

CENTRO UNIVERSITÁRIO FACVEST – UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
WILLIAM JURILEI BRANCO

**COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE TELHAS DE
CONCRETO, CERÂMICAS E DE FIBROCIMENTO**

LAGES
2021

WILLIAM JURILEI BRANCO

**COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE TELHAS DE
CONCRETO, CERÂMICAS E DE FIBROCIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário UNIFACVEST, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Coordenador: Prof. Eng. ME Aldori Batista
dos Anjos

LAGES
2021

WILLIAM JURILEI BRANCO

**COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE TELHAS DE
CONCRETO, CERÂMICAS E DE FIBROCIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário UNIFACVEST, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Coordenador: Prof. Eng. ME Aldori Batista
dos Anjos

Lages, SC ____ / ____ / 2021. Nota: _____
Prof. Eng. ME Aldori Batista dos Anjos

Prof. Eng. Esp. Pierre Wachsmann dos Anjos

Prof. Eng. Esp. Nicolas Negri

LAGES
2021

A Deus, que sempre me deu forças e sabedoria para viver e lutar pelos objetivos traçados; aos meus pais que são minha base, que sempre em todos os momentos da minha vida me motivaram a alcançar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela saúde e por ter a oportunidade de chegar neste objetivo. Agradeço ao meu pai Zanato pelo grande exemplo de vida que foi para mim e que hoje está no Céu.

Agradeço minha mãe Elenice que é um espelho para lutar pelos sonhos, sempre me motivando e me aconselhando a seguir boas atitudes com dedicação, profissionalismo, ética, respeito às pessoas, assim como a todos os meus familiares, que em todos os momentos da minha vida estiveram ao meu lado, de alguma forma ajudando-me; devo eterna gratidão.

Aos meus professores do curso, pelo grande conhecimento entregue, pelo profissionalismo, por grandes conselhos que ficarão marcados em minha memória e com certeza serão usados ao longo da vida, como um legado de bons ensinamentos que também serão passados a outras pessoas e outras gerações.

Ao Centro Universitário UNIFACVEST, principalmente ao seu reitor, Geovanni Broering, meus agradecimentos pela oportunidade de graduação de excelência.

Ao meu coordenador, professor Aldori, por tantas palavras de motivação e clareza, que foram fundamentais para seguir esta jornada, um longo caminho ao longo desses anos, seguindo sonhando a cada fase e visualizando um futuro promissor.

Aos meus colegas e amigos de classe, que por todos esses anos passamos juntos momentos inesquecíveis na vida, formando grandes amigos de caráter: Rafael, Cleiton, Alex, Mateus e a muitos outros que agora se tornam também companheiros de profissão.

Meu grande agradecimento também ao Engenheiro Wagner Manfroi, pelo incentivo, pelo grande conhecimento passado e confiança ao longo da caminhada, também no estágio concedido.

Enfim a todos que fizeram parte desse sonho alcançado, que de alguma forma fizeram parte dessa trajetória. Na vida aprendi uma coisa muito importante: sozinhos não fazemos nada, devemos nos cercar de pessoas com objetivos, para estarmos em evolução constante e crescendo como ser humano e profissional. Meu muito obrigado a todos.

RESUMO

A cobertura é uma parte essencial das edificações, pois apesar de ser apenas uma parte do todo, ela possui papel importante na vida útil de toda edificação, assim como no conforto de seus usuários. A cobertura é uma parte do telhado, que é formado mais ainda pela estrutura e captação de água pluvial. Os elementos que compõem a cobertura são as telhas e é a partir da escolha correta dessas que o desempenho de toda a edificação será enfim determinado e concluído. Os tipos de telha em estudo desta pesquisa foram as de cerâmica, de fibrocimento e de concreto. Havia como objetivo compará-las e determinar em quais situações elas possuíam melhor uso. No geral, as telhas de concreto são mais pesadas e possuem valores mais elevados, além de não serem indicadas para regiões tropicais, mas apresentam maior resistência e durabilidade. Já as telhas de fibrocimento são mais flexíveis e apresentam boas taxas de incombustibilidade, além de serem resistentes, duráveis e de fácil instalação. Seu custo-benefício é considerado muito bom, embora no geral suas características estejam aquém de outros tipos de telhas. Uma de suas principais desvantagens era o uso de amianto, que foi definitivamente proibido no Brasil em 2017. Por fim as telhas cerâmicas são as predominantes no país. Suas desvantagens estão principalmente em serem quebradiças, falta de padronização, rendimento e custo relativamente alto, entretanto apresentam bom isolamento térmico e acústico, durabilidade e resistência ao fogo, sendo portanto seguras e uma ótima opção para resistências e outros ambientes menores. Já as de fibrocimento são mais indicadas para ambientes maiores, enquanto as de concreto, por reterem mais calor, possuem uma indicação maior para regiões frias, o que explica sua não predominância no país.

Palavras-chave: Telhas; Cerâmica; Concreto; Fibrocimento

ABSTRACT

The roof is an essential part of buildings, as despite being only a part of the whole, it plays an important role in the life of every building, as well as in the comfort of its users. The roof is a part of the roof, which is further formed by the structure and rainwater catchment. The elements that make up the roof are the tiles and it is based on the correct choice of these that the performance of the entire building will finally be determined and concluded. The types of tile under study in this research were ceramic, fiber cement and concrete. The objective was to compare them and determine in which situations they were best used. In general, concrete tiles are heavier and have higher values, in addition to not being suitable for tropical regions, but with greater strength and durability. Fiber cement tiles, on the other hand, are more flexible and have good incombustibility rates, in addition to being resistant, durable and easy to install. Its cost-effectiveness is considered very good, although in general its characteristics are below other types of tiles. One of its main disadvantages was the use of asbestos, which was definitely banned in Brazil in 2017. Finally, ceramic tiles are predominant in the country. Their disadvantages are mainly in being brittle, lack of standardization, yield and relatively high cost, however they present good thermal and acoustic insulation, durability and fire resistance, being therefore safe and a great option for resistances and other smaller environments. Fiber cement, on the other hand, is more suitable for larger environments, while concrete, for retaining more heat, is more suitable for cold regions, which explains its non-predominance in the country.

Keywords: Roof Tiles; Ceramics; Concrete; Fiber Cement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cobertura com Telhas do Tipo Colonial	15
Figura 2 - Principais Modelos de Telhas Cerâmicas de Encaixe	16
Figura 3 - Diagrama de Winkler conforme a composição granulométrica e o material	17
Figura 4 - Informações de peça de telha sem identificação do fabricante.....	18
Figura 5 - Quebra em Telha Cerâmica	19
Figura 6 - Telhado coberto por telhas de fibrocimento	21
Figura 7 - Tolerâncias Dimensionais.....	22
Figura 8 - Edificação sendo coberta com telhas de concreto	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características geométricas gerais das telhas de concreto	24
Tabela 2 - Características geométricas do perfil das telhas de concreto	24
Tabela 3 - Vantagens de Cada Tipo de Telha.....	26

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANF – Associação Nacional do Fibrocimento

ANICER – Associação Nacional da Indústria Cerâmica

ANFATECCO – Associação Nacional de Fabricantes de Telhas Certificadas de Concreto

CRFS – Cimento Reforçado com Fios Sintéticos

INCA – Instituto Nacional de Câncer

NBR – Norma Brasileira

PP – Polipropileno

PVA – Polivinil Alcohol

STF – Supremo Tribunal Federal

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Problemática.....	12
1.2	Objetivo Geral.....	13
1.3	Objetivos Específicos	13
1.4	Justificativa.....	13
2	TELHAS CERÂMICAS	14
2.1	Histórico.....	14
2.2	Característica Gerais e de Produção das Cerâmicas Vermelhas	16
3	TELHAS DE FIBROCIMENTO	20
4	TELHAS DE CONCRETO	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Diante de todos os processos e elementos básicos que compõem uma edificação, podemos destacar que a cobertura é um dos elementos essenciais em relação à vida útil do conjunto, já que possui como função proteger o edifício das intempéries às quais esteja sujeito. Em termos mais técnicos, Azeredo (1997) define a cobertura como sendo uma das partes do telhado – juntamente com a estrutura deste e a captação de água pluvial –, com a finalidade de proteger o edifício contra as ações da natureza, além de ser impermeável e isolante térmico e acústico.

Azeredo (1997) também destaca que ser inalterável quanto à forma e ao peso, resistente, leve, de fácil colocação, alta vida útil, de fácil manutenção, bom custo econômico, fácil escoamento e apresentar dilatações e contrações são propriedades que se espera deste elemento construtivo, sendo exatamente neste ponto que se concebe a importância de possuir conhecimento das propriedades dos elementos básicos que compõem os telhados: as telhas.

Telhas são cada uma das peças utilizadas para cobrir a edificação, podendo ser de vários materiais diferentes e que garantem determinadas propriedades, como as informadas anteriormente, conforme a composição de seu material. A escolha do qual melhor tipo de telha a ser utilizada depende de alguns fatores, tais como os meteorológicos, tipo de construção, disponibilidade de matérias e mão de obra disponível (PINHAL, 2009).

Existe uma boa variedade de tipos de telha que podem ser utilizadas nas coberturas de inúmeras edificações. Entretanto, as telhas de cerâmica dominam o setor no país, presentes em 90% das coberturas, segundo a Associação Nacional da Indústria Cerâmica – ANICER (SOUZA, 2017). Mas este domínio de um dos tipos de telha não impede o crescimento dos outros. Segundo a Associação Nacional de Fabricantes de Telhas Certificadas de Concreto – ANFATECCO (2012 *apud* SILVA; AZEVEDO; MARCELINO, 2015), a projeção de crescimento das telhas de concreto era de até 12% até o ano de 2016. Silva, Azevedo e Marcelino (2015) atribuem esta perspectiva às características que a telha de concreto possui, que são inovadoras para um mercado que com o passar dos anos busca cada vez mais a inovação.

Outro tipo de telha que possui destaque no Brasil é a de fibrocimento. O fibrocimento é composto por proporções de cimento Portland variadas, agregados minerais moídos, fibras de celulose e fios sintéticos de reforço, sendo fabricadas em condições específicas de acordo com o fabricante, podendo ser curados em autoclaves em condições de pressão e umidade controladas. Por sua composição básica ser o cimento e fios sintéticos, é conhecido também

por Cimento Reforçado com Fios Sintéticos – CRFS (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO FIBROCIMENTO – ANF, 2021).

Entre as inúmeras possibilidades, conhecer as características de cada um dos tipos de telhas é imprescindível para realizar a escolha correta daquelas que irão provir o melhor custo-benefício para aquele tipo de edificação e nas condições que ela esteja exposta. Assim, como as telhas de maior utilização no Brasil são as de fibrocimento e cerâmica, e percebe-se a ascensão lenta das telhas de concreto no mercado da construção civil, este projeto busca compreender as características de desempenho de cada uma das telhas, a fim de garantir melhor segurança e custo-benefício no momento daquela que irá compor a superestrutura da edificação.

Para tanto, serão tratadas as características inerentes a cada um dos tipos de telhas, de acordo com os órgãos responsáveis e normatizações técnicas sobre o assunto. Para possibilitar a realização deste estudo, a pesquisa possui uma abordagem quantitativa. Nesta abordagem, estabelecem-se conclusões confiáveis, a partir de medidas previamente escolhidas e que retornam resultados quantificáveis (CERVO; BERVIAN, 2002).

O nível da pesquisa é descritivo, definido por Triviños (1987) como aquele que descreve exatamente os fatos em sua realidade. Desta forma, cada tipo de telha será descrita conforme suas propriedades e ações às quais estejam expostas. Já em relação à técnica, esta será por meio de revisão bibliográfica e análise documental, principalmente de normas relacionadas ao assunto, atingindo assim uma conclusão sobre o melhor uso de cada uma das telhas para cada situação e tipo de edificação.

1.1 Problemática

Tendo em vista que cada tipo de telha possui propriedades específicas e que cada uma delas apresenta custo-benefício melhor ou pior dependendo da situação, é notório que a escolha incorreta do tipo de telha, muitas vezes por falta de conhecimento dos responsáveis, pode conduzir a uma edificação com vida útil aquém do planejado. Além disso, algumas solicitações realizadas pelo cliente podem também não ser atendidas devido à escolha incorreta de material.

Portanto, como possuir capacidade de discernir as diferentes propriedades e especificações de cada telha a fim de utilizar aquela que melhor atende os objetivos do projeto e solicitações do cliente, respeitando fatores orçamentários, técnicos, legislativos e sustentáveis?

1.2 Objetivo Geral

Realizar um comparativo de desempenho entre as telhas de concreto, as telhas de cerâmica e as telhas de fibrocimento.

1.3 Objetivos Específicos

Para que o objetivo geral seja atingido, os objetivos específicos são os a seguir:

- Analisar as propriedades de cada uma das telhas em estudo;
- Comparar cada um dos tipos de telha;
- Apresentar o desempenho de cada tipo de telha;
- Determinar em quais situações e tipos de edificação cada tipo de telha é mais recomendado.

1.4 Justificativa

Entre os três tipos de telha estudados, a telha de concreto é a que nos últimos anos vem ganhando espaço. Apesar do crescimento ser expressivo nos últimos anos, conforme informado anteriormente, a presença desse tipo de telha no mercado é em média de 3% (ANFATECCO 2010 *apud* SOUZA NETO; NASCIMENTO, 2012). Entretanto poucos são os estudos sobre esse tipo, o que pode comprometer a variedade de telhas no mercado e manter as tradicionais telhas cerâmicas e telhas de fibrocimento como predominantes.

Logo, justifica-se este estudo pela necessidade de apresentar alternativas no setor da construção civil, proporcionando opções mais viáveis, seguras e sustentáveis, com o máximo de precisão científica ao invés de métodos empíricos, garantindo desta forma edificações eficazes, duradouras e seguras. Esse planejamento e conhecimento garantirá construções que garantam sua função social em determinada comunidade, o que acaba por contribuir também ao desenvolvimento dessa mesma comunidade.

2 TELHAS CERÂMICAS

De acordo com Carreiro (2016), o termo “cerâmica” provém do grego *keramiké*, que por sua vez deriva do grego *kéramos*, que significa “terra queimada”, que seria uma designação para a argila. Portanto, pode-se definir cerâmica como sendo aqueles materiais que podem ser moldados a temperatura ambiente e, em seguida, submetidos a altas temperaturas, o que o torna utilizável para variados fins, seja na indústria ou mesmo no comércio.

O setor cerâmico é amplo, o que permite dividi-lo em diferentes setores de acordo com a área de utilização, propriedades e matéria-prima utilizados. De forma geral, o setor cerâmico pode ser dividido em vidros, cerâmica branca, refratários, abrasivos, cerâmicas vermelhas e cimentos, gessos e cal (CARREIRO, 2016).

A produção de tijolos e telhas estão relacionadas às cerâmicas vermelhas, portanto, o estudo será focado nesta divisão das cerâmicas. Primeiramente será feita uma análise histórica das telhas cerâmicas para então, posteriormente, ser apresentado as características e propriedades desses elementos construtivos, a fim de permitir um conhecimento mais abrangente, que permita compará-los a telhas de outros tipos.

2.1 Histórico

O processo de cozimento da argila para a fabricação de cerâmicas remonta da Idade da Pedra e com o passar da história os métodos foram aperfeiçoados pelas principais sociedades do período histórico conhecido como Antiguidade:

Há indícios que os Chineses utilizavam telhas de barro há cerca de cinco mil anos atrás. Diversos modelos de telhas planas de barro foram usados na construção de telhados na Grécia antiga entre quatro e cinco mil anos atrás. Os Romanos adotaram variações destas telhas gregas e espalharam as telhas de barro por onde havia argila adequada para fabricá-las durante o Império Romano. (SOUZA NETO; NASCIMENTO, 2012)

O Império Romano foi o mais imponente deste período e seu fim marca o fim da Antiguidade. Sua expansão atingiu todas as terras em torno do Mar Mediterrâneo, atingindo, portanto, o litoral norte africano, a região oeste da Península Arábica e uma quantidade expressiva do continente europeu, estendendo-se a partir da Península Ibérica e passando pelos territórios atuais da França, Península Itálica, Grécia e Turquia, além do sul da Grã-Bretanha (AZEVEDO; SERIACOPI, 2013).

Essa expansão permitiu que as técnicas de produção de telhas cerâmicas espalhassem-se por diferentes povos e que estes as adaptassem de formas diferentes para suas realidades.

A forma de produção durante a Idade Média teve poucas modificações, mas a partir da Idade Moderna, com a ascensão do antropocentrismo e, porventura, do conhecimento científico e das viagens ultramarinas, as telhas cerâmicas espalharam-se além da Europa, sendo as principais utilizadas nos principais centros urbanos, conforme afirma Pereira (2018):

Com a descoberta da América, a tecnologia de fabricação de telhas foi trazida para o novo continente. No século XVII, seu uso tornou-se quase obrigatório nas grandes cidades, por oferecer baixo risco de incêndios, fatos fundamentados nas devastadoras conflagrações de Londres, 1666, e de Boston, em 1679.

As telhas de barro tinham predominância no mercado europeu e suas colônias devido a sua fácil manutenção, durabilidade e condutibilidade térmica. Apesar disso, os Estados Unidos deixaram de utilizá-las por um íterim até a Revolução Industrial, que aperfeiçoou a fabricação e instalou os primórdios da automação industrial e, conseqüentemente, barateou os custos de produção, tornando assim as telhas cerâmicas novamente viáveis (PEREIRA, 2018).

Enquanto a Europa ia ao encontro da Revolução Industrial, o Brasil Colonial se mantinha nos processos manufaturados. As telhas cerâmicas brasileiras eram produzidas no Brasil pelos escravos e, por serem fabricadas manualmente, era recorrente que apresentassem um aspecto disforme, com tamanhos e diâmetros variados (PEREIRA, 2018). Devido ao período em que foram predominantemente empregadas e a seu formato, estas telhas são conhecidas como telha colonial, conhecidas fora do país como mouriscas ou telha árabe (COLIN, 2010). A figura 1 a seguir apresenta as telhas adotadas nessa época:

Figura 1 - Cobertura com Telhas do Tipo Colonial



Fonte: Colin (2010)

Com o avanço das fábricas na Europa, ocorre o aperfeiçoamento das produções. Vários tipos de telhas surgem, até que, em 1841, surgem as telhas de encaixe, fabricadas

mecânica e precisamente pelos irmãos franceses Gilardon d'Altkirche (LICADIEDOFF; QUEIROZ, 2016).

Atualmente, existem vários modelos de telhas cerâmicas de encaixe utilizados no mercado brasileiro, entre eles o romano, o italiano, o português, o americano e o francês (também chamado de marseilha ou marsehesa), além das telhas de modelo colonial. A figura 2 abaixo apresenta os principais tipos de telhas cerâmicas de encaixe:

Figura 2 - Principais Modelos de Telhas Cerâmicas de Encaixe



Fonte: NeoSolar (Disponível em: neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/telhados)

Assim como os outros tipos de telhas, cada modelo de cerâmica possui suas particularidades. No tópico seguinte, será apresentado as propriedades e desempenho das telhas cerâmicas de modo geral, especificando particularidades de algumas específicas.

2.2 Característica Gerais e de Produção das Cerâmicas Vermelhas

Entre os produtos que se enquadram como cerâmicas vermelhas, estão os “tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes para forro, vasos ornamentais, agregados leves de argila expandida [...]” (MOTTA; ZANARDO; CABRAL JUNIOR, 2001). Emiliani e Corbara (1999) explicam que quanto à matéria-prima as cerâmicas vermelhas são monocomponentes – ou seja, somente um componente, sendo esse a argila, podendo ser denominada simples ou natural.

Santos (1989) define as argilas como sendo materiais terrosos naturais, de granulação fina e que adquirem alta plasticidade quando é adicionado determinada quantidade de água. Microscopicamente, são formadas por partículas cristalinas de silicatos hidratados de alumínio, ferro e magnésio.

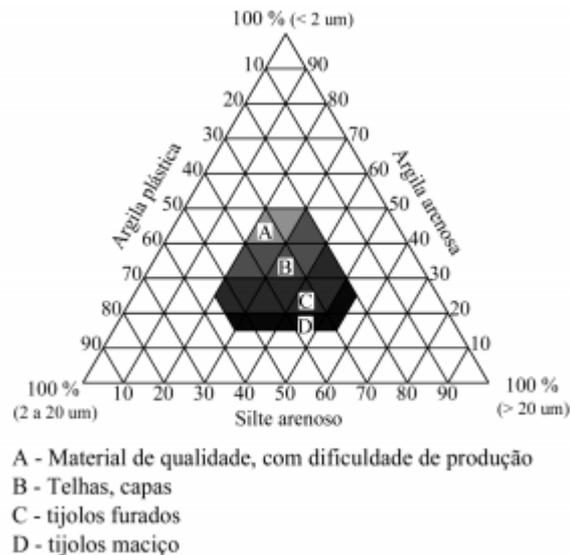
A massa é formulada a fim de propiciar trabalhabilidade e resistência à cerâmica, misturando a chamada “argila gorda”, responsável pelo aumento de plasticidade, com a “argila magra”, responsável pela redução da plasticidade e controle da fusibilidade, ou seja,

da facilidade com que determinado material derrete (MOTTA; ZANARDO; CABRAL JUNIOR, 2001).

A composição granulométrica é determinada a partir do Diagrama de Winkler. Segundo Vieira e Emiliano (2013), o Diagrama de Winkler é o responsável por identificar as regiões adequadas para o processamento dos produtos de cerâmica vermelha de acordo com a granulometria do material utilizado, permitindo desta forma inclusive a classificação dos materiais cerâmicos.

A figura 3 a seguir apresenta o Diagrama de Winkler, relacionando a aptidão das massas de cerâmica vermelha à composição granulométrica:

Figura 3 - Diagrama de Winkler conforme a composição granulométrica e o material



Fonte: Pracidelli e Melchiades (1997)

Motta, Zanardo e Cabral Junior (2001) observam que é comum a classificação granulométrica ser empírica, o que acaba dificultando a padronização e, porventura, a difusão de conhecimento sobre o assunto.

Após a mistura da massa, esta é umidificada acima do limite de plasticidade, sendo processada em misturadores e, sem seguida, segue para a prensagem, processo este específico para a confecção das telhas.

A prensagem é uma operação de conformação, em que o pó granuloso ou massa contida no interior de uma matriz rígida é compactado através da aplicação de pressão. Após este processo, a telha fica praticamente em sua forma final. Segundo Carreiro (2016):

Este processo é de elevada produtividade, de fácil automatização e bastante versátil, uma vez que é possível a produção de peças de vários tamanhos e formas, que não apresentam retração significativa durante a secagem e por isso, a variação dimensional nessa operação é baixa.

A normatização referente às telhas é estabelecida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, por meio da Norma Brasileira – NBR 15310 de 2009. Essa NBR estabelece que as características físico-mecânicas da telha cerâmica se dá pela classificação visual, resistência à ruptura por flexão, absorção de água e impermeabilidade.

Segundo Selhorst (2001), muitas fabricantes de telhas cerâmicas tendem a desconsiderar as regulamentações básicas sobre as propriedades das telhas, o que acaba pondo no mercado telhas cerâmicas diversificadas no ponto das propriedades físico-mecânicas, desqualificando o setor.

Pela NBR 15310:2009, obrigatoriamente devem trazer a identificação do fabricante, por meio de relevo ou reentrância na peça, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que haja prejuízo em seu uso. As informações obrigatórias são identificação do fabricante, município e unidade de federação, modelo da telha, rendimento médio da telha (R_m) expresso em telhas por metro quadrado (T/m^2), sendo obrigatório esta gravação, dimensões da largura (L), comprimento (C), posição de pino ou furo de amarração (L_p) e a galga média.

A peça de telha cerâmica esmaltada representada na figura 4 a seguir, por exemplo, não apresenta os dados de identificação do fabricante, o que, portanto, entra em desacordo com a norma:

Figura 4 - Informações de peça de telha sem identificação do fabricante



Fonte: O Autor (2020)

É também estabelecida pela mesma norma que a sonoridade da telha deve ser semelhante ao metálico. Além disso, a norma institui que pequenas quebras, esfoliações, lascados, riscos, escoriações e raspagens que não prejudiquem o desempenho são aceitáveis. A figura 5 a seguir apresenta uma pequena quebra admissível proveniente de transporte.

Figura 5 - Quebra em Telha Cerâmica



Fonte: O Autor (2021)

Sendo uma das telhas mais utilizadas no país, Vieira e Emiliano (2013) destacam como propriedades benéficas a durabilidade e economia, resistência ao fogo, barreira térmica e principalmente seu apelo estético. Em contrapartida, são mais frágeis se comparadas às outras telhas no mercado, além de possuírem um peso acentuado e absorção de umidade mais intenso.

3 TELHAS DE FIBROCIMENTO

Desde seu descobrimento, o fibrocimento possuía como mistura básica cimento, amianto e água. Após vários estudos, concluiu-se que o amianto apresenta alta toxicidade e passou a ser proibido em vários países, inclusive o Brasil em 1995 (JANELA, PEREIRA; 2018).

Juntamente com as telhas de cerâmicas, as de fibrocimento competem espaço no Brasil, estando presente em várias edificações, principalmente as de grande porte, tais como galpões de indústrias e afins, apesar de popularmente serem chamadas pelo nome da principal empresa de telhas de fibrocimento, que coincidentemente também foi a responsável por este tipo de material.

O amianto, um dos componentes básicos do fibrocimento até então, era utilizado desde a Grécia Antiga para tornar cerâmicas mais resistentes, mas foi no século XVII, durante a Revolução Industrial, que teve seu uso ampliado, até que, em 1895, o austríaco Ludwig Hatschek enfim descobrisse o fibrocimento (PRADO FILHO, 2014).

Anos após, Hatschek obteve a patente de sua descoberta e passou enfim a produzi-la, em 1901, sendo a Eternit fundada em 1940. Com o passar dos anos do século XX aos poucos outras empresas foram tendo o direito de produzir fibrocimento, sendo que no mercado brasileiro o marco foi com a empresa S.A. Mineração de Amianto, em 1939, comprada posteriormente pela S.A. Brasilit, importante empresa brasileira do ramo (PRADO FILHO, 2014).

A Eternit chega ao país em 1941, expandindo seus negócios e o ramo de fibrocimento pelo país, popularizando este tipo de telha, principalmente entre 1950 e 1960. Segundo Prado Filho (2014), existem dois tipos de amianto:

[...] amianto crisotila e o amianto anfibólio. O segundo possui fibras duras, retas e pontiagudas apresentando altas concentrações de ferro em sua composição. Já o amianto crisotila possui fibras curvas e sedosas com altas concentrações de magnésio. Quando inspiradas, as fibras do amianto anfibólio ficam por mais de um ano nos pulmões enquanto que as fibras do amianto de crisotila ficam cerca de dois dias.

Devido a isso, o Instituto Nacional de Câncer – INCA (2021) expõe que o contato com o amianto desencadeia inúmeras doenças, sendo reconhecidamente cancerígeno. Em 1995, o Governo Federal aprovou a Lei nº 9.055 que proibia o uso do amianto anfibólio, entretanto permitia o uso do amianto de crisotila de forma controlada. Mas, em 2017, o Supremo Tribunal Federal – STF – acabou por também proibir esse segundo tipo da fibra mineral (D'AGOSTINO, 2017).

Desde então o amianto tem sido substituído pelo CRFS, que confere mais segurança tanto aos trabalhadores quanto ao meio ambiente. O fibrocimento sem amianto é chamado de fibrocimento NT (Nova Tecnologia) e adota em substituição ao amianto fios sintéticos de polipropileno (PP) e de álcool polivinílico (PVA) (ANF, 2021). A figura 6 a seguir apresenta telhado coberto por telha de fibrocimento:

Figura 6 - Telhado coberto por telhas de fibrocimento



Fonte: Brasilit (2018)

A NBR que regulamenta o uso geral do fibrocimento é a NBR 5643:2012: Telha de fibrocimento – Verificação da resistência a cargas uniformemente distribuídas, responsável por estabelecer os métodos de para verificação da resistência de telhas onduladas de fibrocimento. Além disso, mais especificamente, há a NBR 7581, divididas em três partes: Classificação e Requisitos (2014), Ensaio (2012) e Padronização (2012).

A norma estabelece que as telhas podem ser oferecidas em sua cor natural, com ou sem revestimento incolor, ou mesmo colorida pela adição de pigmentos na mistura ou na aplicação da pintura. A superfície da face deve ser regular, uniforme e, no caso da superfície expostas às intempéries, lisa, salvo indicação contrária do fabricante.

As telhas devem ser homogêneas, isentas de imperfeições que impeçam a montagem do telhado, não podendo apresentar remendos e quebrados. É permitido que suas laterais sejam pré-cortadas para facilitar a montagem.

Pela parte 2 da norma – Ensaio – a telha deve suportar no mínimo 2 kN para peças de largura útil inferior a 0,70 m, e 2,5 kN para peças com largura igual ou superior a 0,70 m. As dimensões das telhas são definidas pelo próprio fabricante, mas devem cumprir tolerâncias específicas definidas pela NBR 7581-2, conforme pode ser visualizado na figura 7 abaixo:

Figura 7 - Tolerâncias Dimensionais

Dimensões em milímetros		
Dimensão	Limite ou intervalo	Tolerância
Passo da onda (a) ^a	$a \leq 75$	$\pm 1,5$
	$75 < a \leq 180$	± 2
	$180 < a \leq 260$	$\pm 2,5$
	$a > 260$	± 3
Altura da onda (h) ^a	$h < 40$	± 2
	$h \geq 40$	± 3
Comprimento da telha (c)	$c < 3\ 700$	± 10
	$c \geq 3\ 700$	± 15
Largura da telha (l)	–	± 10
Espessura nominal da telha (e)	$e \leq 6$	Limite inferior: $-0,4$ Limite superior: $+10\%$ de e
	$e > 6$	± 1
Esquadro da telha ^a	$c < 3\ 700$	≤ 10

^a Este requisito somente é válido para telhas com número de ondas ≥ 2 .

Fonte: ABNT (2012)

O fibrocimento sem amianto, também chamado de fibrocimento NT é adotado mundialmente por ser o único que é capaz de reproduzir as propriedades do amianto sem, no entanto, utilizá-lo. Apresentam alto custo-benefício, já que tendem a ser mais baratas que as cerâmicas. Possuem alta durabilidade e flexibilidade, além de apresentarem melhor acabamento, encaixando perfeitamente quando a montagem é feita corretamente (MARQUES, 2014).

Além disso, Marques (2014) também diz que estas são incombustíveis, impermeáveis, duráveis, mais leves, econômicas e de uso prático também quando comparado às cerâmicas. Da mesma forma: “As telhas de fibrocimento são comercializadas com diversos tamanhos, possibilitando a escolha do cliente conforme a sua necessidade [...] sendo utilizadas em grande escala principalmente na população de baixa renda” (MARQUES, 2014).

4 TELHAS DE CONCRETO

As telhas de concreto são de forma retangular e perfil ondulado, de cor natural ou colorido com adição de pigmento à massa ou aplicação de camada superficial, composto por cimento, agregado, água e aditivos.

O primeiro registro das telhas de concreto datam de 1844, pelo alemão Adolf Kroher. Esse registro ocorre vinte anos após à patente do cimento Portland, tendo seu auge em 1919, quando a produção passa a ser realizada mecanicamente (ZIEGEL, 2021).

A partir de então, a produção ficou cada vez mais moderna, passando desde o jovem engenheiro Willian Powell até H.A. Wilkison:

Logo após estas máquinas serem introduzidas na Inglaterra, por volta de 1925, um jovem engenheiro chamado Willian Powell, desenvolveu uma nova máquina, considerada um avanço em relação à máquina dinamarquesa. Em 1930 H.A. Wilkison, que era gerente na fábrica de seu pai na cidade de Surrey, Inglaterra, decidiu eliminar o tedioso trabalho manual, ainda existente na fabricação das telhas de concreto e desenvolveu o mais eficiente equipamento de fabricação de telhas de concreto, introduzindo o sistema de extrusão. (ZIEGEL, 2021)

Na figura 8 a seguir é possível visualizar uma edificação com cobertura de telhas de concreto.

Figura 8 - Edificação sendo coberta com telhas de concreto



Fonte: CREA-SE (2014)

Já a produção deste tipo de telha no Brasil surgiu apenas em 1976 em São Paulo, tendo desde então o mercado expandido de forma expressiva por todo o país, até ter sua primeira norma de regularização em 1997 pela ABNT, sendo essa a NBR 13858-1 que trata das exigências para o projeto e execução de telhados com telhas de concreto.

Essa norma possui como pré-requisito a NBR 13858-2, pois estabelece que é responsabilidade do projetista verificar as propriedades das telhas de concreto conforme a segunda parte da norma, assim como suas dimensões e tolerâncias devem também estar de acordo com esta segunda parte.

A NBR 13858-2 foi instituída assim como a primeira parte também em 1997, recebendo atualizações em 2007 e por fim em 2009. É a norma responsável pela padronização das telhas de concreto, estabelecendo propriedades e dimensões.

Entre as características relacionadas à fabricação estão a possibilidade de pintura superficial da telha, desde que para somente fim estético, e a presença de um pré-furo que indique o local para a fixação na estrutura de apoio. Defeitos que expõem a peça às intempéries também não são aceitáveis segundo a norma.

Em relação aos detalhes construtivos, a telha de concreto deve apresentar encaixe lateral e nervura dupla, garras de fixação nos apoios e alinhamentos e pré-furos para amarração e fixação. Já em relação às suas dimensões – projeção horizontal, comprimento útil, comprimento total e espessura a norma estabelece os seguintes valores que podem ser vistos conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 - Características geométricas gerais das telhas de concreto

Características	Valores e Limites (mm)
Projeção Horizontal	420 x 330
Comprimento útil	320
Comprimento total	420
Espessura	≥ 10

Fonte: ABNT (2009) – Adaptado

Os valores apresentados são medidas da onda central da telha. Nas partes de encaixe são permitidas espessura de no mínimo 6 mm. Já em relação às características geométricas transversais da peça, a norma estabelece os valores informados a seguir na tabela 2:

Tabela 2 - Características geométricas do perfil das telhas de concreto

Características transversais	Valores e Limites (mm)
Altura	Em função do tipo de perfil
Largura útil	300
Largura total	330
Sobreposição lateral mínima	28
Sobreposição longitudinal mínima	100

Fonte: ABNT (2009) – Adaptado

Em relação a fatores físicos, os destaques são: empenamento máximo de 3 mm, absorção de água de no máximo 10%, carga de ruptura não inferior a 2500 N, massa da telha entre 4,3 kg e 5,00 kg.

Entre suas principais vantagens está sua resistência. Sendo o concreto um material altamente resistente, as telhas desta modalidade apresentam ótima resistência, tendo inclusive menores chances de quebrarem, já que o concreto suporta uma carga de compressão expressiva quando comparada a outros tipos de telhas.

Pelo fato de em sua produção serem utilizadas formas iguais, as telhas de concreto possuem maior uniformidade e, em consequência, melhor encaixe entre elas, o que facilita no processo de encaixe das peças no telhado, maior acomodação e porventura, peças mais seguras entre si. Outros tipos de telhas podem apresentar pequenas variações entre suas peças, o que pode possibilitar, por exemplo, peças cobertura ineficiente quanto às intempéries.

Assim como apresentam melhor encaixe, as telhas de concreto possuem índices de impermeabilidade significativos quando comparadas às outras modalidades de telhas. As nervuras presentes inferiormente impedem que a água penetre nelas enquanto em sua parte superior a ausência de água impede a proliferação de fungos, o que contribui tanto para a vida útil das telhas, como também da população em seu entorno.

Entretanto, as telhas de concreto possuem algumas características não desejáveis e que logo devem ser levadas em conta, pesando com as características vantajosas a fim de se verificar o custo-benefício da estrutura.

Um dos motivos que impede que as telhas de concreto se expandam é sua ineficácia na regulação de temperatura em locais muito quentes. Desta forma, sendo o Brasil um país tropical, seu uso se torna inviável devido ao desconforto térmico causado em regiões que possuem temperaturas elevadas naturalmente.

Devido às suas vantagens apresentadas anteriormente, com destaque para a impermeabilidade e resistência, as telhas de concreto possuem preços mais elevados que outros tipos de telhas, principalmente quando comparadas às telhas de barro. O próprio processo de logística assim como qualidade de produção e acabamento são outros fatores que contribuem para o acréscimo de preço.

Entretanto com o passar dos anos, as telhas de concreto têm ganhado cada vez mais espaço, competindo juntamente com as telhas de cerâmica e as telhas de fibrocimento. O que se percebe é que a ascensão de mais uma modalidade em conjunto com outras já existentes e tradicionais só tem a ser benéfico, já que são mais possibilidades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chega-se à conclusão que com o passar dos anos as indústrias de telhas têm avançado em seus processos, tornando-os cada vez mais sofisticados. De uma forma geral, os usos de cada tipo de telha dependem de vários fatores, tais como o tipo de edificação e solicitações por parte do cliente.

Como pode ser analisado, cada tipo de telhas possui suas características, com vantagens e desvantagens, tendo o profissional e o usuário a responsabilidade de balanceá-las e compará-las a fim de determinar aquela que melhor se adequa a cada caso. Partindo disso, na tabela 3 a seguir é apresentado vantagens esperadas das três opções de telhas, objetivando apresentar um comparativo mais claro entre elas, em que 1 representa mais eficiência naquela categoria, enquanto 3 demonstra menos eficiência:

Tabela 3 - Vantagens de Cada Tipo de Telha

Telha	Cerâmica	Fibrocimento	Concreto
Vantagens			
Resistência à Quebra	3	2	1
Rendimento	3	2	1
Estética	1	3	2
Economia	2	1	3
Isolamento	1	3	2
Leve	2	1	3

Fonte: O Autor (2021)

A começar, pode-se citar o rendimento de telhas, em que as de concreto tendem a ter um rendimento maior que as cerâmicas, por exemplo, por serem mais homogêneas que os outros tipos de telha, que podem ser mais heterogêneas inclusive na mudança de lotes, já que muitas vezes o processo de produção acaba por não ser tão padronizado, inclusive pela maioria da produção provir de empresas de pequeno e médio porte.

As telhas de fibrocimento tendem a ser mais viáveis economicamente quando comparada às outras telhas, assim como são mais flexíveis quando comparadas às de cerâmica e às de concreto. São mais leves e possuem boa incombustibilidade. Todavia, retém mais o calor, o que pode ocasionar desconforto térmico. O isolamento acústico é também inferior às outras modalidades de telha.

As telhas cerâmicas são mais permeáveis que as de fibrocimento, entretanto oferecem melhor isolamento térmico e acústico. Além disso, possuem uma variedade maior de modelos e cor, podendo inclusive serem esmaltadas, o que dá à edificação um melhor toque estético.

Apresentam custo mais elevado, mas também apresentam maior resistência ao fogo. Devido ao material, são peças quebradiças, que podem ser impactadas na montagem, transporte ou mesmo no manuseio após sua produção.

Já as telhas de concreto possuem como vantagem a regulação de temperatura através da diversidade de cores para este tipo de telha, que acaba por contribuir tanto térmica, como esteticamente. São mais duráveis e resistentes, suportando até 240 kgf, enquanto as cerâmicas por exemplo suportam até 130 kgf no geral. Seu processo de fabricação permite que sejam mais impermeáveis, o que em contrapartida eleva seus custos. Apesar de ser possível regular a temperatura, elas não contêm muito bem o calor, não sendo indicadas, portanto, a regiões mais quentes.

Dessa forma, pode-se concluir que a escolha de telhas irá depender muito das necessidades e regiões. Por ser o Brasil um país predominante tropical, a telha de concreto se torna na maioria das vezes inviável, devido ao seu alto custo e retenção de calor. Esse seria um dos motivos que explicaria a predominância das telhas de cerâmica e de fibrocimento, já que ambas apresentam um melhor custo-benefício aliado ao isolamento térmico e acústico.

Entre essas duas, a de fibrocimento ganha espaço por seu alto rendimento e flexibilidade, já a telha de cerâmica se destaca ao ter um isolamento térmico mais eficaz, o que acaba por concluir que o uso entre uma e outra varia conforme a edificação: em geral galpões de empresa tendem a usar telhas de fibrocimento, enquanto residência utilizam telhas de cerâmicas, pois as necessidades de cada ambiente são diferentes.

6 REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15310**: componentes cerâmicos – telhas – terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: 2009.

ANF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO FIBROCIMENTO. **O fibrocimento**, 2021. Disponível em: www.anf-br.org/fibrocimento. Acesso em: 15 abr. 2021.

AZEREDO, Hélio Alves de. **O edifício até sua cobertura**. 2. ed. rev. São Paulo: Brucher, 1997.

AZEVEDO, Gislane. SERIACOPI, Reinaldo. **História em movimento**: dos primeiros humanos ao Estado moderno. 2. ed. São Paulo: Ática, 2013. v. 1.

CARREIRO, Marcos Emmanuel Araujo. **Estudo da viabilidade da incorporação de resíduo de quartzito na massa da cerâmica vermelha**. 2016. 70f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2016.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 5ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.

COLIN, Silvio. **Técnicas construtivas do período colonial – II**: coberturas e forros. Coisas da Arquitetura. 2010. Disponível em: coisasdaarquitetura.wordpress.com/2010/09/06/técnicas-construtivas-do-periodo-colonial-ii/. Acesso em: 15 abr. 2021.

D'AGOSTINO, Rosanne. STF proíbe em todo o país produção, venda e uso de materiais com amianto. **Portal G1**, Rio de Janeiro, nov. 2017. Disponível em: g1.globo.com/politica/noticia/stf-proibe-em-todo-o-pais-producao-comercializacao-e-uso-de-materiais-com-amianto.ghtml. Acesso em: 27 maio 2021.

EMILIANI, Gian Paolo; CORBARA, Francesco. **Tecnologia cerâmica**. 1. ed. Faenza: Editoriale Faenza Editrice, 1999. v. 1.

JANELA, José Manuel Esteves Marques; PEREIRA, Pedro José Silva. História do amianto no mundo e em Portugal. **Cultura, Espaço & Memória – CEM**. nº 7, 14 p., 2018.

LICADIEDOFF, Sacha Stephanie Balaguer; QUEIROZ, Viviam Pereira. **Fabricação de telhas de concreto**. 2016. 35f. Monografia – Centro Estadual de Educação Profissional, Curitiba, 2016.

MARQUES, Vinícius Martins. **Avaliação de aspectos e impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com e sem amianto**. 136f. 2014. Dissertação de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Rio do Sinos, São Leopoldo, 2014.

MOTTA, José Francisco Marciano; ZANARDO, Antenor; CABRAL JUNIOR, Marsis. As matérias-primas cerâmicas – Parte I: O perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos. **Cerâmica Industrial**, v. 7, p. 33-40, 2001.

PEREIRA, Adinalzir. **Como eram feitas as telhas coloniais**. Saiba História. 2018. Disponível em: saibahistoria.blogspot.com/2018/06/como-eram-feitas-as-telhas-coloniais.html. Acesso em: 15 abr. 2021.

PRADO FILHO, Hayrton Rodrigues do. Para um melhor desempenho, as telhas de fibrocimento têm que cumprir as normas técnicas. **Portal Banas Qualidade**, São Paulo, out. 2014. Disponível em: www.banasqualidade.com.br/artigos/2014/10/para-uma-melhor-desempenho-as-telhas-de-fibrocimento-tem-que-cumprir-as-normas-tecnicas.php. Acesso em 27 maio 2021.

PINHAL, Paulo. **O que é telha?**. Colégio de Arquitetos. Mogi das Cruzes, 2009. Disponível em: www.colegiodearquitetos.com.br/dicionario/2009/02/o-que-e-telha/. Acesso em: 15 abr. 2021.

SELHORST, Mário. **Ensino das normas técnicas para verificação de qualidade de produtos de cerâmica vermelha utilizando sistema especialista**. 2001. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SILVA, Bruna Gabrielly Teixeira da; AZEVEDO, Rafaela Lopes de; MARCELINO, Darley Ferreira. Análise dos Problemas de uma Indústria de Telha de Concreto: aplicação da etapa planejar do MASP. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXV*. 2015. 35. ed. **Anais eletrônicos [...]** Fortaleza: ENEGEP, 2015. Disponível em: www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_207_228_28051.pdf. Acesso em: 15 abr. 2021.

SOUZA, Manuela. Deu na Telha. **Revista da Anicer**, Rio de Janeiro, v. 107, out. 2017. Disponível em: www.anicer.com.br/revista-anicer/revista-107/telhas-ceramicas/. Acesso em 15 abr. 2021.

SOUZA NETO, Guilherme Bernardes de; NASCIMENTO, Leandro Silva. **Análise das características da telha de concreto e sua participação no mercado da construção civil**. 2012. 50f. Monografia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2012.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em Educação**. São Paulo: Editora Atlas, 1987.

VIEIRA, C. M. F.; EMILIANO, J. V. Incorporação de pó de rocha sedimentar em massas para telhas cerâmicas – Parte 1: efeitos nas propriedades físicas e mecânicas. **Cerâmica**, v. 59, p. 389-394, 2013.

ZIEGEL. **História da telha de concreto**. 2021. Disponível em: ziegel.com.br/historia-da-telha-de-concreto/. Acesso em: 30 maio 2021.