



BERNARD PUGLIA DE SOUSA

**MADEIRAS PARA COBERTURA:
TELHADO**

São José dos Campos - SP
2019

BERNARD PUGLIA DE SOUSA

**MADEIRAS PARA COBERTURA:
TELHADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

Orientador: Tutora Bruna Souza e Profa. Dra. Ana Cabanas

BERNARD PUGLIA DE SOUSA

**MADEIRAS PARA COBERTURA:
TELHADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Anhanguera, como requisito parcial para a obtenção do título de graduado em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

Prof(a). Titulação Nome do Professor(a)

São José dos Campos, 17 de Junho de 2019.

Dedico este trabalho...

À minha mãe, ao meu irmão, aos
professores e colegas de trabalho.

SOUSA, Bernard Puglia. Madeiras para Cobertura: Telhado. Ano de Realização 2018. Número total de folhas 22. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Engenharia Civil – Anhanguera, São José dos Campos, 2018.

RESUMO

Desenvolver um estudo sobre tipos de cobertura, treliças e de madeira. Apresentando modelos convencionais, características, utilizações, sistemas construtivos, vantagens e desvantagens. Estudo bibliográfico para identificar causas, importância ou forma de aplicação; com dados secundários, ou seja, buscando em livros e revistas as informações científicas; descritivo e com caráter qualitativo. Com o objetivo de condensar os tipos de telhados mais usuais, funções como térmica e acústica, levando em conta o mercado, inclinação pré-estabelecida de trabalho de acordo com fabricante, duração média, manutenção necessária e principais patologias. Pesquisar sobre coberturas irá expandir conhecimentos sobre o assunto proposto. Na maioria das edificações têm a necessidade de ter cobertura. Uma área com várias oportunidades de emprego, em todos os segmentos: residencial, comercial e industrial. Saber sobre o assunto dará agilidade e respaldo para executar projetos.

Palavras-chave: Cobertura; Telhado; Estrutura; Treliça; Madeira.

SOUSA, Bernard Puglia. **Roofing Woods: Roof**. Year of achievement 2018. Number of pages 22. Graduation Course in Construct Engineering – Anhanguera, São José dos Campos, 2018.

ABSTRACT

Develop a study on types of roofing, trusses and wood. Introducing conventional models, features, uses, constructive systems, advantages and disadvantages. Bibliographical study to identify causes, importance or form of application; With secondary data, that is, searching in books and journals the scientific information; Descriptive and qualitative character. In order to condense the most usual types of roofs, functions such as thermal and acoustics, taking into account the market, pre-established inclination of work according to manufacturer, average duration, necessary maintenance and main pathologies. Research on roofs will expand knowledge on the proposed subject. In most buildings they have the need to have coverage. An area with various employment opportunities, in all segments: Residential, commercial and industrial. Knowing about the subject will give agility and support to execute projects.

Key-words: Coverage; Roof; Structure; Trusses; Wood.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	08
2. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRAS	10
3. TELHADO, TESOURAS E TRELIÇAERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	14
4. COBERTURA, FORROS E CALHAS	18
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	211
REFERÊNCIAS	22

1. INTRODUÇÃO

Essa pesquisa demonstra os tipos de madeira mais usadas na construção civil, apresentando sua classificação. Apontado os modelos mais convencionais de treliças de cobertura, discutindo sobre a resistência estrutural em relação ao peso específico de composições elaboradas em madeira. Entende-se que a construção civil depende da madeira direta ou indiretamente, e que na maioria das coberturas a madeira vem a ter o melhor custo benefício entre outras opções.

O telhado e a sua nomenclatura foram abordados, apresentando as terminologias específicas à respeito de coberturas convencionais. As inclinações que suprem e direcionam a água da chuva para o lado desejado, segundo projeto. A necessidade de forro de acabamento, e como devem ser instalados. Proteções térmicas e acústicas que garantam o desempenho almejado, foi discutido ao longo do texto.

Projetar, nesse sentido, compreende conhecer o peso próprio e acidental da cobertura, por conseguinte, uma margem de segurança é estipulada, para obter um telhado satisfatório e em equilíbrio, sem desperdício ou falta de segurança. Visto isso o pré-projeto deve conter todas nuances para que se tenha um trabalho fidedigno.

A maioria das edificações necessitam de cobertura para: o redirecionamento das águas da chuva, o combate a incidência do solar, em alguns lugares o telhado deve suportar nevascas e o acúmulo de neve sobre a construção. Inibe o acesso de animais que buscariam abrigo caso não houvesse a proteção mecânica, que um telhado apresenta. Essa pesquisa tem por objetivo demonstrar os modelos mais usuais de madeira e treliças adotadas na construção civil.

O tema é de grande valia pois a cobertura é fundamental no combate as intempéries. Foi escolhido esse assunto visando todos os segmentos: residencial, comercial e industrial. Saber sobre coberturas proporcionara agilidade e respaldo para executar projetos. Um tema que merece ser investigado e transcrito em forma de pesquisa bibliografia.

A pesquisa contribuirá para desmistificar mitos ou aplicações errôneas. E ainda será que grande valia para a sociedade que terá um manual prático pra consultar quando necessário. Com o intuito de reunir e apresentar informações científicas, com base em autores de grandes obras. Dissertar a respeito dos conhecimentos em livros

pesquisados, transcrevendo de maneira simples e organizada os tópicos mais importantes.

O telhado está presente na maioria das edificações, suas nuances são inúmeras, surgem dúvidas quanto ao nome das partes e opções para um melhor conforto. Quais são as classificações, os modelos de telhado, as treliças de maior popularidade e o que pode ser feito para uma qualidade térmica e acústica?

Apontar à classificação das madeiras, tipos de treliça. Discutir sobre o telhado e composições, e conhecer como funciona a proteção térmica e acústica para uma cobertura que almeja um melhor desempenho. Apresentar a classificação das madeiras, os métodos da construção civil para vencer vãos, cada vez maiores em relação aos apoios, tipos de treliças. A nomenclatura das peças da treliça Howe, o modelo geométrico é o mais comum.

Discorrer sobre o assunto telhado, apresentando separadamente a cobertura e a armação, que são as partes que compõem o todo. Analisar a tesoura e as partes primordiais e fundamentais de um telhado. Apresentar a terminologia referente ao mesmo e o desenvolvimento quanto a inclinação ou quantidade de águas como é conhecido popularmente. Analisar os opcionais ou particularidades quanto ao acabamento do telhado. O forro será abordado, lembrando que nem sempre é necessário ter forro e se houver como deverá ser instalado. Abordar e discutir a questão térmica e acústica.

Estudo bibliográfico para identificar causas, importância ou forma de aplicação. Com dados secundários, ou seja, buscando em livros e revistas as informações científicas. Descritiva e com caráter qualitativo. Serão incluídas informações contundentes que tenham coerência com o tema e com a direção do estudo. Serão excluídos artigos publicados antes de 2009, outros idiomas senão a língua Portuguesa e dados não técnicos. Usar livros referentes a telhado ou madeiras, como o do Antônio Moliterno: Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira e Estruturas de Madeira de Walter Pfeil e Michele Pfeil e revistas técnicas entre outros.

2. CARACTERÍSTICAS DA MADEIRAS

Segundo Bauer (2015) Compreende-se que as matérias de cunho dedutivo sejam importantíssimas, e que a elas o estudante de engenharia dedique maior atenção. Todos devem ter em mente que aquelas deduções serão empregas em materiais, cujas propriedades, limitações, vantagens e utilização deverão ser perfeitamente conhecidas.

De acordo com Pfeil e Pfeil (2015) a Madeira é um material de construção empregado pelo homem desde épocas pré-históricas. Até o século XIX, as mais importantes obras de engenharia eram construídas com pedra e madeira, combinando-se frequentemente os dois materiais.

Conforme Bauer (2015) nas civilizações primitivas, o homem empregava os materiais assim como os encontrava na natureza; não os trabalhava. Não demorou muito para que começassem a desenvolver métodos para modela-los a adapta-los às suas necessidades. A partir daí a evolução se deu a passos lentos. Até a época dos grandes descobrimentos, a técnica se resumia em modelar os materiais encontrados, os quais eram poucos, tendo quase sempre o mesmo emprego.

Segundo Pfeil e Pfeil (2015) a utilização de madeira, como material de construção competitivo economicamente e ao mesmo tempo aceitável em termos ecológicos, baseia-se nas modernas técnicas de reflorestamento aliados ao desenvolvimento de produtos industrializados de madeira com a minimização de perdas. Pesquisas sobre o comportamento mecânico desses produtos e seu uso em sistemas estruturais tem propiciado a expansão do uso da madeira como material de construção.

De acordo com Bauer (2015) a qualidade dos materiais empregados irá depender da solidez, da durabilidade, do custo e do acabamento. Cabe ao engenheiro ou arquiteto escolher o que melhor atenda às condições pedidas e que tenha, ao mesmo tempo uma aparência agradável e durabilidade suficientes.

Segundo Pfeil e Pfeil (2015) por outro lado, a madeira está sujeita a degradação biológica por ataques de fungos, brocas, etc. E também o fogo, pode acarretar riscos a estrutura. Além disso, por ser um material natural apresenta inúmeros defeitos, como nós e fendas que interferem em suas propriedades mecânicas. Entretanto, estes aspectos desfavoráveis são facilmente superados com o uso de produtos industrializados e as madeiras podem ser convenientemente tratadas. Resultando em

estruturas duráveis e com características estéticas agradáveis, em sistemas estruturais adequados.

Conforme Pfeil e Pfeil (2015) a madeira encontra-se a disposição na natureza, sobre o solo e de fácil acesso, assim as primeiras construções e abrigos foram executadas em madeira, que por sua vez é um material leve e de ótima resistência estrutural, fatos que facilitaram o processo e sua utilização, as madeiras são classificadas em duras e macias. As duras provenientes de árvores frondosas com folhas achatadas e largas, de crescimento lento, como peroba, ipê, aroeira, carvalho e outras mais; e as macias provenientes em geral das árvores coníferas com folhas em forma de agulhas ou escamas, de crescimento rápido, como pinheiro. A subclassificação é em bruta, falquejada, serrada, compensada, laminada ou recomposta. Fazem parte da construção civil direta ou indiretamente.

Alerta Moliterno (2010) que entre as árvores nativas, muitas delas são excelentes para uso na carpintaria dos telhados, tal qual parâmetros de trabalho podem ser obtidos pela sua dureza e peso específico. Os vários ensaios realizados permitem gerar tabelas e ábacos com as várias espécies botânicas. De responsabilidade dos institutos de pesquisa, que procuram atender as recomendações do anexo B da NBR 7190 (ABNT, 1997), cujo objetivo é a determinação das propriedades mecânicas e físicas da madeira para viabilizar o projeto estrutural.

De acordo com Moliterno (2010) no centro-sul do país tem se empregado peroba e o pinho brasileiro. Esse tipo de madeira tem sido alvo dos telhados e executado frequentemente principalmente nos estados do Paraná e Santa Catarina. Estados possuidores de extensas florestas nativas desde espécie como as coníferas. O custo cada vez mais elevados dessas espécies botânicas tem propiciado o emprego dos produtos de reflorestamento, como a opção do emprego do eucalipto *Citriodora* em substituição à peroba.

Salienta Bauer (2015) as propriedades da madeira é um conhecimento que deve ser predominantemente experimental e tecnológico. As qualidades do material devem ser estabelecidas pela observância continuada, pela experiência adquirida ao longo do tempo e ainda por ensaios em laboratórios especializados.

Moliterno (2010) deixa bem claro que a madeira tem alta disponibilidade, trabalhabilidade, facilidade no manuseio, além da excelente relação resistência/peso. Quesitos que justificam sua larga utilização em muitos ramos. A construção civil

desenvolveu métodos para vencer vãos distantes em relação aos apoios, que são principalmente treliças, arcos e abobadas.

De acordo com Pfeil e Pfeil (2015) as árvores produtoras de madeira de construção são do tipo exogênico, que crescem pela adição de camadas externas, sob a casca. A seção transversal de um tronco de árvore revela as seguintes camadas, de fora para dentro: casca, alborno ou branco, cerne ou durâmen e medula.

Segundo Pfeil e Pfeil (2015) a estrutura molecular da madeira é composta por substâncias orgânicas, os principais elementos são: 50% carbono, 44% de oxigênio e 6% de hidrogênio. O composto orgânico predominante é a celulose que compõem 50% da madeira, formando os filamentos que reforçam as paredes das fibras longitudinais. Os outros dois constituintes principais são as hemiceluloses e a lignina.

. De acordo com Bauer (2015) aos poucos foram aumentando as exigências do homem, os padrões exigidos e conseqüentemente passou a demandar materiais de maior desempenho, resistência, durabilidade e melhor aparência, veio a formação de um ciclo em busca de melhores materiais que possibilitavam melhores resultados e ainda novas técnicas foram surgindo.

Conforme Pfeil e Pfeil (2015) a madeira é um material anisotrópico, devido a orientação das células e apresenta três direções principais: longitudinal, radial e tangencial. A mais importante na prática é a longitudinal e na direção perpendicular da mesma devido ao posicionamento de trabalho das peças na construção civil.

Segundo Pfeil e Pfeil (2015) a umidade da madeira é de suma importância sobre suas propriedades. O grau de umidade é a relação entre a madeira húmida e a seca em estufa. Essa umidade varia muito de espécie para espécie, assim como também varia de acordo com a estação do ano. Quando a madeira é posta para secar após seu corte, evapora-se a água contida nas células ocas, em busca do ponto de saturação das fibras, denominado meio-seca, o processo continua até que o ponto de equilíbrio com o ar é atingido e recebe o nome de seca ao ar.

De acordo com Bauer (2015) a tecnologia avança com rapidez e as técnicas foram aprimoradas. Tem-se materiais de melhor padrão e menor custo, atualmente podem ser simples ou compostos, podem ser obtidos diretamente da natureza ou elaborados industrialmente. A evolução é tão rápida que o profissional deve ser atento aos novos conhecimentos periodicamente.

Segundo Pfeil e Pfeil (2015) a madeira tem a sua subclassificação: maciças e industrializadas. Portanto: maciças: são brutas ou roliças, falquejadas e serradas. Já

entre as industrializadas tem-se as compensadas, laminadas ou coladas e recompostas, cada uma delas. Brutas ou roliças são empregadas em forma de tronco, servindo para estacas, postes, escoramento, colunas e afins; A madeira falquejada tem as faces laterais aparadas a machado, podem ser obtidas seções maiores, ideais para pontes, cortinas cravadas e etc; E a madeira serrada é a mais comum entre nós, o tronco é cortado nas serrarias, em dimensões padronizadas para o comércio.

Madeira compensada é o produto mais antigo, formada pela colagem de lâminas finas, com as direções das fibras alternadamente ortogonais; Lamina ou colada é aquela cortada em lâminas de 15 a 50 mm de espessura, que são coladas sob pressão formando grande vigas em geral seção retangular; E por fim na recomposta encontram-se produtos na forma de placas desenvolvidas a partir de resíduos de madeira em flocos, lamelas ou partículas. Ideal para painéis e fôrmas.

Conforme Bauer (2015) a madeira assim como outros materiais tem suas propriedades como sólido e está sujeito à esforços mecânicos. Dureza: é a resistência que corpo apresenta ao ser riscado; Tenacidade: é a resistência que se opõem ao impacto; Durabilidade: Capacidade do corpo permanecer-se inalterado diante do tempo; Desgaste: é a capacidade de manter qualidade e dimensões com o uso contínuo. E é responsabilidade do engenheiro ou arquiteto levar essas nuances em consideração e calcular o esforço mecânico (compressão, tração, flexão, torção e cisalhamento) máximo suportável pela estrutura.

3. TELHADO, TESOURAS E TRELIÇA

Pode-se separar o telhado em três partes, segundo Azeredo (1997). Estrutura, cobertura e sistema de captação de águas pluviais. A primeira parte é o conjunto de elementos que irá suportar as cargas ativas e passivas, ou seja, as duas partes restantes da composição do telhado incluindo cargas acidentais, tais como água líquida e sólida. Em formato de tesouras ou arcos. É composta basicamente por terças, caibros, ripas, contraventamentos e mão-francesa, que são as nomenclaturas dadas ao lugar e posição que as peças desempenham seu travamento e trabalho mecânico, respeitando seção mínima dada em projeto.

Para Azeredo (1997), madeiras com mais de 8 metros de comprimento já não tem preço tabelado, pois são consideradas peças especiais. Em boa parte dos telhados necessita-se emendar duas peças para suprir o comprimento desejado sem ter a necessidade de adquirir tais peças especiais. Essa ligação é conhecida por sambladura que são as ligações entre duas madeiras. Feitas de acordo com o tipo de esforço que a peça está sujeita, ela poderá ser de compressão, de tração e de flexão.

De acordo com Pfeil e Pfeil (2015) se tratando de telhado, treliças são bem usuais, pois tem menor complexidade na execução e na elaboração do projeto. Podendo vencer vãos maiores. Tem-se a mais conhecida delas que é o Modelo Howe, e outras como por exemplo Pratt, Belga, Alemã, Wiegman, Shed, Warren, Russa, Bowstring, etc.

Conforme Pfeil e Pfeil (2015) a treliça Howe recebe designação especial em seus componentes, em função da geometria e dos esforços atuantes para cargas de gravidade. O banzo superior é conhecido como empena; montante como pendural; diagonal como escora. Sofrem tração no montante e no banzo inferior e compressão na diagonal e no banzo superior. O modelo geométrico é representado por um triângulo, que corresponde aos banzos superiores que são dois e ao inferior que vai de um apoio ao outro; pendural vem a ser a peça central que divide o triângulo ao meio, sustentando o banzo inferior e engastado no encontro dos banzos superiores; e os diagonais conhecidos também como mão francesa, que escoram os banzos, dando estabilidade, equilíbrio e capacidade de suportar cargas.

Para Moliterno (2010) é opção do projetista empregar as vigas treliçadas em vez de as vigas de alma cheia, por suas vantagens econômicas relacionada a geometria da estrutura e práticas devido à diminuição das cargas do conjunto de

peças, além de proporcionar vãos teóricos maiores. Define uma treliça como um sistema de barras situadas num plano e articuladas umas às outras em suas extremidades, formando uma cadeia rija, estável e em equilíbrio. Um exemplo é o triângulo composto por três barras rijas, que não podem se deformar, desprezando-se as pequenas variações elásticas da mesma. As articulações A, B e C não podem variar. Conclui-se que a cadeia de barras triangular é a mais simples forma de treliça.

O telhado é o conjunto de peças que protegem a estrutura contra a ação de intempéries, pode ser dividido em duas partes principais: cobertura e armação de acordo com Moliterno (2010, p. 1):

Cobertura: Podendo ser de materiais diversos, desde que impermeáveis às águas pluviais e resistentes à ação do vento e intempéries. A cobertura pode ser de telhas cerâmicas, telhas de concreto (planas ou capa e canal) ou de chapas onduladas de fibrocimento, aço galvanizado, madeira aluminizada, PVC e Fiberglas. As telhas de ardósia e chapas de cobre foram praticamente banidas da nossa arquitetura.

Armação: Corresponde ao conjunto de elementos estruturais para sustentação da cobertura, tais como: ripas, caibros, terças, tesouras e contraventamento.

De acordo com Pfeil e Pfeil (2015) treliças de cobertura são as tesouras no caso de um telhado. A quantidade de tesouras vai ser estipulada via projeto, podendo haver telhado sem a necessidade do uso da mesma. As partes primordiais e fundamentais de um telhado são: terças, caibros e ripas (para cobertura com telhas cerâmicas); para outros tipos de coberturas as ripas são dispensáveis, terças são vigas que vencem o vão entre treliças, tesouras e até mesmo alvenaria, conhecido como oitão; caibros apoiam-se nas terças e são espaçados de 40 a 60 cm; ripas são peças nas quais as telhas cerâmicas se apoiam e cujo espaçamento (da ordem de 35 cm) é em função do comprimento da telha.

Tem-se outras terminologias importantes referente ao telhado, segundo Moliterno (2010), cumeeira vem a ser a madeira com posicionamento mais elevado e no sentido horizontal, peça principal do telhado que faz ligação horizontal de dois planos; frechal é a viga de madeira colocada em todo o perímetro da parede que dará sustentação ao telhado e fará a distribuição da carga sobre a parede; a cinta é a armadura principal e necessária para suportar o equilíbrio lateral da parede que suporta as cargas geradas pelo telhado.

De acordo com Moliterno (2010) guarda-pó é o tipo de forro pregado sob as ripas, em uma largura entre 30 e 60 cm, junto à platibanda, destinado ao apoio da calha; platibanda é a parede externa acima da cobertura, que segue verticalmente para camuflagem do telhado e é sempre contornada internamente por calha e rufo; lanternim é empregado quando a iluminação e ventilação proporcionados pelas janelas forem consideradas suficiente; beiral é o prolongamento da cobertura, fora e perpendicular ao alinhamento da parede.

Conforme Moliterno (2010) mansarda é o cômodo extra que permite o aproveitamento do telhado, gerando um sótão com pé direito adequado no plano inclinado do telhado, tem esse nome em homenagem ao arquiteto de Luís XIV: Mansard. Geralmente abriga uma janela denominada trapeiras, serve para garantir iluminação, ventilação e até mesmo acesso ao telhado; ponto do telhado é a relação entre sua altura e a largura ou vão, que varia de 1:2 a 1:8; oitão é a continuação da paredes externas em telhados de duas águas, que em alvenaria segue até a cumeeira e proporciona apoio para a mesma e para as terças.

Segundo Pfeil e Pfeil (2015) a quantidade de águas ou inclinações, que compõem o telhado, é prevista e calculada em projeto. Em um telhado com duas águas, tem-se normalmente uma cumeeira que faz essa divisão, central e na parte superior. Já em um telhado com quatro inclinações simétricas tem-se a presença de quatro espigões e uma cumeeira de menor comprimento em relação ao mesmo telhado de duas águas.

Já em um retângulo dado por A, B, C, D. Constituído por quatro barras e quatro nós articulados, não se têm uma estrutura rija, seria necessário mais uma barra para o travamento na diagonal para tornar a estrutura estável. Moliterno (2010), apresenta a fórmula $b > 2n - 3$, onde b: o número de barras deve ser maior que duas vezes n: o número de nós menos três. No dado retângulo, têm-se quatro nós que multiplica por dois, subtrai-se três, têm-se: cinco que corresponde ao mínimo necessário de quantidade de barras para uma estrutura indeformável, estaticamente determinada ou isostática. Verificada a estabilidade, pode-se avançar para as três equações da estática. Esforço vertical, horizontal e momento.

Segundo Pfeil e Pfeil (2015) as conexões entre as peças de uma treliça devem ser efetuadas por meio de entalhe ou conectores, tal como: pregos, parafusos, conectores de anel placas dentadas, cola, pino de madeira ou cavilha, entalhes, etc. Essas ligações dependem de uma série de fatores: magnitude dos esforços a serem

transmitidos, superfície disponível para a instalação dos conectores, grau de rigidez desejado para a ligação e natureza da estrutura, se temporária ou definitiva.

Conforme Pfeil e Pfeil (2015) normalmente pregos e placas dentadas limita à transmissão reduzidas de esforços, já os conectores de anel e parafusos ajustados apresentam uma maior capacidade de resistência e produzem uma ligação compacta. Parafuso com folga compõem ligações flexíveis e devem ser reapertados após a umidade da madeira entrar em equilíbrio com o meio ambiente. Parafusos são ideais para estruturas temporárias ou desmontáveis.

De acordo com Moliterno (2010) quanto à segurança no transporte e ao içamento de treliças deve-se examinar o comportamento do conjunto antes efetua-lo. É importante analisar o comportamento durante os esforços que ocorrerão durante a movimentação da estrutura, sendo arrastada e içada até chegar definitivamente em seus apoios. é primordial evitar vibrações, descuidos ao movimentar as partes pré-montadas e principalmente como será processado esse carregamento, visto que é de responsabilidade do projetista deixar claro como deverá ser efetuado.

4. COBERTURAS, FORROS E CALHAS

Conforme Azeredo (1997) a cobertura de uma estrutura tem a função principal de abrigá-la contra intempéries, deve ter propriedade isolante e deverá ser impermeável, inalterável quanto a forma e peso, resistente, leve, de fácil colocação e manutenção, de longa duração, secagem rápida, de custo econômico, prestar-se eficiente à dilatações e contrações e ter bom escoamento.

Segundo Azeredo (1997) a cobertura é composta por superfícies planas inclinadas, para um eficiente escoamento das águas de chuva, essa superfície é conhecida por plano de água ou simplesmente água. Cumeeira e espigão são divisores de água e o rincão é o encontro de águas. A cobertura poderá ter uma água; duas águas com uma cumeeira; três águas com uma cumeeira e dois espigões; quatro águas com uma cumeeira e quatro espigões; diversas águas com diversos espigões.

Para Moliterno (2010) edificações onde existam lajes não há uma real necessidade de ter forro, em contra partida uma edificação sem a laje de cobertura e sem forro deixaria a parte interna do telhado exposto. Salvo em projetos com essa intenção, é importante a utilização de forro, sendo mais comum madeira ou PVC. O forro é uma carga ativa e deve ser considerada em projeto, por mais leve que seja.

De acordo com Moliterno (2010) as madeiras empregadas para construções econômicas são as coníferas (pinhos). As tábuas são comercializadas com espessura entre 8 e 10 mm, com frisos longitudinais rebaixados para evitar empenamento devido à variação de temperatura e umidade ainda com encaixe macho e fêmea. E não é correto apoiar o forro diretamente distribuído no banzo inferior das tesouras, os pendurais devem ser prolongados 20 cm abaixo da linha da tesoura (banzo inferior) e correr um caibro a esta altura de forma paralela em toda área que se deseja forrar.

Segundo Nakamura (2010) o telhado pode reter altas temperaturas, devido a incidência de sol, e essa troca de calor pode aquecer demasiadamente o ambiente sob a cobertura; Ruídos também podem ser evitados para um maior conforto acústico. Quando o foco é a melhoria do desempenho térmico e acústico dos ambientes, isolantes como poliuretano, poliestireno e lãs minerais tornam-se aliados das coberturas. Sendo que o mercado dispõe de soluções isolantes pode-se evitar o desconforto térmico ou acústico, com a utilização dessa tecnologia citada.

Conforme Azeredo (1997) a cobertura deverá ser de material impermeável, tem no mercado inúmeras opções, por exemplo, telhas de barro cozido do tipo marselha, colonial, paulista, paulistinha, entre outras; telhas metálicas do material alumínio ou ferro, onduladas ou lisas; podendo ser de vidro; pedra natural.

Segundo Azeredo (1997) telha Marselha pode ser considerada como a plana devido seu formato, tem dimensão de 25 cm de largura e 45 cm de comprimento com a área de 0,1125 m², resultando em 10 peças por metro quadrado. Telha Colonial, uma das primeiras a ser aplicada em coberturas, tem 53 cm por 23 cm, a sua curvatura é elíptica, de fabricação artesanal, é composta por duas partes: capa e canal. A capa direciona a água para o canal que por sua vez direciona a água para as calhas. Telha Paulista 48 cm 19 cm, é circular com uma das extremidades mais estreita, também composta por capa e canal.

Para Moliterno (2010) a indústria de placas de forro tem sido muito dinâmica no lançamento de novos produtos, elas abrangem placas de polpa de madeira prensada, madeira compensada, isopor, cortiça, gesso, fibra de vidro, alumínio, plásticos, entre outras opções. De um modo geral as placas pré-fabricadas apresentam sobre o forro de madeira, as seguintes vantagens: preço competitivo; facilidade de colocação, rapidez e versatilidade; padronização e qualidade; disponibilidade de informação técnicas.

. Segundo Azeredo (1997) sistemas de captação de águas pluviais é o conjunto de elementos com o emprego de coletar e conduzir a água da chuva. Pode-se dividir em três tipos distintos: do telhado; do lote; da via pública. Aqui aborda-se a captação da água do telhado, por via de calhas, beirais, platibanda, condutores de água furtada ou rincão, rufos, bandeja, curvas e funis.

. De acordo com Azeredo (1997) se tratando de calhas o material empregado é o cobre ou ferro galvanizado. O cobre tem um alto preço, por isso o ferro galvanizado tem sido a opção mais requisitada, com medidas de espessura que variam de 0,35 mm até 0,90 mm. O sistema compreende em canalizar a água do telhado e conduzir a mesma até o local desejado, nesta ordem a seguir: calha, bocal, funil e condutor.

Segundo Moliterno (2010) todas opções de forros que existem no mercado e adotados na construção civil, deve-se dar atenção especial para os de madeira e de placas pré-fabricadas com função dupla: decorativa e de isolamento acústico e térmico. Geralmente fixados numa grelha de sarrafos e caibros, resultando em uma estrutura de madeira denominada tarugamento.

Ainda segundo Moliterno (2010) a análise estrutural de um tarugamento pode ser feita como um sistema de grelhas hiperestática, podendo ser diversa as formas e dimensões. O cálculo acaba por ser simplificado, resultando a estrutura em um conjunto de vigas isostáticas, enrijecidas pelas tábuas de madeira ou placas que compõem o forro. Padronizando o projeto, sobre os aspectos de espaçamento e de bitolas de madeira serrada, permitindo ao carpinteiro profissional a resolução do problema por conta própria.

De acordo com Azeredo (1997) os remates dos divisores de água, ou seja, espigões e cumeeiras são trabalhos com telhas de barro especiais, conhecidas por telha de cumeeira ou simplesmente cumeeira. Sua colocação é sempre feita com argamassa mista de cimento e areia, na direção contrária a predominando ao vento.

. Conforme Azeredo (1997) rufos com pingadeira são aplicados instalados sobre a parede exposta, conhecidos também por cobre muros, evitam que a água percorra a superfície vertical da parede. Em uma das extremidades possuem um pequeno canal de coleta de água e na outra extremidade é do tipo rufo simples.

De acordo com Moliterno (2010) as tábuas de forro são de 70 mm ou de 110 mm e tem uma das faces aparelhada. Maiores larguras exigem maiores espessuras e a folga de 10 mm no encaixe permite dilatações e contrações das tábuas sem prejuízo estético.

Segundo Azeredo (1997) técnicas de execução de calhas quanto a emenda, deve ser feita por soldagem, rebitagem ou colagem. A superfície a ser soldada deverá ser previamente limpa e isenta de graxa. Nos rufos e calhas não se permite soldas no sentido longitudinal. Já a colagem deve ser feita com superposição de no mínimo 10 cm, com pasta-cola apropriada.

De acordo com Azeredo (1997) a fixação das calhas deve ser instalada sobre o beiral e as telhas de maneira a evitar vazamento por retorno de água; sendo assim o cobrimento da telha sobre a calha deverá ser adequada ao telhado, exigindo no mínimo uma superposição de 8 cm.

Conforme Azeredo (1997) em pontos de junção dos rincões, para evitar o transbordamento da água nas calhas. Deve-se usar um funil, deslocar o bocal para uma distancia de 1 m dessa junção e até mesmo se necessário aumentar a seção das calhas nesse ponto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi levantado informações básicas a respeito de telhado, apresentado de forma ordenada e organizada para uma melhor compreensão. Atingindo o objetivo inicial da pesquisa, demonstrando etapas importantes para a execução e desde o projeto. Descrevendo sobre madeiras e suas características primordiais para o emprego da madeira adequada perante o objetivo desejado. Levando em consideração suas propriedades físicas e mecânicas.

Há muito mais informações sobre telhado ou cobertura que aqui não foi abordado, a pesquisa continua e inovações sempre aparecem a cada dia, foi uma oportunidade excepcional conduzir esse trabalho, que elevou os conhecimentos sobre o tema. Espero que, os leitores tenham fruído de momentos significantes, de aprendizado, e até mesmo que os especialistas no assunto, que tenham recordado detalhes importantes. Foi abordado o tema tesoura e treliça, onde em função de sua geometria há ganho de funções como vencer vãos maiores e economia de madeira sendo que o posicionamento das peças é de fundamental importância para explorar de melhor maneira a tração e compressão que a madeira está disposta a suportar.

Agradeço a oportunidade dada pela instituição, curso, tutor e professores; pelo auxílio e atenção, até dado momento, quanto a conclusão e orientação, prestados ao autor da pesquisa, aos autores dos livros empregados e todos que participaram indiretamente da composição deste trabalho. E fechou-se o trabalho trazendo a tona forros e calhas, que contribui muito para o conforto térmico, acústico e para a questão de águas pluviais que podem ter o direcionamento canalizado adequado.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Helio Alves de. **O Edifício Até Sua Cobertura**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 1997. 182 p.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de Construção: Concreto Madeira Cerâmica Metais Plásticos Asfalto Novos Materiais para Construção Civil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2015. 471 p. Revisão Técnica João Fernando Dias.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2016. 297 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamento de Obras**. São Paulo: Pini Ltda, 2011. 281 p.

MOLITERNO, Antônio. **Caderno de projetos de telhados em estruturas de madeira**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 270 p. Revisão técnica Reyolando M. L. R. F. Brasil.

NAKAMURA, Juliana. Alem da estanqueidade: tratamento superficiais mais sofisticados e injeção de isolantes térmicos e acústicos nos processos industriais incrementam o desempenho das coberturas em aço. **Téchne**: bloco flutuante, São Paulo, n. 154, p.34-38, 18 jan. 2010. Mensal.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michele. **Estruturas de madeira**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2015. 224 p.