

## ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E CUSTOS PARA EXECUÇÃO DE COBERTURAS COM TELHAS METÁLICAS TERMOISOLANTES, FIBROCIMENTO E POLICARBONATO

Charles Fagner Riffel<sup>1</sup>  
Claiton Rogerio Zardo; Anderson Camargo; Ailson Oldair Barbisan<sup>2</sup>

### RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo principal apresentar um comparativo entre três técnicas de coberturas com diferentes telhas muito utilizadas no Brasil, são elas com telhas metálicas termoisolantes, policarbonato e fibrocimento. A metodologia utilizada nesta pesquisa é o método indutivo, que se classifica como pesquisa experimental. Utilizando o método de testes em ambiente reduzido não normatizados, a pesquisa de custo para as diferentes técnicas. A população alvo a ser abordado nessa pesquisa são todas as telhas que são utilizadas para cobertura em telhados. Em relação a análise e interpretação de dados classifica-se essa pesquisa como sendo quantitativa. No quesito resultados da pesquisa foram executadas todas as técnicas abordadas nessa pesquisa que seriam para coberturas com telhas metálicas termoisolantes, com telhas de policarbonato e telhas de fibrocimento verificando a produtividade, custo e eficiência térmica. Para tanto foram desenvolvidos testes para comprovar a eficiência das técnicas, os quais foram aprovados. Como resultados é possível afirmar que a técnica de cobertura com telhas metálicas termoisolantes, se destacou como sendo a melhor opção dentre as pesquisadas, com desempenho mediano em dois dos três testes.

**Palavras-chave:** Coberturas. Telhas de Fibrocimento. Policarbonato. Termoisolantes. Eficiência Térmica.

### 1 INTRODUÇÃO

Nos tempos mais remotos as coberturas surgiram com o intuito de abrigar e proteger o ser humano das intemperes do tempo. Com o desenvolvimento das técnicas construtivas as coberturas foram ganhando cada vez mais expressão arquitetônica e cada vez se tornando mais que um simples refúgio para se abrigar das ações do clima, assumindo assim um papel decisivo na personalidade de cada edificação (TURMANL, 2013).

Com o passar dos anos a construção civil brasileira tem um processo contínuo de evoluções, sempre buscando as melhores técnicas para diminuir o tempo de execução, seja pela adoção de ferramentas de TI ou pela utilização de materiais cada vez mais eficientes tanto para execução de coberturas quanto para uma obra em geral (TURMANL, 2013).

---

<sup>1</sup> Artigo desenvolvido com base nos dados do TCC do curso Engenharia Civil, (UCEFF, 2017).

<sup>2</sup> Docentes da Engenharia Civil UCEFF. E-mail: ailsonbarbisan@uceff.edu.br.

O termo cobertura designa o conjunto dos elementos que formam o sistema de proteção de uma edificação, a utilização de variados tipos de materiais de construção é usada nas mais variadas formas para a estrutura de telhados (PATTON, 1978).

Existem vários pontos a ser observado na escolha do tipo de cobertura o principal seria a inclinação do telhado, outro ponto importante a ser levado em conta se essa telha é certificada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e qual o tipo de edificação que irá utiliza-la (PATTON, 1978).

A mais utilizada para residências é a telha de fibrocimento, pois é a melhor em custo/benefício, são resistentes e leves por isso precisam de um engradamento de telhado mais simples devem ser bem fixadas para que não tenha problema com chuvas e ventos, a principal vantagem dessa telha é que ela pode ser utilizada em coberturas com pouca inclinação, possuem espessuras de 4mm, 5mm, 6mm e 8mm (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

As coberturas metálicas com telhas termo acústicas popularmente chamadas de telha sanduiche, esse modelo de telha é geralmente usado em coberturas de galpões indústrias, por ser duplo esse tipo de telha auxilia na redução da passagem de calor e ruído para o ambiente interno. Esse tipo de cobertura é basicamente formado por materiais isolantes como o poliuretano e poliestireno, as lãs de vidro ou de rocha, e que são colocados entre duas telhas metálicas feitas, na maioria dos casos, de aço ou alumínio (YAZIGI, 2009).

Mais uma técnica pesquisa será a utilização de telhas de policarbonato para coberturas, o policarbonato é um termoplástico, ou seja, um plástico que amolece ao ser aquecido e endurece quando resfriado permitindo que faça curva ou outros formatos sem nem um tipo de emenda, a escolha desse produto deve se levar em conta fatores como luminosidade e conforto térmico, pode ser encontrado em chapas ou telhas, é bastante utilizado em coberturas de jardins de inverno, garagens, estufas e piscinas (YAZIGI, 2009).

Portanto a escolha desse tema justifica-se pela busca de um estudo mais aprofundado desta técnica visando a agilidade, economia e escolha certa do tipo de material que será utilizado no telhado, por se tratar de um sistema comparativo entre diferentes tipos de coberturas.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

Este tópico apresenta uma base teórica, que apresentam características técnicas e executivas para as diferentes técnicas de cobertura.

## 2.1 COBERTURAS

Alguns autores utilizam o termo telhado indistintamente para designar tanto a cobertura quanto o próprio telhado, a cobertura tem a função de proteger a edificação das intempéries do tempo, sem perder sua estabilidade estrutural ao longo de toda sua vida útil (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

Segundo Silva (2004) pode-se dizer que a cobertura é subdividida em quatro partes principais

- a) Telhado: composto por vários tipos de telhas;
- b) Trama: que dá sustentação ao telhado;
- c) Estrutura vertical: da sustentação a trama (treliça ou tesoura);
- d) Sistema de contraventamento: tem função de absorver as ações do vento e mantendo a estanqueidade do conjunto;
- e) Sistema de captação de água: função de recolher e conduzir a água captada a um determinado local.

Ainda segundo Silva (2004) existem outras nomenclaturas utilizadas para denominar elementos de um telhado, como por exemplo:

- a) Água: Superfície plana de um telhado;
- b) Beiral: projeção do telhado para fora do alinhamento da parede;
- c) Cumeeira: Aresta horizontal na parte mais alta do telhado, delimitada pelo encontro entre duas águas;
- d) Rufo: peça complementar de arremate entre o telhado e uma parede;
- e) Calha: coletores de água proveniente de chuvas, geralmente instalado nas extremidades dos beirais com ramificações até o solo.

O primeiro passo ao se construir uma cobertura que atenda todas as necessidades e que seja eficiente parte do princípio da escolha da telha, essa escolha determina vários fatores como a inclinação das águas e a eficiência termo acústica que o telhado irá proporcionar aquela edificação como pode-se observar na Figura 2. (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

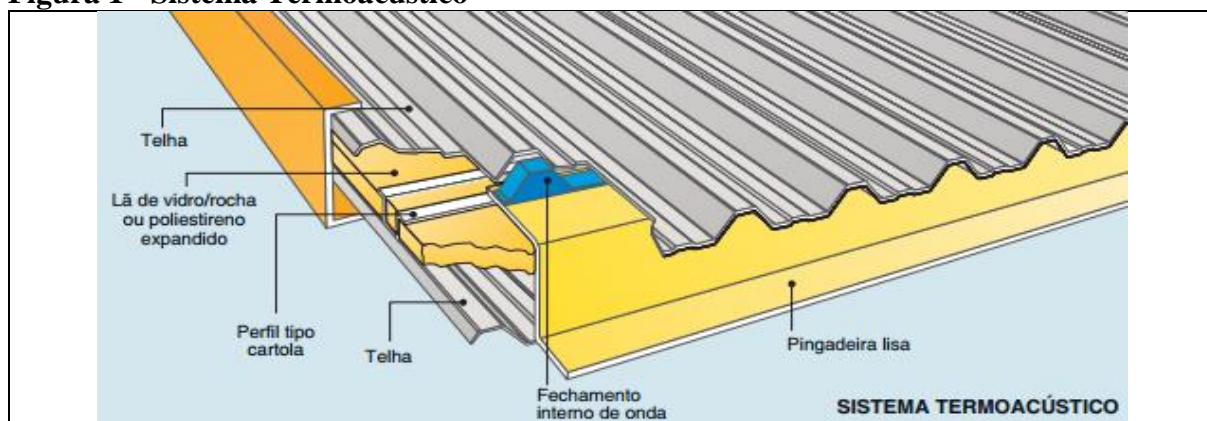
Atualmente no mercado existem várias alternativas de diferentes tipos de telhas, dentre as mais usadas no Brasil destacam-se os materiais como fibrocimento, cerâmicas e metálicas, mas com novas tecnologias vem surgindo com o passar do tempo outros tipos vem ganhando

espaço no mercado brasileiro como a telha de concreto, vidro, fibra vegetal, policarbonato e madeira (CALIL JUNIOR; MOLINA, 2010).

### 2.1.1 Telhas metálicas termoisolantes

As telhas termo acústicas e termo isolantes popularmente chamadas de telhas sanduiche, consistem num mesmo método de fabricação, pois consistem em duas folhas metálicas com um diferencial de isolamento no meio, os materiais que compõem o miolo podem variar dependendo da utilização como pode-se observar na Figura 1 (YAZIGI, 2009).

**Figura 1 - Sistema Termoacústico**



Fonte: Adaptado de ABCEM (2009).

Geralmente o miolo é composto por isolante de poliuretano, lâ de vidro ou lâ de rocha, o sistema com isolante age na difusão e absorção das ondas sonoras, eliminando ruídos externos como, por exemplo, o da chuva, sua utilização é realizada em galpões de indústrias ou supermercados, casas de shows também utilizam desse modelo de telha (YAZIGI, 2009).

Telhas metálicas termo acústicas proporcionam redução de ruído externo e alto índice de isolamento térmico para coberturas e fachadas, o coeficiente de cálculo para isolamento térmico varia de acordo com os materiais utilizados, para a indicação de qual material utilizar é feito um cálculo levando em consideração a condutividade térmica e a espessura entre outros fatores (ABCEM, 2009).

A telha utilizada nesse sistema na maioria das vezes é trapezoidal, sendo a espessura da chapa mais utilizada a de 0,5 mm, o isolante 30 mm e a manta 50 mm. Depois de montadas sobre a estrutura do telhado, a fixação das telhas que é realizada por sobreposição, deve ser

fixada no canal ou onda alta da telha, a sobreposição deve ser bem apertada garantindo a estanqueidade, a utilização de parafusos de fixação é necessária que seja a específica para esse modelo de telha, todos os materiais para utilização e fixação são disponibilizados pelo fabricante da telha (YAZIGI, 2009).

Outro método bastante usual quando a questão é telhas sanduiche e a utilização de lã de vidro ou lã de pedra, esse sistema exerce um bom desempenho termo acústico, por ser um método que pode ser executada in loco, começa com a montagem da parte inferior, após coloca-se os espaçadores metálicos, juntamente com o material isolante e finalmente a telha superior (ABCEM, 2009).

### 2.1.2 Telhas Fibrocimento

O fibrocimento como o próprio nome já diz é um material a base de cimento, sem agregados e com adições de minerais e fibras de reforço, essas fibras podem ser de origem mineral, sintética ou vegetal. Sua criação foi em 1938, mas teve um uso mais expressivo na década de 70, utiliza-se de aglomerantes, cargas minerais e fibras para sua fabricação aonde o principal ingrediente é o Cimento Portland (GOBAIN, 2014).

Atualmente é considerada a melhor solução para habitações populares em relação custo/benefício, pois proporciona uma maior economia em relação às peças cerâmica, seu maior comprimento gera redução tanto no madeiramento quanto na quantidade de peças a ser utilizado, o ponto negativo nesse tipo de telha é seu fraco desempenho como isolante térmico recomenda-se projetar beirais maiores, com pé direitos maiores e pintar as telhas com tinta acrílica branca nas duas faces (CALIL JUNIOR, 2010)

Com o envelhecimento desse tipo de cobertura passa a apresentar problemas de manutenção antes do que os outros modelos de telha com mesma idade, os principais modelos desse tipo de telha são o kalhetão 90, fibrotex, e o brasilit como pode-se observar na Figura 15 (GOBAIN, 2014).

A principal norma sobre fibrocimento é a NBR 7581- onde se divide em 3 partes, o objetivo dessa norma é constituir uma mistura homogênea em presença da água, cimento Portland, agregados ou aditivos e fibras de origem mineral (ABNT, 1993).

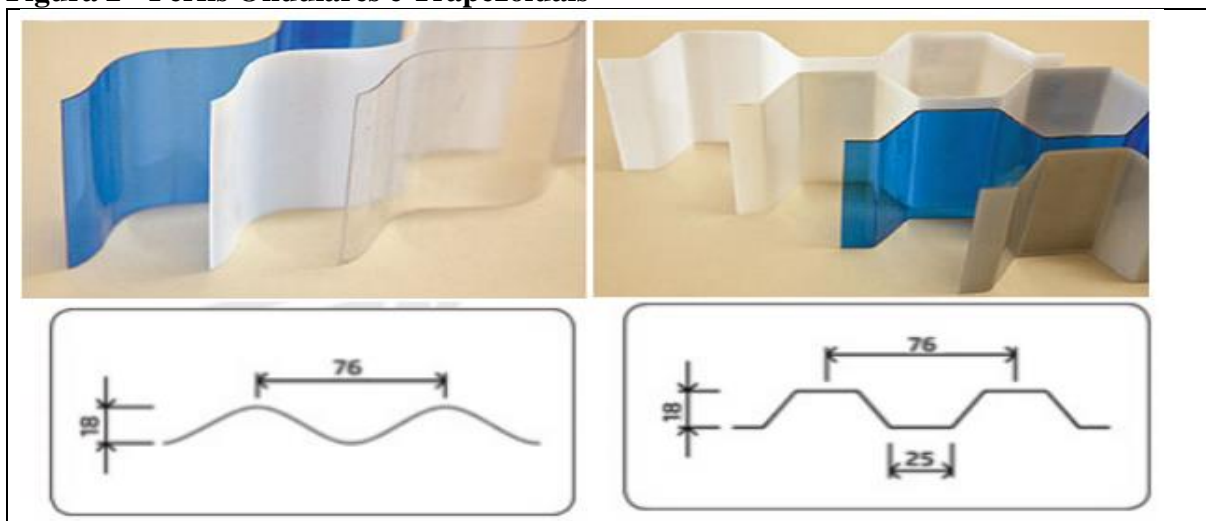
A NBR 7581-1 de 09/2014 – Telha ondulada de fibrocimento – Parte 1: Classificação e requisitos referem-se a os requisitos para o recebimento de telhas, classifica as telhas em

função de suas características e propriedades e prescreve métodos de ensaios para o controle de fabricação e recebimento do produto (ABNT, 1993).

### 2.1.3 Telhas em policarbonato

O policarbonato é um polímero termoplástico amorfo, fabricado a partir de resinas derivadas do carbono isso faz com que o material possua uma alta resistência mecânica cerca de 250 vezes maior que o vidro e 30 vezes mais que o acrílico além de ter pouco peso (cerca de 1,2 kg/m<sup>2</sup> de telhado). Em geral o policarbonato é utilizado em ambientes externos, para coberturas planas ou curvas como em garagens, jardins de inverno, estufas, etc. podem ser encontradas como placas que refletem a luz solar e reduz à luz interna do ambiente, esse tipo de telha tem boa resistência ao fogo e seu nível de transparência pode atingir até 90 % (PRADO, 2012).

**Figura 2 - Perfis Ondulares e Trapezoidais**



Fonte: Adaptado Prado (2012).

Sua estrutura corrugada compacta permite uma distância maior entre as telhas de policarbonato em relação e os apoios de fixação se comparado a materiais similares e de mesma espessura, como vidro, PVC (Policloreto de vinila) ou telhas plásticas garantindo maior resistência mecânica, transparência e leveza (SOUZA, 2009).

Para a instalação desse método de cobertura devem se tomar alguns cuidados específicos como no armazenamento e manuseio, pois é um material que risca facilmente, como podem ser

cortadas *in-loco* a utilização de serras manuais, elétricas ou de fitas devem ser com dentes finos de seis a oito centímetros (PRADO, 2012).

Os furos de fixação (na telha) devem ser feitos com um diâmetro maior do que o do parafuso (de aço auto perfurante). Não aperte excessivamente. Nos modelos greca e ondulada, faça a fixação no alto da onda e sobre suporte de sustentação (GALINDO, 2015).

Paralelo aos benefícios, esse modelo de telha exige uma atenção especial no conforto térmico, por se tratar de uma telha transparente sua utilização em área muito grande a temperatura do local tende a ficar mais quente que em coberturas com telhas de outro material, pois sua passagem de luz é maior (GALINDO, 2015).

## 2.2 PRODUTIVIDADE NA CONTRUÇÃO CIVIL

Define-se produtividade como sendo a eficiência de transformar recursos em produtos, a mensuração da tal produtividade pode ser feita através de um indicador que relacione a quantidade de recursos utilizados para a quantidade de produto obtido (CORRÊA NETO, 2012).

Se as características de um serviço fossem sempre as mesmas, isto é, se não houvesse nem um tipo de variação dos fatores que caracterizam cada serviço essa produtividade seria constante, no entanto tais fatores variam de uma maneira não desprezível atualmente, o que provoca uma variação que afeta a produtividade (CORRÊA NETO, 2012).

## 2.3 CUSTO DIRETO E INDIRETO PARA CONSTRUÇÃO

Antes mesmo da realização de um empreendimento na construção civil o planejamento e orçamento são necessários o entendimento sobre custos diretos e indiretos, custo direto é o total dos custos dos materiais e serviços empregados na execução de um determinado empreendimento aonde seu valor é proporcional à quantidade de serviços realizados, como a contratação de mão de obra ou compra de materiais. (CORRÊA NETO, 2012).

Já, custos indiretos são simplesmente a soma dos custos de materiais e serviços necessário, mas não aplicados diretamente ao empreendimento como serviços administrativos, despesas comerciais entre outros, como observa-se no Quadro 01 (GIAMMUSSO, 1991).

**Quadro 01 - Custos diretos e indiretos de uma obra**

<b>CUSTO DIRETO</b>	<b>CUSTO INDIRETO</b>
Materiais	Despesas Administrativas
Mão De Obra	Despesas Comerciais
Equipamentos	Despesas Financeiras

Fonte: Adaptado de Giannusso (1991).

**3 METODOLOGIA**

Este trabalho desenvolveu-se com embasamento teórico em livros, revistas, internet, uso das NBR's, artigos técnicos, dissertação de mestrado, teses de doutorado, e outros trabalhos de conclusão de curso com tema semelhante. Métodos científicos foram as alternativas inventadas pelo homem para controlar o movimento das coisas que cercam o fato, e montar de acordo o acontecimento do fenômeno para que possa ser compreendido por todos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Para desenvolvimento dessa pesquisa classifica-se o método indutivo. De acordo com um de seus fundadores Francis Bacon (1561-1626) usando a observação é possível formular uma hipótese explicativa da causa do fenômeno, portanto através da indução chegamos as conclusões das causas prováveis com o conhecimento científico que é considerado por ele o único caminho para a verdade dos fatos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Segundo o mesmo autor devemos considerar três elementos fundamentais para a indução, observação dos fenômenos, descoberta da relação entre eles, generalização da relação, onde o primeiro é feito um acompanhamento através da observação dos fatos, em seguida realiza uma classificação desses fatos em um agrupamento para conseguir fazer um comparativo, posteriormente com a classificação dos fatos é feita uma generalização com esses dados, chegando assim a uma possível conclusão.

Ainda conforme afirma Gil (2008), o método indutivo procede inversamente ao dedutivo: parte do particular e coloca a generalização como um produto posterior do trabalho de coleta de dados particulares. O significado que a indução parte de um fenômeno para chegar a um geral por meio de observação e de experimentação

Os níveis de pesquisa podem ser classificados em três formas: exploratórias, descritivas ou explicativas. Essa pesquisa classifica-se como explicativa.

De acordo com Gil (2002), são pesquisas mais complexas e delicadas porque explica a razão, ou seja, o risco de cometer algum erro aumenta, a principal característica desse método é identificar fatores que geram e que contribuam para a ocorrência do um fenômeno.



De acordo com Silva; Meneses (2001), este método explica a razão e o porquê dos eventos. Quando realizada no campo das ciências naturais necessita de uso de método experimental.

Esta pesquisa classifica-se em relação ao delineamento como pesquisa experimental Gil (2002) afirma que é o melhor exemplo de pesquisa científica por se tratar de uma pesquisa que selecionar todas as variáveis que serão investigadas e capazes de influenciá-lo, sendo possível de definir todas as formas de controle e de observações dos efeitos que as variáveis causam no objeto.

A pesquisa experimental pode ser feita em qualquer local o que torna o pesquisador um agente ativo, disponibilizando o agente a testar hipóteses que estabelecem causas e efeitos as variáveis a fim de controlar o máximo os fatores pertinentes (GIL, 2002)

Segundo o autor Lakatos (2003) o método experimental trabalha com técnicas rigorosas de amostragem fazendo com que possam ser desenvolvidas em campo e ser descritas quantitativamente com a investigação profunda na hipótese de causa-efeito. Os instrumentos de coleta de dados utilizados nessa pesquisa são: aplicação de testes de eficiência térmica em ambientes reduzidos, comparativo de produtividade e comparativo de custos locais para cada segmento de telha.

Testes: são instrumentos utilizados para obter dados como frequência, rendimento, capacidade, e a conduta dos indivíduos como forma quantitativa (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Para efetuar a coleta de dados utilizaremos de uma maquete, aonde será efetuar o teste de eficiência térmica, sem padronização por normativa com cunho acadêmico, realização de orçamentos locais para diferenciar os custos de cada técnica proposta por último um comparativo de produtividade.

Esse ambiente reduzido será realizado nas dimensões de 2,20m por 2,20m medindo altura de 1,50m sendo a mesma realizada de uma água com fechamento lateral em painéis de madeira e inclinação de 25%, montando um ambiente reduzido para que a maquete se assemelhe com a uma residência para o comparativo de produtividade.

O telhado realizado na maquete será removível, podendo assim testar os três tipos de telhas, uma de fibrocimento contendo cinco telhas de 4mm co dimensões de 2,44 x 0,55, outra cobertura a ser testada é a de telhas de policarbonato que possuem dimensões de 2,20 x 2,20m, será utilizado uma telhas de 6 mm para esse teste, por fim será testada uma cobertura metálica

com telhas sanduiche com isolamento de EPS que mede 1,10 m x 2,10m, os testes serão realizados com inclinação de 25%.

O segundo teste técnico será realizado em três maquete simulando um ambiente reduzido, onde as dimensões serão de 0,60 m x 1,20m com fechamento lateral, para o comparativo de eficiência térmica aonde será medido a temperatura sob a telha, abaixo da telha e no ambiente de cada técnica, assim obtem-se uma média para o comparativo térmico.

Os testes consistem, levantamento de custos locais onde será pesquisado em empresas que disponibilizam as técnicas para venda, produtividade consiste na contratação três profissionais capacitados para a execução de telhado e tirar uma média produtiva entre os três, eficiência térmica aonde serão realizadas maquetes com as diferentes coberturas acima citadas.

De acordo com Lakatos (2003) universo ou população é um conjunto de seres que devem ter pelos menos uma característica em comum. Ainda segundo o autor a amostra é uma parcela selecionada do universo que seria a população, ou seja, uma parte dela. A amostra dessa pesquisa delimita-se a três tipos utilizadas para coberturas aonde as mesmas são telha metálica, telha de fibrocimento e telha de policarbonato.

A população alvo a ser abordado nessa pesquisa são todas as telhas que são utilizadas para cobertura em telhados. Com relação a técnica de análise e interpretação de dados, esta pesquisa classifica-se como quantitativa.

Gil (2002) afirma que os resultados podem ser quantificados, pois recorre a dados numéricos aonde o objetivo se dá a chegada de um resultado, com amostras grandes e de representação da população como se fosse um retrato real.

Utilizando a técnica a fim de medir produtividade, custos e resistência térmica de cada tarefa comparando ensaios entre os profissionais, obtendo assim um comparativo entre as diferentes técnicas de coberturas podendo assim definir qual é a melhor opção.

#### **4 RESULTADO DO ESTUDO**

Com finalidade de dar continuação ao desenvolvimento da pesquisa, nesta etapa o objetivo é verificar na prática como se dá o processo de execução das diferentes técnicas de cobertura com telhas de fibrocimento, telhas metálicas termoisolantes e telhas de policarbonato.

Por meio dos métodos de coleta de dados foram levantados todos os elementos necessários para compor a pesquisa, sendo assim foi feito três orçamentos para cada técnica

mencionadas com diferentes empresas especializadas, onde chamaremos de “Fornecedor A”, “Fornecedor B” e “Fornecedor C” para que pudesse ser realizado o estudo.

Cada empresa forneceu um orçamento detalhado do material e estrutura, assim podendo fazer um comparativo por m<sup>2</sup> entre as diferentes técnicas do estudo.

#### 4.1 LEVANTAMENTO DE CUSTOS LOCAL

Os materiais a serem utilizados durante os testes serão telhas de fibrocimento, telhas metálicas termoisolantes e telhas de policarbonato.

Para fazer um levantamento de custos foi utilizado orçamentos locais (08/2017), chegando assim a valores aproximados do custo de 1m<sup>2</sup> de cada técnica de telhado os custos.

Na técnica de cobertura com telhas de fibrocimento as medidas das telhas pesquisadas foram de 2,44 m por 1,10 m, constituindo assim utilizaremos para o ensaio três telhas totalizando 5m<sup>2</sup>.

Outro comparativo de custos que foi realizado é o que se utiliza de telhas metálicas termoisolantes para cobertura. Onde foi pesquisado o valor por m<sup>2</sup> das modelos de telha TP 40 com espessura de 0,43mm x 0,43 mm com poliestireno servindo como isolante térmico.

Nessa técnica de cobertura com metálicas termoisolantes as medidas das telhas pesquisadas foram de 1,10 m X 2,20 m sendo assim utilizaremos para o ensaio três telhas totalizando 5m<sup>2</sup>.

Mais uma técnica pesquisada para o comparativo foi a de coberturas em policarbonato onde a principal referencia foi a de telhas com espessura de 6mm.

Nessa técnica de cobertura com de policarbonato as medidas das telhas pesquisadas foram de 1,10 m por 2,20 m sendo assim utilizaremos para o ensaio três telhas totalizando 5m<sup>2</sup>.

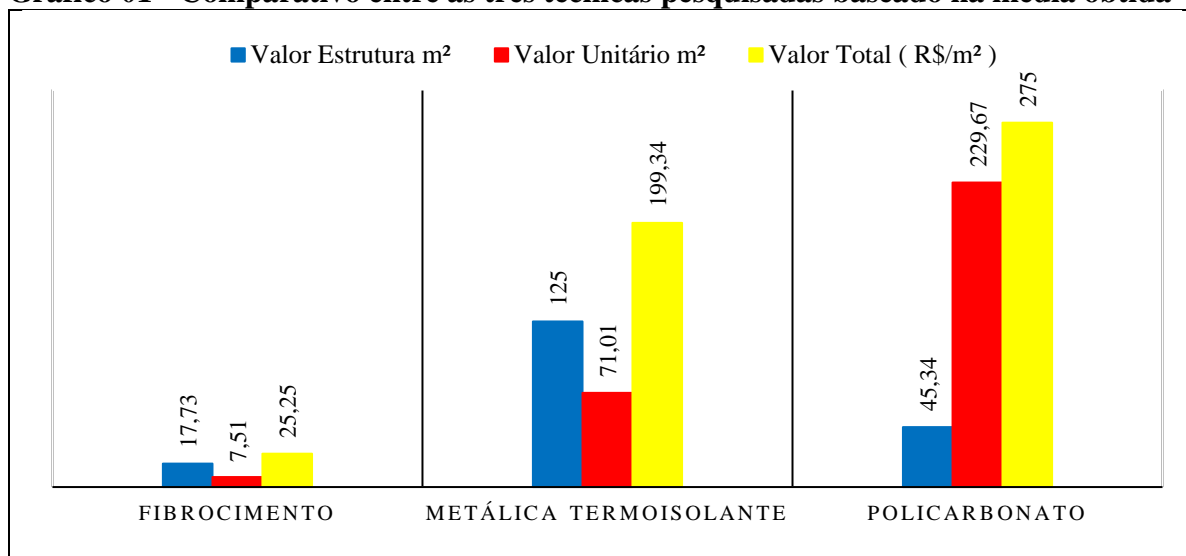
**Tabela 01 – Comparativo médio por m<sup>2</sup> entre as técnicas**

Técnica	Valor estrutura m <sup>2</sup>	Valor unitário m <sup>2</sup>	Valor Total (R\$/M <sup>2</sup> )
Fibrocimento	17,73	7,51	22,25
Termoisolante	125,00	71,01	199,34
Policarbonato	45,34	229,67	275,00

Fonte: Dados da pesquisa (2017)

Pode-se visualizar graficamente a diferença entre a média por  $m^2$  das três técnicas pesquisadas onde pode-se ver a variância dos três modelos de telhado propostos no estudo como observa-se ver no Gráfico 01.

**Gráfico 01 - Comparativo entre as três técnicas pesquisadas baseado na média obtida**



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Com esses dados de levantamento de custos de materiais foi possível determinar o total a ser gasto para o teste que foram propostos no início desse estudo.

Observa-se que a telha de fibrocimento tem menor custo por  $m^2$  que as demais pesquisadas, pois sua tanto sua estrutura quanto o valor unitário são de baixo custo tornando-se uma alternativa mais acessível para a realização de coberturas.

A que tem desempenho mediano foi a telha metálica termoisolante pois se trata de uma telha pesada onde isso irá afetar na estrutura assim encarecendo o custo por  $m^2$

O maior custo entre as técnicas pesquisadas foi da telha de policarbonato, pois seu preço unitário é superior comparando com as demais técnicas, isso acaba elevando os custos por  $m^2$  desse tipo de cobertura.

#### 4.2 COMPARATIVO DE PRODUTIVIDADE

Durante o estudo foi necessário a contratação de três colaboradores para executar as diferentes técnicas de cobertura assim obtendo uma média de produtividade para cada técnica,

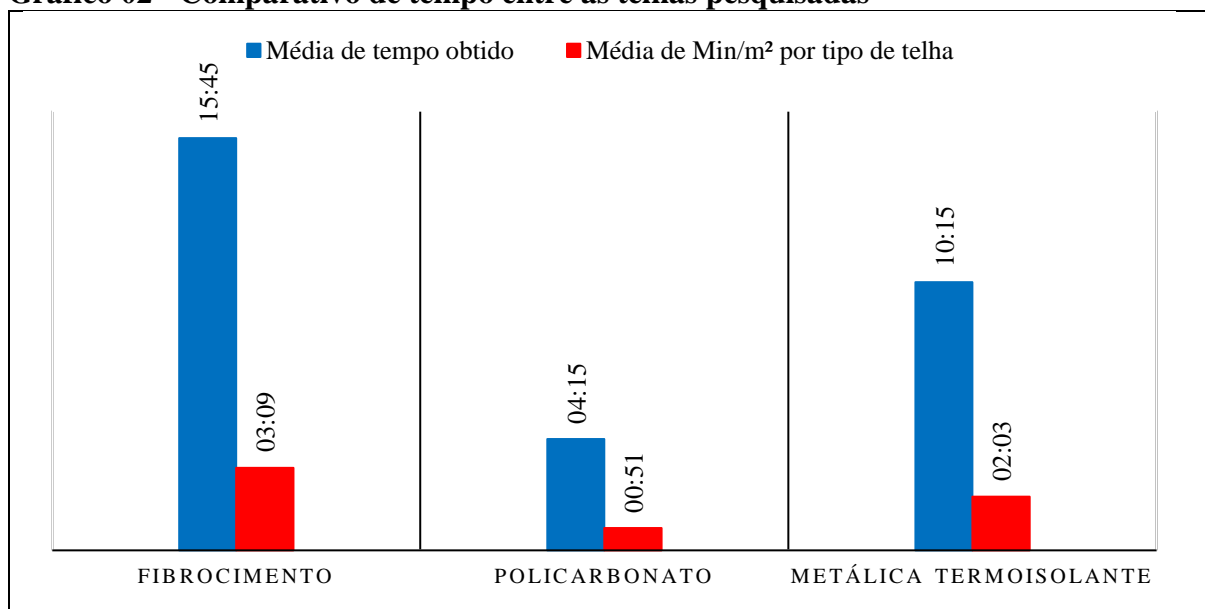
cada equipe conta com um pedreiro e um auxiliar, assim pode-se obter uma média em minutos entre as equipes que executaram as diferentes técnicas.

#### 4.2.1 Levantamento de dados de produtividade para cobertura com telhas de fibrocimento.

Após contratação dos colaboradores para a execução da técnica, o local foi preparado para receber os materiais com estocagem correta, ficando totalmente cobertos, limpos e livre de umidade e respeitando a NBR 15210 – Telhas onduladas de fibrocimento sem amianto e seus acessórios. As execuções das atividades ocorreram em dias diferentes para cada colaborador, porem todos com condições climáticas iguais, materiais iguais e todos os materiais foram fornecidos para a execução do telhado, os colaboradores apenas realizaram a cobertura sendo que a estrutura já havia sido disponibilizada no local.

Com isso finalizamos essa parte do estudo onde foi realizado um comparativo entre as três técnicas de cobertura obtemos assim uma média geral entre cada cobertura onde pode-se observar na Gráfico 02.

**Gráfico 02 - Comparativo de tempo entre as telhas pesquisadas**



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Como pode-se observar Gráfico 2, a telha que teve melhor rendimento foi a de policarbonato considerando que por se tratar de uma única chapa assim facilitando o

desenvolvimento dessa técnica, outro ponto a observar sobre essa telha é a questão do pouco peso que agrega na trabalhabilidade com ela.

Com desempenho mediano ficou a técnica de telhas metálica termoisolante, teve seu desempenho afetado pois os dois dos colaboradores nunca trabalharam com essa técnica.

O pior rendimento nesse teste foi da telha de fibrocimento, apesar dos colaboradores já terem trabalhado com essa técnica ela exige um maior tempo de execução pois é composta de telhas simples onde o colaborador tem que alocar uma a uma, assim tomando mais tempo na execução dessa técnica.

#### 4.3 EFICIÊNCIA TÉRMICA

Por meios de dar continuidade no estudo sobre telhas, foi realizado um estudo comparativo entre a eficiência térmica de cada telha assim obtendo qual a telha mais eficiente contra a ação do sol, para realizar desse teste foi construído três ambientes reduzidos com fechamento lateral simulando uma residência nas dimensões de 1,00 x 0,50 metro e cobrimos com os três tipos de telhas propostos no estudo.

Para a obtenção de resultados foi medido três situações, em cima da telha, no ambiente da caixa e embaixo da telha durante seis horas em dois dias ensolarados, todos os testes realizados foram feitos simultaneamente entre os ambientes reduzidos como pode-se observar na Figura 3.

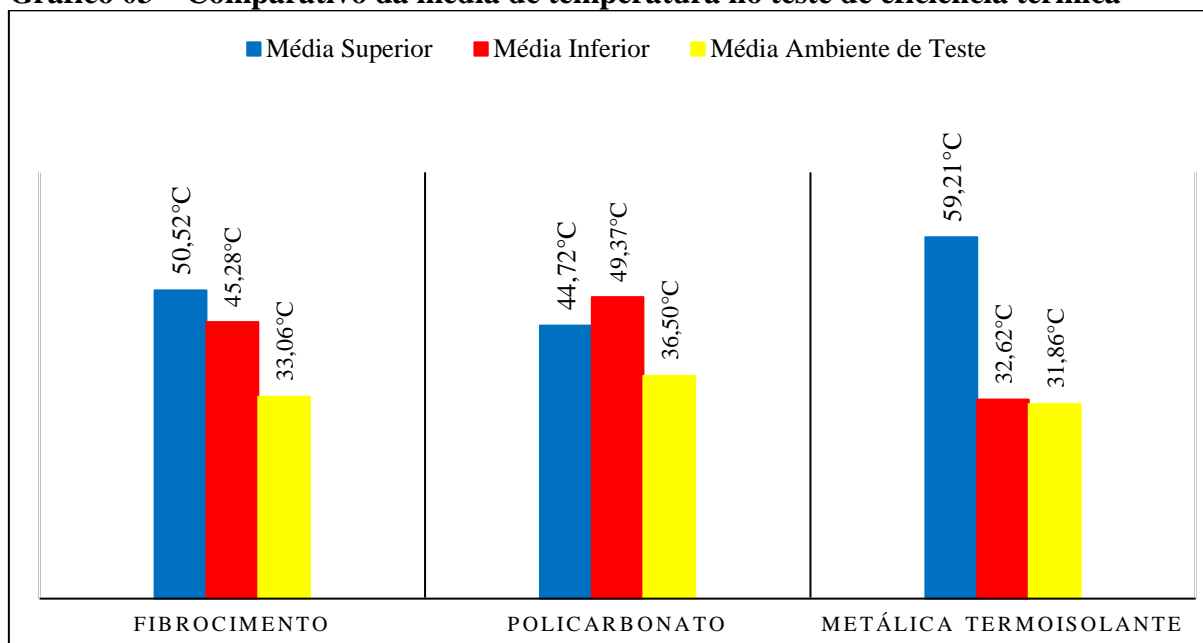
**Figura 3 - Ambientes reduzidos**



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Pode-se ver no Gráfico 03 com o comparativo de eficiência térmicas das três técnicas pesquisadas durante os dois dias de testes.

**Gráfico 03 – Comparativo da média de temperatura no teste de eficiência térmica**



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Como pode-se observar no Gráfico 3 a telha tem um rendimento bem parecido no interior do ambiente de teste, porém, a que se sobressai sobre as demais técnicas é a telha metálica termoisolante, pois o calor fica retido no poliestireno que fica entre as telhas, sua temperatura superior a mais elevada pois sofre mais com o efeito do sol retendo mais calor que as demais.

A técnica que desempenho mediano foi a telha de fibrocimento tem uma gradatividade de calor pois sua superfície superior tem uma temperatura elevada, abaixo da telha tem um valor menor e no ambiente é onde se encontra no nível mais baixo de temperatura

O pior desempenho no teste de eficiência térmica ficou com a telha de policarbonato, os testes mostram que a temperatura na parte superior da telha é menor que a da parte inferior aumentando assim a temperatura dentro do ambiente de teste.

Com isso finaliza-se os testes para a verificação de qual é a melhor técnica para cobertura entre telhas metálicas, fibrocimento e policarbonato.

Pode-se verificar nos testes realizados que a telha que apresentou o melhor rendimento foi a telha metálica termoisolante que ficou em segundo no teste de custo e produtividade e teve

o seu melhor rendimento no teste de eficiência térmica assim sendo a melhor opção para cobertura entre as técnicas pesquisadas. Outra telha que teve um rendimento a salientar foi a de fibrocimento que teve seu desempenho final afetado no teste de produtividade aonde ficou com a pior média.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a realização desta pesquisa foi necessário uma análise mais específica dos materiais utilizados para realização de coberturas foram pesquisados quesitos de eficiência térmica, custos e produtividade.

Buscando o melhor entendimento e análise para a pesquisa foi elaborado como objetivo geral analisar qual a melhor técnica para cobertura entre telhas metálicas termoisolantes, fibrocimento e policarbonato, para alcançar este objetivo foram traçados três e objetivos específicos relatados na sequência.

No objetivo do estudo sobre as diferentes técnicas de cobertura, todos os assuntos que abrangem a sua execução e suas particularidades. Para esse estudo foram pesquisados sobre inúmeros autores e opiniões sobre cada técnica. É possível então examinar cada peculiaridade das técnicas e poder no decorrer da pesquisa coletar os dados conseguindo assim maior habilidade e conhecimento conseguindo um melhor resultado na apresentação de cada objetivo.

Os custos para a elaboração de cada técnica abordada nessa pesquisa. Para mais clareza nessas informações foram verificados orçamentos em diferentes estabelecimentos de Chapecó-SC, por sua vez, a técnica de cobertura com telhas de fibrocimento foi a melhor escolha, com menor custo entre as telhas pesquisadas.

Para os ensaios de produtividade e eficiência térmicas para cada técnica. Quanto a questão de produtividade a técnica que teve o melhor resultado foi a de policarbonato mesmo com esse resultado satisfatório essa técnica teve um rendimento inferior que as outras pesquisadas, logo a melhor técnica em relação a eficiência térmica foi a telha metálica termoisolante que teve um rendimento mediano em todos os demais testes se tornando a melhor opção para cobertura.

Quanto as técnicas com as potencialidades de cada uma delas, fazendo um comparativo de custo, produtividade e eficiência térmicas entre ambas, apresentando a melhor opção para



cobertura, após a realização dos testes podemos definir que a telha metálica termoisolante é a melhor opção entre as técnicas pesquisadas se destacando em dois dos três testes propostos.

Todos os testes realizados nessa pesquisa são de cunho acadêmico não normativos, apesar de serem técnicas já conhecidas as normativas para cobertura são bem limitadas, por exemplo o teste de eficiência térmica não contém nem uma NBR específica para telha metálica termoisolante, que cita como proceder no teste.

Apesar das técnicas pesquisadas serem bem conhecidas, a construção civil está sempre inovando e buscando novas tecnologia, fazendo com que um comparativo de custo e produtividade sejam necessários e também utilizando de testes para validar se estão todos racionais e atendendo as normas estabelecidas. Para futuras pesquisas sugere-se: realizar ensaios com outros modelos de telhas, verificar a resistência à compressão de diferentes telhas e analisar a taxa de impermeabilidade de água.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONTRUÇÃO METALICA. **Manual Técnico: Telhas em aço**. São Paulo: Finep, 2009. 36 p. Disponível em: <<http://www.abcem.org.br/upfiles/arquivos/publicacoes/manual-de-telhas.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2017.

ADDIS, Bill. **Edificação: 3000 Anos De Projeto, Engenharia E Construção**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

ANTUNES, Junico et al. **Uma revolução na produtividade: A gestão lucrativa dos postos de trabalho**. Porto Alegre: Bookman, 2013. 194 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7581: Telha Ondulada De Fibrocimento**. Rio de Janeiro, 1993.

CALIL JUNIOR, Carlito; MOLINA, Julio Cesar. **Coberturas em estruturas de madeira: Exemplos De Cálculos**. São Paulo: Pini, 2010.

CORRÊA NETO, Bernardo. **TCPO 14: Tabelas de composição de preços para orçamentos**. 14. ed. São Paulo: Pini, 2012. 657 p.

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIAMMUSSO, Salvador Eugênio. **Orçamento e custos na construção civil**. 2. ed. São Paulo: Pini, 1991. 179 p.

GIL, Antônio Carlos, 1946. **Como elaborar projetos de pesquisa/** Antônio Carlos Gil. - 4.ed.- São Paulo: Atlas, 2002.

GOBAIN, Brasilit - Saint (Ed). **Guia técnico de telhas de fibrocimento e acessórios para telhado.** São Paulo: Brasilit - Saint Gobain, 2014. Disponível em: <http://www.brasilit.com.br>. Acesso em: 28 mar. 2017.

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** – 5. ed. – São Paulo: Atlas 2003.

MONTEZUMA, Roberto. **“Arquitetura Brasil 500 anos”.** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

REIS FILHO, Nestor Goulart. **“Quadro da Arquitetura no Brasil”.** São Paulo: Perspectiva, 1987.

NAVARRO, R. F.. A evolução dos materiais. Parte II: **A contribuição das civilizações pré-colombianas.** Remap, Campina Grande, v. 3, n. 1, p.15-24, 10 mar. 2008. Disponível em: <<http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/view/65/90>>. Acesso em: 25 mar. 2017.

PATTON, William John. **Materiais de construção civil para a engenharia civil.** São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda, 1978.

PERFILOR. **Guia de instalação de telhas onduline.** 2013. Disponível em: [http://www.perfilor.com.br/materias.php?cd\\_secao=57](http://www.perfilor.com.br/materias.php?cd_secao=57). São Paulo. Acesso em: 02 mai. 2017.

REGERT, Rodrigo et al. **As civilizações Pré-Colombianas no Continente Americano.** Revista da Unifebe, Brusque, v. 1, n. 18, p.13-20, 2016. Disponível em: <http://periodicos.unifebe.edu.br/index.php/revistaeletronicadaunifebe/article/view/434/213>. Acesso em: 25 mar. 2017.

SOUZA, Josiani (Org.). **Construção Passo a Passo.** 3. ed. São Paulo: Pini, 2009.

SOUZA, Roberto de; MEKBEKIAN, Geraldo. **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras.** São Paulo: Pini, 1995.

TURMANL, Jacques (Org.). **Coberturas projeto e detalhamentos construtivos.** São Paulo: J.J Carol, 2013.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar.** 10. ed. São Paulo: Pini, 2009