	456,92 ± 2,01	460 ± 9
L	152,70 mm	151,75 mm	153,95 mm	154,85 mm	155,35 mm	152,50 mm	153,52 ± 1,42	140 ± 3 / 180 ± 4
Hp	6,30 mm	6,75 mm	6,35 mm	6,85 mm	5,60 mm	6,90 mm	6,45 ± 0,49	≥ 3 ≤ 7
Pla	3,50 mm	4,90 mm	1,50 mm	2,50 mm	3,50 mm	4 mm	3,31 ± 1,18	≤ 5
Ret	0	1 mm	2,5 mm	4,5 mm	4 mm	1,5 mm	2,25 1,75	< 1% do comprimento
Lp	439 mm	440 mm	436 mm	439 mm	439 mm	441 mm	439 ± 1,67	-
Concavo ou convexo	Concavo	Concavo	Concavo	Concavo	Concavo	Concavo	Concavo	-

Tolerância: Valores tolerados pela NBR 15310 (ABNT, 2009) que garantam a eficiência e segurança das telhas cerâmicas. * (C) = Comprimento; (L) = Largura; Hp = Altura do pino; (Lp) = Posição do pino. Pla = Planaridade; Ret = Retilineidade. Fonte: O autor (2021).

Logo após os ensaios dimensionais, foram determinados os valores da planaridade e retilineidade (Tabela 5) estes ensaios foram realizados sobre um vidro para garantir uma superfície totalmente plana, foi utilizado para este ensaio uma régua graduada com sensibilidade de 1 mm e um esquadro, de acordo as normas da NBR 15310 (ABNT, 2009) (Figura 11).

Figura 11 – Ensaios de planaridade e retilineidade em telhas cerâmicas comercializadas em Palmas – TO.



Fonte: O autor (2021).

De acordo com a NBR 15310 (ABNT, 2009), a planaridade deve ser ≤ 5 mm e a retilineidade deve ser $< 1\%$ do comprimento efetivo das telhas. Assim, os ensaios de planaridade demonstraram estar em concordância com as normas vigentes, variando de 1,50 mm a 4 mm, com média de 3,31 mm e desvio médio de $\pm 1,18$ mm. Por outro lado, os ensaios de retilineidade não apresentaram resultados satisfatórios, o ensaio cinco por exemplo, ficou bem próximo do limite estipulado, enquanto que, o ensaio quatro ficou fora dos padrões pré-dispostos que é $< 1\%$ do comprimento efetivo. Telhas que apresentam retilineidade fora do padrão pré-estabelecido não devem ser utilizadas, visto que, seu uso causará frestas, o que possibilitará a entrada da chuva, poeira entre outras intemperes. Avaliando as bases de dados indexadas não foram encontrados trabalhos que relatassem a utilização deste ensaio para verificação da conformidade das telhas cerâmicas comercializadas no Brasil, esse resultado se

mostra preocupante, visto que, as telhas cerâmicas são uma das telhas mais utilizadas em todo território nacional, e, a não observância deste ensaio acarretaria em telhas de qualidade duvidosa e consequentemente transtornos e prejuízos aos clientes.

7.4 Ensaio de absorção de água

Para a realização dos ensaios de absorção de água são necessários 6 corpos-de-prova, categorizados como amostragem simples, os ensaios foram submersos em água durante um período de 24 horas e por fim medida a massa úmida da peças (Figura 12). De acordo com Bispo (2009), quanto a absorção de água:

A absorção ou infiltração de água em excesso reduz a resistência mecânica da telha o que representa um risco para a segurança do usuário, que pode sofrer algum acidente em caso de tentar fazer alguma manutenção. Além disso, o excesso de água aumenta a carga sobre a estrutura de madeira que suporta as telhas, ocasionando, portanto, risco de desabamento.

Figura 12 – Ensaio de absorção de água em telhas cerâmicas comercializadas em Palmas – TO.



Fonte: O autor (2021).

Os resultados dos ensaios de absorção de água das telhas cerâmicas estão apresentados na Tabela 6, onde podemos observar que os 6 corpos de prova estão em conformidade com as exigências da NBR 15310 (ABNT, 2009), que é de 20%. Logo, os ensaios de absorção de água simulam a tendência das telhas cerâmicas quando exposta às variações climáticas como a chuva.

Tabela 6 - Ensaios de absorção de água em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO.

Ensaios	Massa seca (g)	Massa úmida (g)	Absorção de água (%)
Ensaio 1	1705,5	2019,6	18,42
Ensaio 2	1639,1	1957,6	19,56
Ensaio 3	1534,8	1834,9	19,55
Ensaio 4	1519,6	1820,4	19,79
Ensaio 5	1508,9	1809,2	19,90
Ensaio 6	1630,0	1948,8	19,43

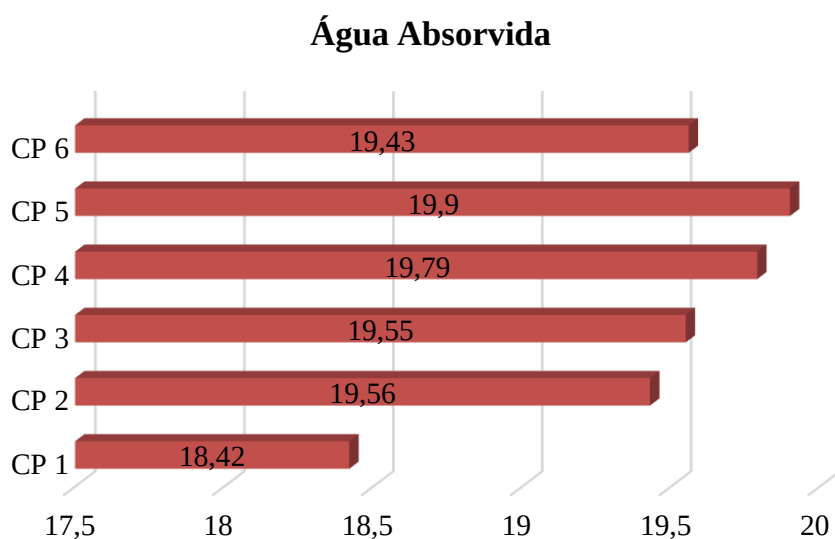
Fonte: O autor (2021).

De acordo com Pereira (2006) em seu estudo, onde o autor analisou de forma comparativa os valores de absorção de água dos corpos de prova de telhas cerâmicas e corpos de prova revestidos com silicone, o autor observou que os corpos de prova produzidos a partir de telhas cerâmicas ou sem recobrimento absorveram menos umidade, enquanto os corpos de prova revestidos com silicone absorveram mais água. Esse fato pode ser justificado devido aos corpos de prova de telhas cerâmicas serem mais porosos em todas as faces geométricas, não apresentando impedimento para absorver água, sendo o fluxo capilar de líquido contínuo de um lado para o outro. Quando os corpos de prova foram suspensos, esse líquido retido escoou para a superfície externa. Enquanto os corpos de prova com recobrimento, em função da impermeabilidade (ausência de poros) em uma das faces, o líquido retido, não conseguiu ultrapassar a barreira da impermeabilidade do recobrimento. Resultados semelhantes ao relatado neste estudo são reportados por Beserra et al., (2017), Savazzini & Silva (2017), Pereira (2006), Valcarenghi & Piovesan (2011) e Costa (2017), onde todos os autores encontram índices de absorção inferiores a 20 %.

Apesar de todos os índices de absorção encontrados estarem de acordo com as determinações da NBR 15310 (ABNT, 2009) os valores estavam próximos ao limite mínimo. Tal aproximação pode ser vista como um fator preocupante já que o excesso de água nas telhas pode sobrecarregar a estrutura de cobertura provocando prejuízos à edificação.

Para a melhor visualização dos resultados obtidos por este ensaio a Figura 13 demonstra de forma simples e didática os percentuais de absorção dos seis corpos de prova.

Figura 13 – Percentual de absorção de água pelos corpos de provas comercializadas em Palmas – TO.



Fonte: O autor (2021).

7.1 Ensaio de impermeabilidade

Para os ensaios de impermeabilidade foi colado um molde plástico na parte superior da telha, em seguida os moldes foram preenchidos por água e mantidos em repouso durante um período de 24 horas (Figura 14). Depois desse período foi observado se formaria gotas de água na parte inferior da telha. Para os ensaios de impermeabilidade das telhas cerâmicas observou-se que depois de 24 horas a superfície das 6 telhas não tinham nenhuma presença de água em suas superfícies, sendo assim as telhas são consideradas impermeáveis. De acordo com os resultados do ensaio de impermeabilidade apresentados na Tabela 7, as telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO, estão em conformidade com a legislação vigente NBR 15310 (ABNT, 2009).

Figura 14 – Ensaio de impermeabilidade em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO.



Fonte: O autor (2021).

Tabela 7 - Ensaio de impermeabilidade em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO.

Ensaio	Presença de marcas de água na superfície do espelho	Condição da telha
Ensaio 1	Sem presença	Impermeável
Ensaio 2	Sem presença	Impermeável
Ensaio 3	Sem presença	Impermeável
Ensaio 4	Sem presença	Impermeável
Ensaio 5	Sem presença	Impermeável
Ensaio 6	Sem presença	Impermeável

Fonte: O autor (2021).

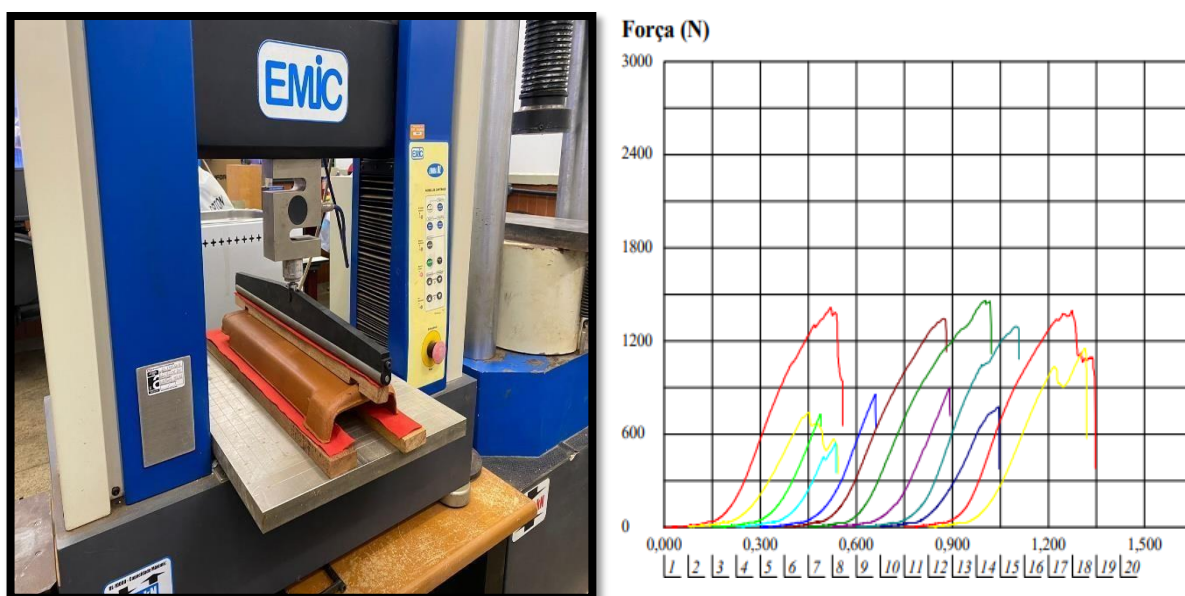
Logo, quando as telhas são submetidas ao ensaio para verificação da impermeabilidade, a telha não deve apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo, porém, tolerado o aparecimento de manchas de umidade por causa da condensação da umidade do ar ambiente.

7.2 Ensaio de ruptura a flexão simples

Após a realização do ensaio de absorção de água, 12 corpos de prova categorizados

como amostragem simples, foram submetidos a prensa hidráulica para determinação da carga de ruptura a flexão simples, de acordo com a normas da NBR 15310 (ABNT, 2009) (Figura 15). As cargas de ruptura à flexão não devem ser inferiores às indicadas na Tabela 4, para os ensaios com telhas cerâmicas esse valor de ruptura não deve ser inferior a 1000N. A Tabela 8 apresenta de forma detalhada os resultados obtidos, sob temperatura ambiente de 26 °C.

Figura 15 – Esquema de ruptura a flexão simples em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO e gráficos de força exercida sobre os corpos de prova.



Fonte: O autor (2021).

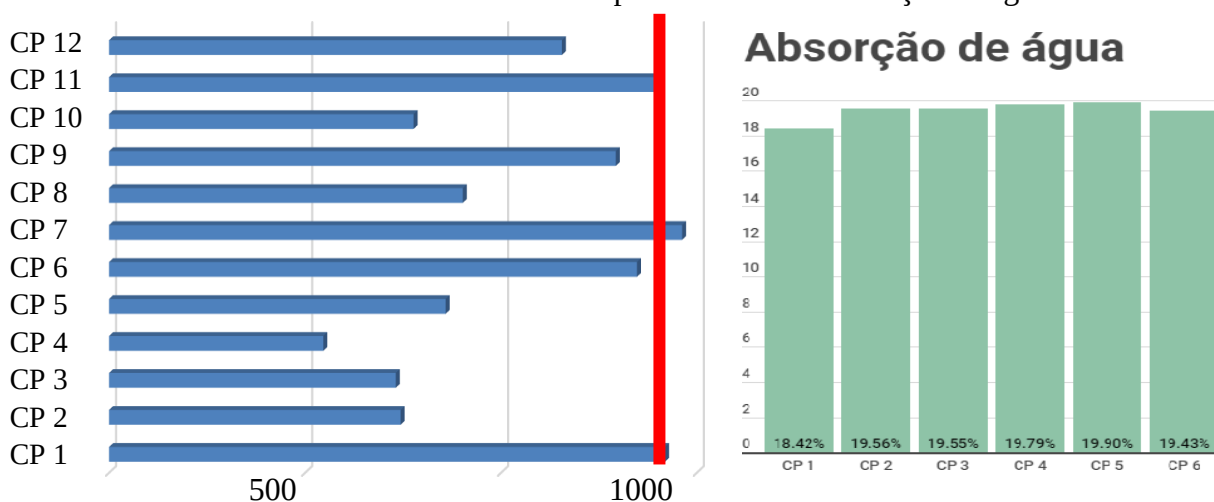
Tabela 8 - Ensaios de ruptura a flexão simples em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO.

Ensaios	Ensaio 1	Ensaio 2	*Cargas N (kgf)
Ensaio 1	1418,7	1462,3	
Ensaio 2	743,4	902,2	
Ensaio 3	731,1	1293	
Ensaio 4	546,2	776,5	1000 (100)
Ensaio 5	858,5	1397,7	
Ensaio 6	1347,1	1155,2	

*Cargas N (kgf) = 1000 (100) = Valores de referência para telhas simples de sobreposição de acordo com a NBR 15310 (ABNT, 2009). Fonte: O autor (2021).

Como pode ser verificado na Tabela 8, sete corpos de prova foram reprovados para a variável ruptura a flexão simples em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas – TO, esse resultado está diretamente correlacionado com o ensaio de absorção de água. Ao correlacionarmos os resultados obtidos dos ensaios de absorção de água e os ensaios de ruptura a flexão simples, podemos verificar que os corpos de prova 1 e 6 foram os que menos absorveram água, e consequentemente foram aqueles que melhor atenderam aos requisitos de ruptura a flexão simples, pois uma maior densificação do material resulta em menor absorção de água (PEREIRA, 2006), como de fato ocorreu com as telhas cerâmicas dos ensaios um e seis. Para melhor visualização dos resultados obtidos por este ensaio a Figura 16 demonstra de forma simples e didática os percentuais de absorção dos doze corpos de prova.

Figura 16 – Linha de tendência (1000N) de ruptura a flexão simples em telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas –TO comparado a taxa de absorção de água.



Fonte: O autor (2021).

Por meio dos dados da Figura 16, nota-se que os corpos de prova 1, 6, 7, 9, 11 e 12 atenderam aos requisitos mínimos exigidos pela NBR 15310 (ABNT, 2009), em que todas as amostras atingiram valores superiores a 1,1 KN.

8 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos verificou-se que as telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Palmas, TO atendem em partes os critérios da NBR 15310 (ABNT, 2009). Na análise de identificação, percebeu-se que nenhuma das telhas continha os dados essenciais para a comercialização, constatou-se também que todas as telhas possuíam dimensões adequadas, o que influencia no rendimento do telhado, nas suas propriedades essenciais e na montagem correta do mesmo, e não possuíam defeitos estéticos. Quanto a impermeabilidade e absorção de água todos os ensaios trouxeram resultados satisfatórios, garantindo ao consumidor final, um produto capaz de suportar cargas de chuvas, ventos, demais intempéries, e outras adversidades. Entretanto, o ensaio de carga de ruptura simples apresentou resultados insatisfatórios, visto que seis dos doze corpos de prova foram reprovados. Em geral, a pesquisa conseguiu atingir seu objetivo, identificando todas as características das telhas cerâmicas demonstrando resultados positivos e negativos.

REFERÊNCIAS

- ABCERAM. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CERÂMICA. **Cerâmica no Brasil** - Anuário Brasileiro de Cerâmica. São Paulo, 2002.
- ALMEIDA, I. S.; COSTA, I. D.; RIBEIRO, M. M.; HEINRICH, M.; MOREIRA, Q.; ARAUJO, P. J.; LEITE, M. S. Reciclagem de garrafas PET para fabricação de telhas. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 1, n. 3, p. 83-90, 2013.
- ALMEIDA, M. C. S. D. **Análise da eficiência térmica de diferentes coberturas de centros comerciais no centro de Barra do Garças-MT**. 2020. Monografia (Graduação em Engenharia Civil)-Universidade Federal de Mato Grosso, Barra do Garças, 2020.
- ALVES, J. **Impermeabilização e isolamento térmico de coberturas em terraço, sistemas construtivos e patologias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Lisboa, p. 89. 2013.
- AMORIM CORK INSULATION. **Aplicações e Coberturas**. Amorim Cork Insulation. 2021. Disponível em: < <https://www.amorimcorkinsulation.com/aplicacoes/Cobertura-Inclinada-Tradicional-com-Tela-de-Vapor/128/>> Acesso em: 15 de setembro de 2021.
- ANICER. Associação Nacional da Indústria Cerâmica. **Telhas Cerâmicas - Manual técnico**. Porto Alegre, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 15310**: Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13858:2** – Telhas de concreto – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15210-1**: Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios. 2014.
- BARROS, P. M. L. **Processo de manutenção técnica de edifícios – Plano de Manutenção de Coberturas**. Dissertação ((Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções Cíveis). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. p. 2. 2008.
- BASTOS, F. A. **Avaliação do processo de fabricação de telhas e blocos cerâmicos visando a certificação do produto**. 2003. 164 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)-

Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BESERRA, M. M. et al. **Avaliação da qualidade de telhas cerâmicas comercializadas na cidade de Mossoró-RN, conforme a NBR 15310/2009**. In: Segundo Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido. Campina Grande – Paraíba. 2017.

BISPO, J. O. **Avaliação da Qualidade de Telhas Cerâmicas: Estudo de Caso em Feira de Santana**. 2009. 66 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil)- Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2009. Disponível em: <<http://civil.uefs.br/DOCUMENTOS/J%C3%82NIO%20OLIVEIRA%20BISPO.pdf>>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

BRITO, J.; PAULO, P. **Classificação das coberturas inclinadas e respectivos revestimentos**. Publicação, Lisboa, 2004.

CALDAS, T. C. C. **Reciclagem de resíduo de vidro plano em cerâmica vermelha**. 2012. Dissertação de Mestrado, Curso em Engenharia e Ciência de Materiais, UENF, 2012. Disponível em: <<https://uenf.br/posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/a7%c3%a3o-Reciclagem-deRes%c3%adduo-de-Vidro-Plano-em-Cer%c3%a2mica-Vermelha.pdf>>. Acesso: 16 de setembro de 2021.

CALIL, J. C.; MOLINA, J. C. Coberturas em estruturas de madeira: exemplos de cálculo. São Paulo: Pini, 2010.

CAMERMAN, C. **Efflorescences et cristallisations dans les maçonneries**. In: Congresso Técnico da Indústria Cerâmica, 3 e 4 Junho 1948, Paris. Anais... Paris: Maison de la Chimie, 1948.

CANTEIRO, F.; PISANI, M. aipa de mão: História e Contemporaneidade. **SEMINÁRIO ARQUITETURA E**, 2006.

CERÂMICAS MARTINS. **Telhas para construção**. 2021. Disponível em: <<http://www.ceramicamartins.com.br/telhas-para-cobertura/>>. Acesso em 18 de setembro de 2021.

CONTRUFUZ. **Telhas**. 2021. Disponível em: <http://www.casaconstrufaz.com.br/loja/busca.php?loja=551909&palavra_busca=telha+francesa>. Acesso em 18 de setembro de 2021.

COSTA, M. R. **Estudo comparativo entre a telha cerâmica paulista e a telha de concreto clássica**. 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Centro Universitário de Formiga - UNIFOR-MG, Formiga. 2017.

FLACH, R. S. **Estruturas para telhados : análise técnica de soluções**. 2012. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

GLASSER, F. P.; MARCHAND, J.; SAMSON, E. Durability of Concrete: degradation phenomena involving detrimental chemical reactions. **Cement and Concrete Research**, v. 38, n. 2, p. 226-246, 2008.

GUARDA, E. L. A.; DOMINGOS, R. M. A.; DURANTE, L. C.; CALLEJAS, I. J. A. Influência da absorvência em sistemas verticais: Diagnóstico do impacto no consumo energético de um edifício comercial na cidade de Sinop-MT. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 10, p. 20889-20953, 2019.

GUEDES, F. L., DE AZEVEDO FILHO, R. D., FERREIRA, F. G. D., & AZEVEDO, F. G. análise comparativa de custos e vantagens entre telhados verdes e sistemas convencionais de coberturas. **Revista Eletrônica da Estácio Recife**, v. 5, n. 2, 2019.

HOLANDA, R. M.; SILVA, B. B. Cerâmica Vermelha – Desperdício na Construção Versus Recurso Natural Não Renovável: Estudo de Caso nos Municípios de Paudalho/PE e Recife/PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n.4, p. 872-890, 2011.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Cobertura com estrutura de madeira e telhados com telhas cerâmicas – Manual de execução**. São Paulo, 1988.

ISAIA, G. C. (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: Ibracon, 2007. v. 1.

KALIL, R. M. L. Avaliação Pós-Ocupação e Eficácia Social: estudo de caso comparativo de habitações de interesse social autoconstruídas na modalidade cooperativa autogestionária e na modalidade promoção pública municipal. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 37-53, jan./mar. 2004.

LAMBERTS, R. **Desempenho térmico de coberturas leves com ático: bancada de testes e modelo matemático**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia da

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. p. 108. 1983.

LOGSDON, N. B. **Estruturas de madeira para coberturas sob ótica da NBR 7190/1997**. 2002. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2002.

LOPES, J. M. G. **Revestimentos de impermeabilização de coberturas em terraço**. Informação Técnica Edifícios, ITE 34. LNEC, Lisboa, 1994.

LOUZICH, K. M. D. **Absortância de telhas cerâmicas novas e deterioradas pela exposição às intempéries: impacto no desempenho térmico das edificações**. In: XVI Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído, 2016, São Paulo. Anais... Disponível em: < http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_632.pdf >. Acesso em: 08 setembro de 2021.

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.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MELO, M. M.; LANNA, C. A. F. Telhas cerâmicas. **Revista Técnica**, São Paulo, v. 10, n. 58, p. 60-63, jan. 2002.

MONTEIRO, C. M. O. L. **Influência da gipsita no surgimento de eflorescência em telhas cerâmicas**. 2009a. 69 f. 2009a. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais)–Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte–UFRN, Natal, RN.

MONTEIRO, C. M. O. L.; NASCIMENTO, R. M.; MARTINELLI, A. E. Influência da Gipsita no Surgimento de Eflorescência em Telhas Cerâmicas. **Cerâmica Industrial**, 14 (4) Julho/Agosto, 2009b.

MORAIS, D. D.; SPOSTO, R. M. Propriedades tecnológicas e mineralógicas das argilas e suas influências na qualidade de blocos cerâmicos de vedação que abastecem o mercado do Distrito Federal. **Cerâmica Industrial**, v. 11, n. 5-6, p. 35-38, 2006.

PASCHOAL, J. A. A. **Estudos de parâmetros de qualidade para a cerâmica estrutural vermelha**. 2004. 188 p. Tese de Doutorado. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação

em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2004.

PASCHOAL, L. G. **Dinâmica do uso e ocupação da terra em área de mineração de argila: O caso da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes/SP**. 2010. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

PAZ, Y. M.; GOUVEIA, R. L.; SILVA, J. F.; DE HOLANDA, R. M. A atividade de extração de argila e a relação homem-natureza| The clay mining activity and the man-nature relationship. **Revista Geama**, p. 261-274, 2015.

PEREIRA, M. A. **Determinação de parâmetros da qualidade para a avaliação de recobrimentos superficiais de telhas cerâmicas**. Dissertação (Mestrado em ciência e engenharia de materiais). Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Santa Catarina, Florianópolis. p. 122. 2006.

PRACIDELLI, S. E.; MELCHIADES, F. G. Importância da Composição Granulométrica de Massas para a Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, v. 2, n. 1/2, p. 31-35, 1997.

RAPOSO, T. **Durabilidade da construção. Estimativa da vida útil de revestimentos de coberturas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções Cíveis). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. p. 132. 2009.

REIS, F. S. B.; SOUZA, U. E. L. **Coberturas com telhados: definições, características gerais e visão analítica**. São Paulo: EPUSP, 2007. Boletim Técnico PCC 456.

RETONDO, L. **Telhado exposto: o que é e como fazer?** Construindo casas. 2021. Disponível em: < <https://construindocasas.com.br/blog/construcao/telhado-exposto/>> Acesso em: 12 de setembro de 2021.

RIFFEL, C. F. et al. Estudo de viabilidade técnica e custos para execução de coberturas com telhas metálicas termoisolantes, fibrocimento e polycarbonato. **Anais da Engenharia Civil / 2595-1823**, [S.l.], v. 1, n. 1, p. 157 - 174, apr. 2018. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/ENGCIVIL/article/view/156>>. Acesso em: 20 sep. 2021.

ROSSI, F. **Pedreiro, águas, telhado e caimento**. Pedreiro mecetes de construção. 2021. Disponível em: < <https://pedreiro.com.br/o-que-sao-aguas-do-telhado-passo-a-passo/pedreiro-instagram-aguas-telhado-23ago2017/>> Acesso em: 27 de agosto de 2021.

SANTOS, L. M. A., DE ANDRADE, L. F., & PEREIRA, C. H. D. A. F. Inspeção e avaliação dos sistemas de cobertura: um estudo de caso. **Revista ALCONPAT**, v. 9, n. 3, p. 350-363, 2019.

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

SILVA, N. A.; FURTADO, O. S.; SOUSA DIAS, W.; AFONSO, M. Avaliação de desempenho ambiental em uma empresa da indústria cerâmica de Tocantins. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 19, n.21, mai-ago. 2015, p. 848-861.

TORRES, T. **Tipos de telhas cerâmicas e as mais usadas**. Belo Horizonte, 2018.

VALCARENGHI, C.; PIOVESAN, A. Z. Análise das propriedades físicas e mecânicas nas telhas de concreto fabricadas na cidade de Herval d'Oeste. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 2, n. 1, p. 19-30, 2011.

VIEIRA, C. M. F., SOARES, T. M., & MONTEIRO, S. N. Massas cerâmicas para telhas: características e comportamento de queima. **Cerâmica**, v. 49, n. 312, p. 245-250, 2003.

ZIEGEL. **História da Telha Cerâmica**. 2000. Disponível em: <
<https://ziegel.com.br/historia-da-telha-ceramica/>> Acesso em 15 de agosto de 2021. 2000.