



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GIOVANA MARIA GERARDI GARCIA

**DIFERENTES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS DE TELHADOS
PARA RESIDÊNCIAS FINANCIÁVEIS**

LAGES

2020

GIOVANA MARIA GERARDI GARCIA

**DIFERENTES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS DE TELHADOS
PARA RESIDÊNCIAS FINANCIÁVEIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unifacvest, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Ms. Aldori Batista dos Anjos

LAGES

2020

GIOVANA MARIA GERARDI GARCIA

**DIFERENTES TÉCNICAS CONSTRUTIVAS DE TELHADOS
PARA RESIDÊNCIAS FINANCIÁVEIS**

Este relatório, do trabalho de conclusão de curso, foi julgado adequado para obtenção dos créditos da disciplina de trabalho de conclusão de curso, do 10º. semestre, obrigatório para obtenção do título de:

Bacharel em Engenharia Civil

Lages (SC), Dia de Mês de Ano (data da defesa)

Orientador

Co-Orientador

BANCA EXAMINADORA:

**ALDORI BATISTA DOS ANJOS
Professor de TCC**

**ALDORI BATISTA DOS ANJOS
Coordenador de Curso**

RESUMO

No Brasil, a construção civil tem um caráter histórico e artesanal, que ao decorrer das décadas se aperfeiçoou, cresceu e criou novas possibilidades. Telhados por sua vez seguiram o mesmo rumo, entretanto muitas construções seguem características portuguesas com telhas de cerâmica, apoiadas em estruturas descontínuas de madeira. A madeira por se tratar de um recurso florestal na construção civil, necessita que o manejo da espécie supra necessidades sociais, econômicas, ecológicas, culturais e de gerações presentes e futuras. Serão analisados neste trabalho; os principais tipos das peças de madeira e os elementos utilizados em telhados, esforços solicitantes aplicados sob a estrutura de diferentes coberturas de residências financiáveis.

Palavras chave: Telhados. Madeira. Cobertura.

ABSTRACT

In Brazil, civil construction has a historical and artisanal character, which over the decades has been improved, grown and created new possibilities. Roofs in turn followed the same path, however many buildings follow Portuguese characteristics with ceramic tiles, supported by discontinuous wooden structures. Wood because it is a forest resource in civil construction, it requires that the management of the species super social, economic, ecological, cultural and generational needs present and future. They will be analyzed in this work; the main types of wood parts and the elements used in roofs, requesting efforts applied under the structure of different covers of bankable residences.

Keywords: Roofs. Wood. Coverage.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
1.1 JUSTIFICATIVA.....	11
1.2 OBJETIVO GERAL.....	12
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
1.4 METODOLOGIA.....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3 PROPRIEDADES QUÍMICAS.....	15
3.1 CELULOSE.....	15
3.2 HEMICELULOSE.....	15
3.3 LIGNINA	15
4 PROPRIEDADES FÍSICAS.....	16
4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS	16
4.1.1 Esforços.....	17
4.1.2 Madeira à compressão.....	18
4.1.3 Madeira à tração.....	18
4.1.4 Fatores que alteram a resistência da madeira.....	18
5 NÍVEIS REQUERIDOS	19
6 MODELOS DE COBERTURAS.....	21
6.1 MODELO FINANCIÁVEL.....	24
CONCLUSÃO.....	33
6 REFERÊNCIAS.....	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de cobertura	9
Figura 2 – Designação dos elementos da cobertura de telhado.....	22
Figura 3 – Formas de telhado em vista e em plana.....	23
Figura 4 – Telhas de concreto.....	24
Figura 5 – Modelos da estrutura de madeira.....	25
Figura 6 – Modelo estrutura do beiral contendo 60 centímetros.....	25
Figura 7 – Cobertura modelo três águas.....	28
Figura 8 – Corte A`A.....	28
Figura 9 – Corte B`B.....	29
Figura 10 – Fachada.....	29
Figura 11 – Fachada já existente.....	29
Figura 12 – Detalhamento da cobertura.....	30
Figura 13 – Cobertura modelo três águas.....	30
Figura 14 – Corte A`A.....	30
Figura 15 – Corte B`B.....	31
Figura 16 – Fachada.....	31
Figura 17 – Fachada já existente.....	31
Figura 18 – Detalhamento lateral da cobertura.....	32

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Categorias de uso.....27

1 INTRODUÇÃO

Projetos de engenharia englobam vários processos construtivos, de diferentes técnicas, dentre elas a que mais se modifica, com o passar das décadas, é confecção do telhado. Em residências financiáveis, para confecção das coberturas se utiliza telhas de cerâmica; concreto de encaixe; cerâmica colonial; onduladas de fibrocimento, alumínio ou plástica e estrutural, conforme tabela do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

No Brasil estruturas de telhado são feitas utilizando madeiras de reflorestamento, e em alguns casos aço. A escolha da madeira provinda de reflorestamento é uma opção viável que concilia qualidade e sustentabilidade, principalmente nos estados do sul do país, que possuem extensas florestas nativas de espécies coníferas ideais para o reflorestamento. Segundo Montenegro (1984, p. 93) podem existir diversos tipos de coberturas as quais agrupam de forma didática na Figura 1.

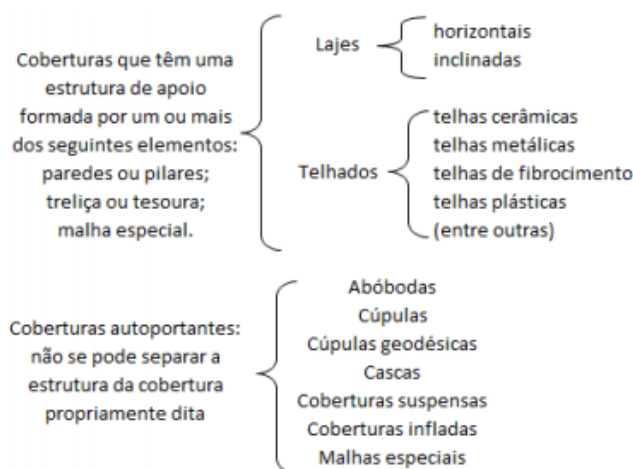


Figura 1 – tipos de cobertura
(fonte: Montenegro, 1984 adaptado)

Ao utilizar o termo “cobertura”, porém, pode causar controvérsia uma vez que não há uniformidade na literatura em relação ao seu significado. De acordo com Calil Júnior (2010, p. 0) enquanto alguns autores utilizam o termo “cobertura” tanto para referir-se exclusivamente ao telhado quanto de forma mais abrangente, outros admitem que essa denominação é mais comum para construções industriais e quadras poliesportivas ficando o termo “telhado” restrito às edificações residenciais.

No decorrer deste trabalho, define-se cobertura como sendo o “conjunto de elementos e componentes dispostos no topo da edificação” destinados a “proteger o edifício contra a ação das intempéries, tais como chuva, vento, raios solares, neve e também impedir a penetração de poeiras e ruídos no seu interior”. (CORSINI, 2013; MOLITERNO, 2010, p.1). Já o telhado é definido por Carmo (2016, p. 0) como sendo o sistema de cobertura constituído pela composição de planos inclinados cujo principal elemento construtivo é a telha” sendo, portanto, um subtipo de cobertura. Mesmo assim, cabe ressaltar que não há nada de errado na utilização do termo “cobertura” para referir-se ao “telhado” já que a primeira denominação abrange a segunda.

Em residências as coberturas compostas por telhas são largamente utilizadas para proteção superior. Para este efeito, Montenegro (1984, p. 67-68) demonstra a evolução de um sistema de transmissão de cargas capaz de transferir adequadamente os carregamentos para apoios na alvenaria sem gerar resultantes oblíquas ou empuxos dos quais o material não resiste muito bem. A tesoura, como se refere o autor, é uma treliça em formato triangular com barras sujeitas apenas a esforços de tração ou compressão que é capaz de gerar somente resultantes verticais nos apoios.

A estrutura de telhado é fabricada, de modo majoritário, em madeira reflorestada e por profissionais da área de carpintaria. Muitas vezes, as seções das peças são seguidas com base em valores indicados pela prática sem o menor cálculo estrutural o que pode resultar em superdimensionamento, ocasionando em ruptura por carga excessiva em alguns casos.

1.1 JUSTIFICATIVA

Telhados tendo sua estrutura composta de madeira são executadas no Brasil desde o período colonial, sendo utilizadas nas mais variadas formas de projetos. No caso de coberturas de unidades residenciais unifamiliares financiáveis, ou “renques” de sobrados, deve ser apresentado projeto com memorial descritivo e de dimensionamento que comprove o atendimento a todos os requisitos aplicáveis previstos na ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR (Norma Brasileira) 15575 - Parte 5 (desempenho estrutural, segurança contra incêndio, segurança no uso e operação, desempenho térmico, desempenho acústico, estanqueidade, durabilidade e manutenibilidade), considerando eventuais particularidades decorrentes desse tipo de agrupamento de unidades habitacionais, bem como trazer identidade ao imóvel visando principalmente que atenda às necessidades de cada cliente.

Se o telhado for mal projetado ou mal executado podem ocorrer problemas tais como infiltrações, destelhamentos, gastos desnecessários, desconforto ao usuário, deformidades estéticas, rupturas, acidentes, não atendimento da vida útil de projeto entre outros. Deste modo a análise de diferentes estruturas de telhado para residências financiáveis utilizando telhas de concreto é necessária não apenas para coibir que tais problemas aconteçam, mas para permitir adequações no projeto.

1.2 OBJETIVO GERAL

Análise de diferentes estruturas de telhado para residências financiáveis utilizando telhas de concreto, visando problemas estruturais encontrados na madeira.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apresentar as propriedades químicas e físicas da madeira;
- Descrever respectivos níveis requeridos para que a madeira possa ter um desempenho satisfatório, tipos de carregamentos e esforços solicitantes aplicados em estruturas;
- Abordar tipos de estrutura em madeira, e defeitos originários na mesma;
- Apresentar modelos de telhados aprovados em financiamentos.

1.4 METODOLOGIA

O trabalho delimita-se a uma pesquisa descritiva, sobre diferentes estruturas de telhado, ênfase no que a NBR 7190:1997 - Projeto de estruturas de madeira; NBR 13858-1:1997 - Telhas de Concreto. Parte 1: Projeto e execução de telhados; NBR 13858-2:2009 - Telhas de Concreto. Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio; NBR 15310:2009 - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio; NBR 15575-5:2013 - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas, descrevem sobre a estrutura do telhado e a escolha de telhas, incluindo pesquisas em livros que retratam sobre erros e acertos comuns na hora de projetar a cobertura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A construção civil no Brasil tem um caráter histórico e artesanal, que ao decorrer das décadas, foi se aperfeiçoando, crescendo e criando novas possibilidades de inovações no setor. Com a alta demanda na execução de projetos, muitos telhados seguiram e seguem a característica de telhados coloniais portugueses, com telhas cerâmicas apoiadas em estruturas descontínuas de madeira serrada.

Na execução das estruturas de telhados, são necessários os fatores de terem boa resistência natural a biodeterioração ou que apresentem boa permeabilidade aos líquidos preservativos e que sejam, submetidas a tratamentos preservativos adequados e seguros para estruturas.

Nas regiões sul e sudeste se encontram a maior produção do reflorestamento de madeiras nas espécies de pinus e eucalipto, sendo as mais utilizadas por terem um bom perfil ecológico. A madeira de pinus quando tratada adequadamente em autoclave, é muito competitiva no mercado e oferece vantagens exclusivas, como a facilidade de manuseio e de fixação (não é necessário realizar a pré-furação para os parafusos), o que a torna uma excelente opção dentre os tipos de madeira mais utilizadas para telhados. E a madeira de eucalipto, pode ser usada seguramente na construção de telhados, mas exige alguns cuidados por ser passível de rachaduras e um dos tipos mais suscetíveis ao ataque de cupins.

Segundo o engenheiro civil, especialista em estruturas de madeira, Guilherme Stamato (REMADE,2018), a madeira é a primeira opção para os projetos de coberturas de edificações residenciais no país. “A escolha é feita, em partes, devido ao custo competitivo, disponibilidade de material e mão de obra”, explica. Além disso, ele lembra que são muitas as soluções estruturais e os sistemas construtivos que podem ser aplicados em estruturas de madeira para cobertura. “Pode-se escolher, entre espécies nativas ou de floresta plantada; sistemas construtivos mais industrializados ou menos, em função das características da obra, tais como quantidade de repetição, facilidade de içar as peças maiores (industrializadas) ou menores (montadas no local), cronograma de montagem etc.”

Para residências financiáveis é de suma importância que a escolha da madeira seja proveniente de plantações tratadas, atingindo os níveis requeridos para cada especificação de projetos.

3 PROPRIEDADES QUÍMICAS

Os componentes fundamentais ou estruturais existem em toda madeira e sem os mesmos ela perde sua identidade ou a sua estrutura. Na sua quase totalidade, estes constituintes provem da natureza orgânica e não podem ser removidos pela ação de qualquer solvente, sem que haja a consequente destruição de sua estrutura. Os polissacarídeos insolúveis em água são os principais representantes dos compostos fundamentais da madeira, incluindo, sobretudo, a celulose e as hemiceluloses.

3.1 CELULOSES

Representam cerca de 40% da massa de madeira seca. Surge principalmente nos vegetais, sob forma de fibras. A origem química da celulose é baseada na glicose, correspondendo a um monossacarídeo com seis átomos carbonos na sua estrutura, onde ocorrem cinco grupos hidroxílicos alcoólicos e um grupo aldeído. O grau de polimerização da celulose varia, em função da matéria-prima.

3.2 HEMICELULOSE

Representam cerca de 20% a 30% da composição de matéria seca da madeira. São compostas de cadeias mais curtas que as celulosas e a sua terminologia é complexa, sendo reagrupada em polissacarídeos. Juntamente com a celulose, formam a fração da madeira denominada holocelulose. Essa classe de moléculas diferencia-se da celulose, pois, elas são solúveis em soluções alcalinas diluídas, hidrolisam-se pela ação de ácidos diluídos a quente, produzindo outros monossacarídeos além da glicose, por possuírem baixo grau de polimerização e, conseqüentemente, pequeno peso molecular.

3.3 LIGNINA

Representa cerca de 25% a 30% do peso seco da madeira. Encontra-se a lignina incrustada nas paredes celulares, localizada principalmente nas paredes primárias. É um polímero tridimensional, cuja maior parte é formada pela copolimerização de dois álcoois fenilpropânicos. A lignina possui a propriedade de se prender às fibras da

celulose, bem como de ocupar os espaços intercelulares, tornando, assim, a parede rígida e impermeável. Atualmente, não existem dúvidas de que a lignina é composta apenas por carbono, hidrogênio e oxigênio. O peso molecular da lignina é indeterminado, considerando que existe apenas uma molécula de lignina dentro da árvore, visto que ela é um polímero desordenado, tridimensional, que forma uma rede contínua na árvore.

4 PROPRIEDADES FÍSICAS

As propriedades físicas da madeira englobam características gerais como (cor, cheiro, textura, grã, que se refere à orientação geral dos elementos verticais constituintes do lenho, em relação ao eixo da árvore ou de uma peça de madeira. Esta orientação é decorrente das mais diversas influências em que a árvore é submetida durante o seu processo de crescimento, entre outros), teor de umidade, densidade, estabilidade dimensional, propriedades térmicas e acústicas e condutibilidade elétrica.

Segundo a descrição macroscópica da madeira, ela é definida como um material de natureza anisotrópica apresenta reações diferentes segundo a direção considerada. Contém três direções principais e perpendiculares entre si, coincidindo com o comprimento da árvore (longitudinal), em direção ao centro árvore (radial) e tangente aos seus anéis de crescimento (tangencial).

A anisotropia da madeira é de suma importância para estabelecer algumas de suas propriedades físicas, com a estabilidade dimensional, propriedades térmicas e acústicas e condutibilidade térmica. As propriedades físicas são estabelecidas através de avaliação qualitativa e quantitativa e manipulação de amostras de madeira, sendo submetidas a procedimentos de secagem, saturações e análise microscópica para sua descrição anatômica.

Os caracteres gerais são dados relativamente importantes, tanto no reconhecimento da madeira, como também na determinação de sua utilização. Os tipos de grã aliados a outras informações como textura, cor e figura, podem dar boa ideia sobre a trabalhabilidade.

4.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS

A cor da madeira definem as várias espécies, contribuindo para identificação de espécies e representando um fator determinante para usos finais em mobiliário e

acabamentos. A cor está sujeita a mudanças devidas a exposição de agentes atmosféricos, como as radiações infravermelha e ultravioleta.

De acordo com MELO (2002, p. 69), a descrição da cor da madeira, anteriormente feita com a tabela de cores para solos de Munsell, que atualmente segue o sistema CIE (Comissão Internacional de Iluminantes), onde a sensação de cor é baseada na sua luminosidade, tonalidade e cromaticidade (intensidade da cor predominante).

O cheiro, presente em algumas espécies, está diretamente relacionado com o elevado teor de umidade e a presença de substâncias, que por sua volatilidade tendem a desaparecer com o passar do tempo.

A grã representa a direção dos elementos estruturais da madeira, como fibras, vasos e traqueídes, em relação ao eixo de crescimento da árvore, e em relação à superfícies exposta da madeira serrada (MELO, 2002 p. 70). Vários fatores contribuem para a sua disposição quando do crescimento da árvore, sendo classificados em grã direita (reta) e grã irregular.

No caso da madeira serrada, de acordo com MELO (2002 p. 70), a determinação da grã é essencial para a qualidade da madeira, sendo mais valorizada a peça com grã direita, pois o paralelismo dos elementos anatômicos em relação ao eixo da peça serrada resulta em peças com maior qualidade para processamento, maior resistência estrutural e estabilidade dimensional para secagem.

A textura é importante em função dos usos finais pretendidos, ou seja, para um bom acabamento e superfície mais polida, a madeira de textura fina é a mais indicada. Também pode ser descrita como o efeito produzido pelas dimensões, distribuição e abundância relativa dos elementos anatômicos estruturais da madeira (MELO, 2002 p. 71).

4.1.1 Esforços

As propriedades mecânicas da madeira são determinadas pelo seu comportamento quando é solicitada por forças externas, sendo divididas em propriedades de elasticidade e de resistência (CALIL, 1999 p. 79).

As propriedades elásticas dizem respeito à capacidade do material de retornar à sua forma inicial uma vez retiradas as cargas aplicadas, sem apresentar deformações

residuais. Apesar de a madeira apresentar esta deformação residual, é considerada como um material elástico para a maioria dos usos estruturais.

As propriedades de resistência da madeira estão diretamente relacionadas com a sua densidade, de forma que as madeiras mais densas são normalmente as mais resistentes, embora haja variações destas propriedades em madeiras com a mesma densidade (MELO, 2002 p. 80).

4.1.2 Madeira à compressão

O comportamento da madeira submetida a esforços de compressão apresenta variações consideráveis que decorrem da direção da força aplicada em relação à direção das fibras. Podendo ser submetida à compressão de acordo com solicitações: perpendicular, paralela ou inclinada em relação às fibras (CALIL, 1999 p. 81).

Na compressão paralela às fibras, como as forças agem na mesma direção do comprimento das fibras da madeira, apresentando uma grande resistência, sendo esta propriedade utilizada principalmente para dimensionar pilares.

4.1.3 Madeira à tração

A madeira sofre duas solicitações diferentes quando se trata de tração: tração paralela e tração perpendicular às fibras, sendo que suas propriedades diferem consideravelmente em função destas solicitações (CALIL, 1999 p. 82).

A resistência à tração se manifesta quando o esforço é paralelo às fibras, no entanto os ensaios são de difícil execução e pouco confiáveis devido a possibilidade de esmagamento das fibras do corpo-de-prova pelas garras do equipamento (MELO, 2002 p. 83). Propriedade que é utilizada para o dimensionamento de treliças e comparação das espécies.

Quanto à tração perpendicular às fibras, a madeira apresenta baixos valores de resistência, e como os esforços agem tendendo a separar as fibras e afetando a integridade estrutural da peça, os resultados de ensaios apresentam grandes variações. Esta propriedade, que chega a apresentar valores quarenta vezes menores que os da tração paralela, é utilizada em estruturas em arco (FERNANDEZ- VILLEGA, 1983).

4.1.4 Fatores que alteram a resistência da madeira

A madeira possui variações na sua composição e estrutura orgânica e está sujeita a fatores externos como umidade relativa e temperatura do meio ambiente, bem como a secagem e sentido de aplicação de esforços, alterando as propriedades físicas e da resistência.

Segundo MELO (2002 p. 86), para efeito de caracterização, é muito importante que o sistema de amostragem, considerando a variação, resultará numa maior representatividade em relação ao comportamento de uma determinada espécie de madeira.

5 NÍVEIS REQUERIDOS

NBR 15575 (2013), sobre edificações habitacionais estabelece parâmetros técnicos para vários requisitos importantes de uma edificação, como desempenho acústico, desempenho térmico, durabilidade, garantia e vida útil, e determina um nível mínimo obrigatório para cada um deles. (CAU/BR, 2013).

Segundo Santos (Cimentoitambe, 2012), o estabelecimento de padrões de desempenho deve garantir que a busca pela diminuição dos custos da construção não afetará a sua durabilidade ou a vida útil dos componentes.

Se principalmente o estabelecimento destas exigências normativas obter reações negativas nas construtoras, o autor afirma que aos poucos a determinação clara dos parâmetros de qualidade será percebida como uma vantagem por estas empresas. O cliente passa a conhecer seus padrões de exigência e desta forma a construção civil formal ganha em competitividade de empresas desestruturadas.

Nogueira (GAZETA, 2010) reforça esta ideia ao afirmar que a normativa passa a atuar como ferramenta legal para que os consumidores desenvolvam confiança na qualidade dos sistemas que compõem o edifício.

Perante o contexto de mercado é que a NBR 15.575 foi desenvolvida. Aprovada no dia 12 de maio de 2008, a norma que estabelece os critérios de desempenho para edifícios habitacionais de até cinco pavimentos entrou em vigor em período de testes em maio de 2010 e deveria começar a ser exigida oficialmente em novembro do mesmo ano.

Diversas solicitações de prorrogação deste prazo de 20 testes, porém, adiaram o prazo de exigibilidade da norma para março de 2013 (SANTOS, Cimentoitambe, 2012).

Embora a preocupação com o desempenho das edificações esteja se consolidando como uma tendência mundial, no Brasil o estabelecimento de uma norma de desempenho têm encontrado algumas dificuldades.

Os motivos que justificaram o adiamento da data de vigência da NBR 15.575, porém, dividiu os especialistas. Para Barros (2011) *apud* Santos (2012), o mercado não oferece resistência à nova norma, se mostrando, muito pelo contrário, bastante receptivo. Entretanto, a pesquisadora garante que foi necessário um prazo de adaptação para que as empresas se preparassem para trabalhar com normas de desempenho ao invés de normas descritivas.

Villas Boas (ARCOWEB, 2011), por outro lado, acredita que o mercado ainda não tem condições de se adequar a NBR 15.575/2008. Segundo ele, o baixo preparo dos profissionais, a carência de laboratórios para ensaios e a falta de informações técnicas sobre os produtos industrializados são os principais motivos que dificultam a recepção da norma.

Os dois autores concordam, porém, que a norma de desempenho estabelece as responsabilidades de cada profissional envolvido no processo desde a etapa de projeto. Embora a NBR 15.575/2008 aborde o desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, seus critérios e exigências podem ser aplicados a projetos residenciais com qualquer quantidade de andares, uma vez que alguns destes requisitos não possuem relação com a altura do edifício. Esta característica permite que consumidores utilizem a norma como referência para endossar demandas judiciais para edifícios de vários andares (ARCOWEB, 2011).

De acordo com a norma 15.575/2013 “As soluções de projeto derivarão da correta análise de como os espaços serão utilizados, bem como da forma que atuarão os agentes externos (intempéries etc.), características do entorno, recursos locais (materiais, equipamentos, mão de obra), sua manutenção e o correto cumprimento das normas prescritivas. A escolha de materiais por determinada característica poderá ser considerada inválida se o contexto escolhido para a aplicação do mesmo não for adequado. A especificação dos materiais por parte do arquiteto deverá ser feita não somente pela aparência estética, formato e resistência, mas também por critérios de durabilidade, limpabilidade, manchamento, destacamento, e da sua compatibilização

com os demais materiais do mesmo sistema. Essas especificações serão fundamentais para a definição da vida útil estabelecida em projeto.”.

Sendo assim, a norma de desempenho procura incentivar e balizar o desenvolvimento tecnológico, além de orientar a avaliação da eficiência - térmica, econômica, etc. - das inovações tecnológicas.

6 MODELOS DE COBERTURA

Para execução de coberturas as construções devem seguir especificadamente o que as NBR`s prescrevem; em residências financiáveis além das NBR`s, é necessário que a edificação supra as normas do SINAPI (2019), que descreve algumas composições a serem seguidas na Construção Civil.

As composições estão divididas em:

- Estrutura e trama em madeira, para cobertura (67 composições);

Para estrutura e trama em madeira, as composições estão divididas em:

- Trama composta por ripas, caibros e terças;
- Trama composta por terças;
- Fabricação e instalação de tesouras inteiras e meias tesouras com vãos de 3 a 12 m;
- Instalação de tesouras (inteiras ou meias) com vãos maiores ou iguais a 3 m e menores que 6 m; maiores ou iguais a 6 m e menores que 8 m; maiores ou iguais a 8 m e menores que 10 m e maiores ou iguais a 10 m e menores que 12 m;
- Fabricação e instalação de estrutura de apoio pontaleteada;

As variedades de telhas para cobertura são: cerâmica; concreto de encaixe; cerâmica capa-canal; onduladas de fibrocimento, alumínio ou plástica e estrutural. Quanto à configuração da cobertura, foram considerados até 2 águas ou com mais de 2 águas.

No processo de aferição desse grupo de composições foram analisados dados obtidos em obras de edificações residenciais horizontais (casas) e verticais (de 2 a 15 pavimentos) além de edificações comerciais verticais (de 2 a 9 pavimentos) e edifícios industriais (térreos).

Os principais problemas em obras geralmente ocorrem na cobertura, pois requer de um projeto explicativo para que o carpinteiro execute, o mesmo necessitando de uma certa experiência, pois irá trabalhar com ângulos, e na montagem das telhas se uma ficar fora de ordem, pode acarretar a problemas graves na edificação, como infiltração, entrada de ar, umidade, etc.

É de suma importância que na definição de partes constituintes de uma estruturas de telhado, indicadas em parte ou em todo por Cardoso *et al.* (2000), Centro Tecnológico de Cerâmica e do Vidro (1998), Guerra *et al.* (2010), NBR 15575-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008a) e Reis e Souza (2007):

- a) Estrutura principal ou de apoio: constituída geralmente por tesouras, oitões, pontaletes, vigas ou lajes, tendo a função de receber e distribuir adequadamente as cargas do telhado ao restante do edifício;
- b) Estrutura secundária ou trama: constituída geralmente por terças, caibros e ripas, tendo como função a sustentação das telhas;
- c) Estrutura do telhado: conjunto formado pelas estruturas principal e secundária.

A terminologia adotada quanto aos elementos da cobertura do telhado estão na figura 2, ressaltando que também é utilizada a denominação de oitão para empena (BORGES, 2009, p. 168).



Figura 2- designações dos elementos da cobertura de telhado

(Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2008, p. 6)

Na figura 3, observa-se as principais configurações dos telhados de uma e duas águas, geralmente os mais utilizados em residências pequenas, pois necessitam de estruturas de apoio mais simples do ponto de vista construtivo e de projeto.

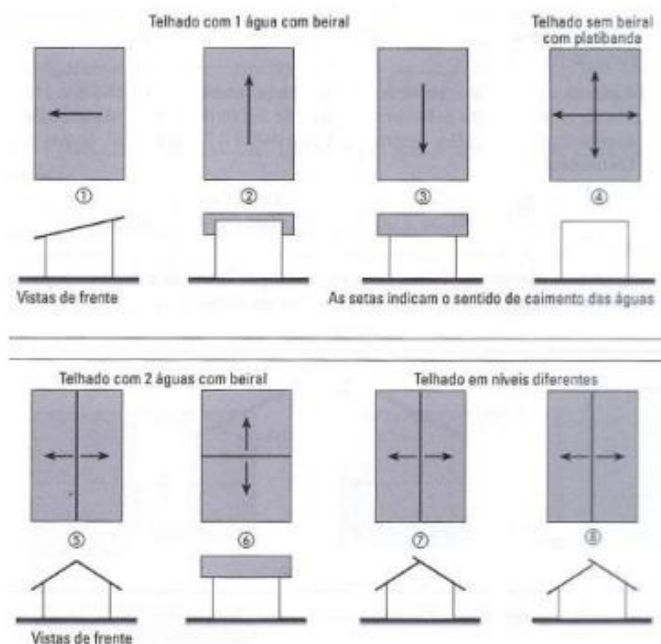


Figura 3 – formas de telhados em vista e em planta

(Fonte: BORGES, 2009, p. 169)

Na escolha para madeira do ripamento do telhado é necessário que a peça seja de reflorestamento certificada ou legalizada, onde a madeira legalizada tem autorização para sua extração, mas não garante nenhum tipo de manejo específico para recuperação da área. Enquanto que a madeira certificada é a extraída com um manejo adequado para manutenção das florestas. É de suma importância que a madeira venha sem defeitos como nós e rachaduras.

Deve-se evitar peças de madeira para telhado com as seguintes características:

- Madeira com alto teor de umidade;
- Madeira com arqueamento ou empenamento acentuados;
- Madeira com grandes defeitos, como grandes nós, trincas ou fendas;
- Madeira com sinais de ataque de fungos;

- Madeira com sinal de esmagamento durante transporte ou armazenamento.

A comercialização das peças, geralmente, é feita por dois tipos de bitola de madeira (dimensão das peças). As madeiras são vendidas com a bitola cheia ou a bitolinha. A bitola cheia é o tamanho correto da peça, uma bitola de 5 cm x 10 cm. Enquanto que a bitolinha é um tamanho reduzido, 4,5 cm x 9 cm. Ao reduzir a bitola pode acarretar problemas estruturais futuros para a edificação, como a deformação excessiva ou esmagamento de peças.

Para garantir uma boa durabilidade das peças de madeira é necessário fazer a imunização da madeira para telhado, evitando a deterioração das peças por insetos xilófagos. Recomenda-se que a imunização seja feita antes de montar o engradamento, por meio de pintura com pincel ou aspersão. Seguindo as orientações do fabricante do produto a ser aplicado e tomando os cuidados necessários com sua saúde na hora da aplicação.

6.1 MODELO DE RESIDÊNCIA FINANCIÁVEL

Em residências financiáveis normalmente os telhados são aprovados em modelos de duas, três ou quatro águas, utilizando isolante térmico e telhas de cimento para fazer o fechamento da edificação. Nas figuras 4, 5 e 6 observa-se modelos de telha de concreto colocadas na edificação, como fica sua estrutura seguindo o ângulo de 30°, sem a adição da manta isolante e a estrutura com beiral de 60 cm.



Figura 4 – de telhas de concreto
(fonte: a autora)



Figura 5 – modelo da estrutura de madeira
(fonte: a autora)



Figura 6- modelo estrutura do beiral contendo 60 centímetros
(fonte: a autora)

A eficácia dos isolantes térmicos se deve a fatores como: conforto térmico, esta ação bloqueia 95% do calor, sendo uma superfície refletora de alumínio de baixa emissividade que proporciona alta isolação térmica; barreira impermeável, pois o material deve ser de boa qualidade e resistente à umidade devido à forte adesão entre o filme e o polietileno; resistência a vapor, o uso correto como barreira de vapor previne que o vapor de água entre nas cavidades frias evitando assim a condensação nas coberturas; resistência ao mofo e bolor, o material não promove o crescimentos de organismos; economia de energia, no verão auxilia na diminuição de esforços do ar condicionado e no inverno não deixa o calor sair; e o reforço, sendo a malha reforçada em três direções que adicionam firmeza e corpo, facilitando o manuseio na aplicação em qualquer cobertura.

A estrutura do telhado é composta pela: Armadura principal, que compreende a tesoura e os seus contraventamentos; pela sua armadura secundária também chamada de armação, que são as terças, caibros e ripas; e pela cobertura que é caracterizado pelo telhamento. “A estrutura de madeira para telhados é considerada como o conjunto de componentes ligados entre si, com a função de suportar o telhado” (THOMAZ, 1988, p. 1).

Segundo a NBR 7190 (2010) a utilização de madeira como material de engenharia, algumas etapas devem ser consideradas obrigatórias, uma ferramenta que vale na tomada de decisão quanto ao uso da madeira, para que seja garantida maior durabilidade das construções, o sistema consiste em seis categorias de uso de acordo com a sua exposição, as categorias estão dispostas na tabela 1.

Categoria de uso	Condição de uso da madeira	Organismo xilófago
1	Interior de construções, fora de contato com o solo, fundações ou alvenaria, protegidos das intempéries, das fontes internas de umidade e locais livres do acesso de cupins-subterrâneos ou arborícolas	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira
2	Interior de construções, em contato com a alvenaria, sem contato com o solo ou fundações, protegidos das intempéries e das fontes internas de umidade	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola
3	Interior de construções, fora de contato com o solo e protegidos das intempéries, que podem, ocasionalmente, ser expostos a fontes de umidade	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola Fungo embolorador/manchador Fungo apodrecedor
4	Uso exterior, fora de contato com o solo e sujeitos as intempéries.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola Fungo embolorador/manchador Fungo apodrecedor
5	Contato com o solo, água doce e outras situações favoráveis à deterioração, como engaste em concreto e alvenaria.	Cupim-de-madeira-seca Broca-de-madeira Cupim-subterrâneo Cupim-arborícola Fungo embolorador/manchador Fungo apodrecedor
6	Exposição à água salgada ou salobra	Perfurador marinho Fungo embolorador/manchador Fungo apodrecedor

Tabela 1 – Categorias de uso
(fonte: NBR 7190 2010)

As Telhas de concreto são componentes da cobertura com forma essencialmente retangular e perfil geralmente ondulado. São compostas de cimento, agregado, água e aditivos, podendo ser fornecidas na cor natural ou coloridas pela adição de pigmentos. Os resultados obtidos para que uma telha entre no mercado devem seguir os critérios mínimos estabelecidos pela NBR 13858:2 e NBR 15310.

Na execução de telhados pequenos defeitos podem ocasionar grandes danos às edificações. Os danos decorrentes normalmente são: transbordamento de água, entupimento de calhas, ventos fortes, envelhecimento das telhas, granizos e escorrimento de água. Estes tipos de problemas são decorrentes de diversos fatores. Os mais comuns são: baixa qualidade da estrutura (normalmente de madeira) do telhado, encaixe deficiente das telhas, falta de manutenção e verificação dos encaixes das telhas

(que podem se mover em casos de ventanias), proliferação de fungos, quebras ou trincas em telhas por terceiros (no caso de instalações de antenas, para-raios, etc.).

Ao fazer uma análise nas normas estabelecidas pelo SINAPI, e o que cada NBR propõe, os modelos apresentados a seguir são de edificações financiáveis e já existentes na cidade de São Joaquim/SC, obras feitas pela construtora que a autora deste trabalho realizou o estágio.

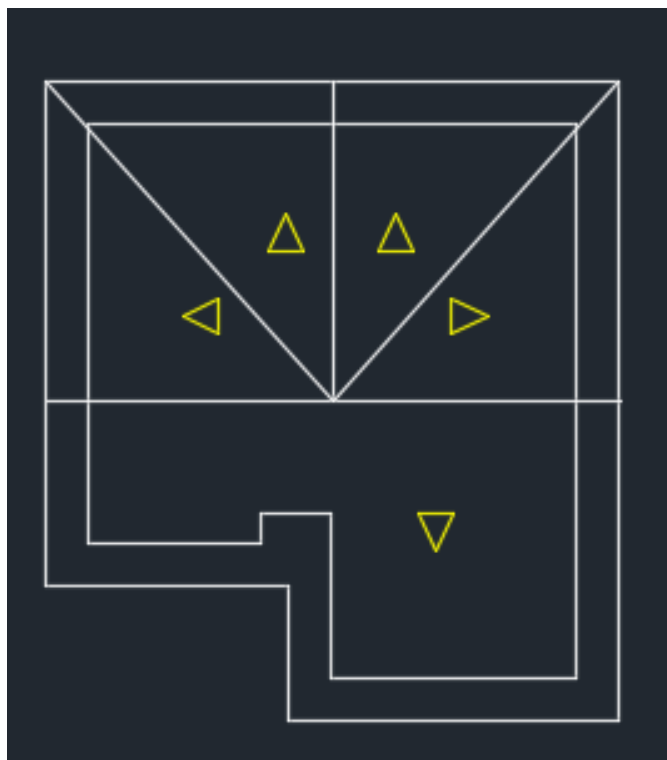


Figura 7 – cobertura modelo três águas
(fonte: arquivo construtora / autora)

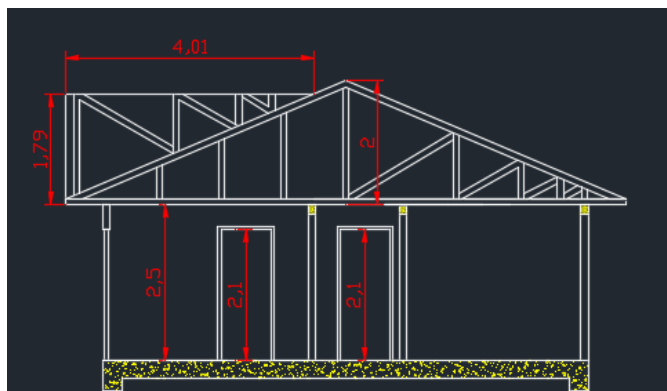


Figura 8- corte A`A
(fonte: arquivo construtora / autora)

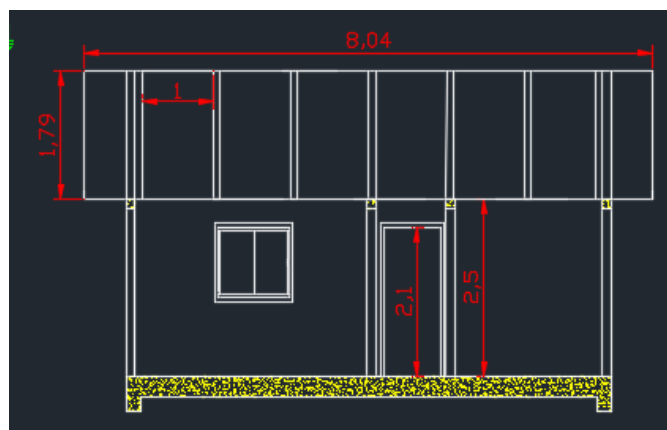


Figura 9 – corte B`B
(fonte: arquivo construtora / autora)

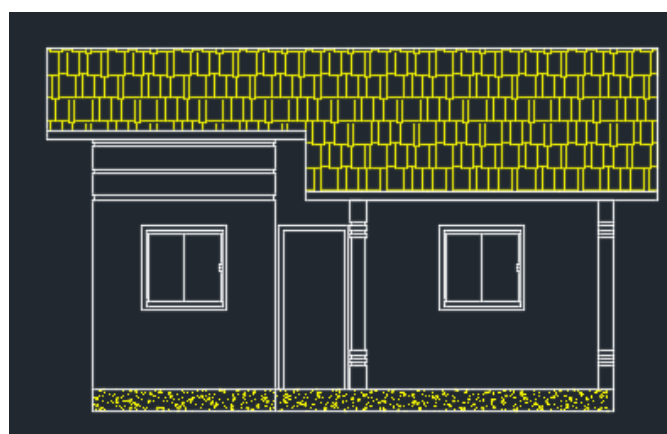


Figura 10 – fachada
(fonte: arquivo construtora / autora)



Figura 11 – fachada já existente
(fonte: a autora)



Figura 12 – detalhamento da cobertura
(fonte: a autora)

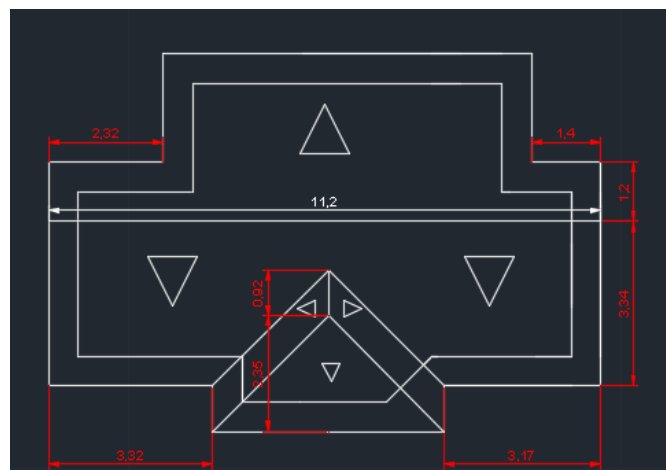


Figura 13 – cobertura modelo três águas
(fonte: arquivo construtora / autora)

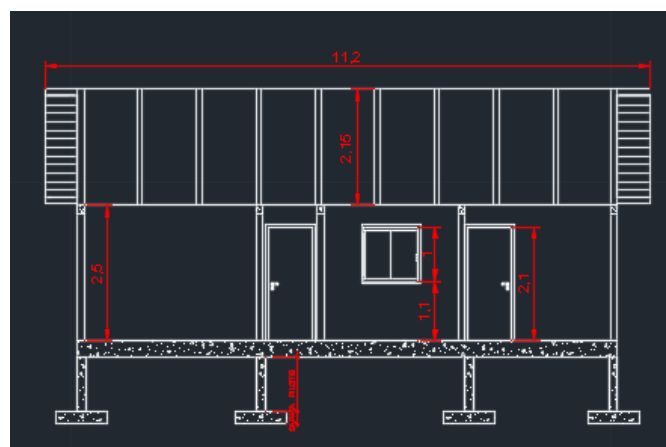


Figura 14 – corte A`A
(fonte: arquivo construtora / autora)

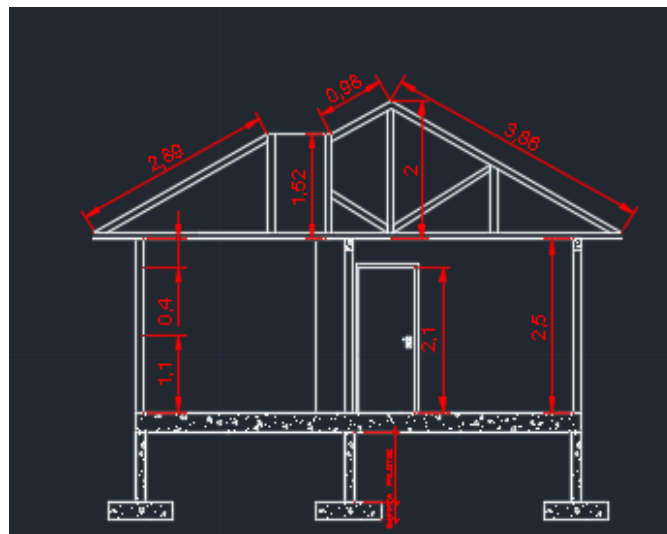


Figura 15 – corte B`B
(fonte: arquivo construtora / autora)

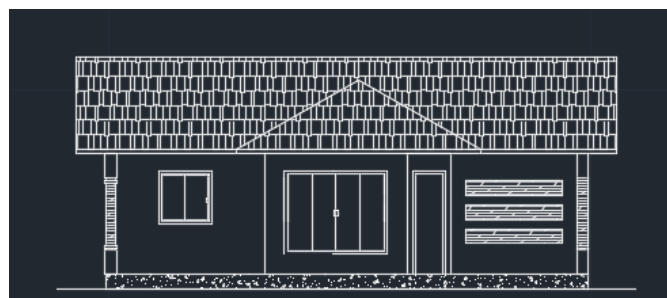


Figura 16 – fachada
(fonte: arquivo construtora / autora)



Figura 17 – fachada existente
(fonte: a autora)



Figura 18 – detalhamento lateral da cobertura
(fonte: a autora)

Nota-se que os modelos apresentados são de telhados feitos pelo método de três águas, sendo este muito utilizado na região, por se tratar de um local de muitas chuvas e frio, a água da chuva necessita de escoamento, muitas vezes não sendo possível em telhados duas águas pela dimensão da casa que normalmente possuem 70m².

CONCLUSÃO

No Brasil, a construção civil tem um caráter histórico e artesanal, que ao decorrer das décadas se aperfeiçoou, cresceu e criou novas possibilidades. A madeira por se tratar de um recurso florestal na construção civil, necessita que o manejo da espécie supra necessidades sociais, econômicas, ecológicas, culturais e de gerações presentes e futuras.

A escolha da madeira provinda de reflorestamento é uma opção viável que concilia qualidade e sustentabilidade, principalmente nos estados do sul do país, que possuem extensas florestas nativas de espécies coníferas ideais para o reflorestamento.

Se o telhado for mal projetado ou mal executado podem ocorrer problemas tais como infiltrações, entrada de ar, destelhamentos, gastos desnecessários, desconforto ao usuário, deformidades estéticas, rupturas, acidentes, não atendimento da vida útil de projeto entre outros. Na execução das estruturas de telhados, são necessários os fatores de terem boa resistência natural a biodeterioração ou que apresentem boa permeabilidade aos líquidos preservativos e que sejam, submetidas a tratamentos preservativos adequados e seguros para estruturas.

Para execução de coberturas as construções devem seguir especificadamente o que as NBR's prescrevem, em residências financiáveis além das NBR's é necessário que a edificação supra as normas do SINAPI (2019), que descreve algumas composições a serem seguidas na Construção Civil.

Os principais problemas em obras geralmente ocorrem na cobertura, pois requer de um projeto explicativo para que o carpinteiro execute, o mesmo necessitando de uma certa experiência, pois irá trabalhar com ângulos, e na montagem das telhas se uma ficar fora de ordem, pode acarretar a problemas graves na edificação.

Na escolha para madeira do ripamento do telhado é necessário que a peça seja de reflorestamento certificada ou legalizada, onde a madeira legalizada tem autorização para sua extração, mas não garante nenhum tipo de manejo específico para recuperação da área, já a madeira reflorestada garante a recuperação da espécie.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7191**. Cálculo e execução de estruturas de madeira. Rio de Janeiro 1997.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190:1997** - Projeto de estruturas de madeira.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13858-1:1997** - Telhas de Concreto. Parte 1: Projeto e execução de telhados.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13858-2:2009** - Telhas de Concreto. Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15310:2009** - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-5:2013** - Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. [Coberturas em madeira devem atender norma de desempenho da construção civil](http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/5731-coberturas-em-madeira-devem-atender-norma-de-desempenho-da-construcao-civil) <http://www.abnt.org.br/imprensa/releases/5731-coberturas-em-madeira-devem-atender-norma-de-desempenho-da-construcao-civil> acesso em 03 de junho de 2020.

BAUER, Luiz Alfredo Falcão. **Materiais de construção**. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

CADERNOS TÉCNICOS DE ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA

[http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/CONHECENDO CT COBERTURA ESTRUTURA TRAMA 07 2019_v0 01.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-manual-de-metodologias-e-conceitos/CONHECENDO_CT_COBERTURA ESTRUTURA TRAMA 07 2019_v0 01.pdf)

CALIL, C. ROCCO LAHR, F. DIAS, A. A. **Projetos de estruturas de madeira**. Editora Manole, São Paulo, 2003.

CALIL JÚNIOR, CARLITO. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira** / Carlito Calil Júnior, Francisco Antonio Rocco Lahr, Antonio Alves Dias. – Barueri, SP: Manole, 2003.

CALIL JÚNIOR, C.; MOLINA, J.C. **Coberturas em estruturas de madeira: exemplos de cálculo**. Editora Pini. Ed. 1. São Paulo, 2010.

CORSINI, R. **Sistemas de coberturas**. *Revista Construção Mercado*. <http://construcaomercado17.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/145/sistemas-de-coberturas-quinta-parte-da-norma-de-desempenho-293399-1.aspxk>

DESEMPENHO EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DA NORMA NBR 15575-5: REQUISITOS PARA SISTEMAS DE COBERTURAS
https://www.unicesumar.edu.br/epcc2013/wpcontent/uploads/sites/82/2016/07/Stella_Cristina_Pereira_Cruz.pdf

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO PORTARIA Nº 660, DE 14 DE NOVEMBRO DE 2018

http://www.in.gov.br/web/guest/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/50484132/do1-2018-11-16-portaria-n-660-de-14-de-novembro-de-2018-50483803#:~:text=Circula%C3%A7%C3%A3o%20m%C3%ADnima%20entre%20as%20camas,%20m%C3%ADnimo%200%2C50%20m.&text=Largura%20m%C3%ADnima%20da%20cozinha%3A%201,m%20x%200%2C70%20m). Acesso em 04 de junho de 2020.

ESTRUTURAS DE MADEIRA PARA COBERTURAS, SOB A ÓTICA DA NBR 7190/1997 <http://usuarios.upf.br/~zacarias/Telhados.pdf>

FAZ FACIL, Telhado madeiramento – o que são pontaletes
<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/telhado-pontaletado/> acesso em 03 de junho de 2020.

Guia para Arquitetos na aplicação da NORMA DE DESEMPENHO ABNT NBR 15.575 https://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/2_guia_normas_final.pdf

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S. A.
<https://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/manualUsodaMadeira.pdf>
 acesso em 03 de junho de 2020.

MADEIRA NA CONSTRUÇÃO CIVIL – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. -I PT <http://www.estruturas.ufpr.br/wp-content/uploads/2015/02/MADEIRA-NA-CONSTRU%C3%87%C3%83O-CIVI.pdf>

MELLO, Roberto L. **Projetar em madeira: uma nova abordagem. 2007. 195 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura).** – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

MONTENEGRO, A GILDO – VENTILAÇÃO E COBERTAS. Estudo teórico, histórico e descontraído <https://pt.slideshare.net/giorgiarq/ventilao-e-coberturas-gildo-montenegro-46222153>

NOGUEIRA, Daliane. Normas técnicas focam o desempenho das edificações. Gazeta do Povo, Curitiba, 20 junho 2010, Imóveis.
<https://www.gazetadopovo.com.br/imoveis/normas-tecnicas-focam-o-desempenho-das-edificacoes-12iywicqdhd336c9wtj0itse/> acesso em 03 de julho de 2020.

PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/130180/mod_resource/content/3/Estruturas%20de%20madeira.pdf

PROPRIEDADES QUÍMICAS DA MADEIRA
<http://portaldamadeira.blogspot.com/2009/10/propriedades-quimicas-da-madeira.html>
 acesso em 03 de junho de 2020.

Reforma de telhados: quando e porquê <http://www.grupoestrutural.com.br/reforma-de-telhados-quando-e-porque/> acesso em 03 de junho de 2020.

Reforma de telhados: tudo que você precisa saber
<https://fibersals.com.br/blog/reforma-de-telhados-tudo-que-voce-precisa-saber/> acesso em 03 de julho de 2020.

RODRIGUES, Manoel Santinho. **Estruturas de madeiras I**. Cuiabá: UFMG – Departamento de Engenharia Civil, 2000.

SANTOS, Altair. **NBR 15.575 vai precisar de constantes revisões. Massa cinzenta, 2012**. Disponível em <http://www.cimentoitambe.com.br/massacinzenta/nbr-15575-vai-precisar-de-constantes-revisoes/> acesso em 02 de julho de 2020.

SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL – CADERNOS TÉCNICOS DE COMPOSIÇÕES PARA ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA
http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-afetadas-lote1-habitacao-fundacoesestruturas/SINAPI_CT_MT1_TELHAMENTO_ESTRUTURA_TRAMA_v001.pdf

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÃO TÉCNICA DE SISTEMAS INOVADORES E CONVENCIONAIS – SINAT
<http://app.mdr.gov.br/catalogo/index.php> acesso em 04 de junho de 2020.