

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS
Programa de Pesquisa, Produção e Divulgação Científica

EDUARDO RODRIGUES ANDRIONI

**DETALHAMENTO DE PROJETO A BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO
EM MADEIRA**

BELO HORIZONTE – MG
JUNHO/2021

EDUARDO RODRIGUES ANDRIONI

**DETALHAMENTO DE PROJETO A BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO
EM MADEIRA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Minas Gerais (FEAMIG) como requisito para obtenção de título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

Orientador: Prof. Ms. Diego de Jesus Queiroz Rosa

BELO HORIZONTE – MG

JUNHO/2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui.

Aos meus pais, Ângelo e Ana Lúcia; meus irmãos, Ricardo e Cláudia; e minha companheira, Marília, que me incentivaram nos momentos difíceis e não permitiram que eu desistisse.

Aos professores que sempre estiveram dispostos a ajudar e contribuir para um melhor aprendizado, em especial, ao meu professor e orientador, Diego.

E a FEAMIG por ter me dado todas as ferramentas que permitiram chegar hoje ao final desse ciclo de maneira satisfatória.

RESUMO

O presente estudo aborda a fase de detalhamento de projetos, buscando demonstrar sua importância para o setor da construção civil, assim como outras áreas. Com isso, no trabalho é apresentado um projeto de uma edificação em madeira, baseando principalmente na norma ABNT NBR 7190 de 1997 – Projetos de estruturas de madeira, em bibliografias sobre esta matéria-prima e na experiência do autor no ramo de projetos com o material. A partir da pesquisa, é exibido como é feito um detalhamento e, depois, apresentado seus benefícios para a etapa de execução. Ao final, aborda-se também as vantagens de se construir com madeira, demonstrando seus benefícios não apenas para a construção civil, como também para a sociedade como um todo.

Palavras-Chaves: Construção Civil. Madeira. Projeto. Detalhamento.

ABSTRACT

This study addresses the project detailing phase, seeking to demonstrate its importance for the civil construction sector, as well as other areas. Thus, the work presents a project for a wooden building, based mainly on the ABNT NBR 7190 of 1997 – Design of wooden structures, bibliographies on this raw and on the author's experience in the field of projects with the material. From the research, it is shown how a detail is made and then presented its benefits for the execution stage. At the end, it also addresses the advantages of building with wood, demonstrating its benefits not only for civil construction, as well as for society.

Keywords: Civil construction. Wood. Project. Detailing.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três dimensões/Tridimensional
A.S.	Área de serviço
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i> – Modelagem de Informações na Construção
CAD	<i>Computer Aided Design</i> – Desenho Assistido por Computador
CO ₂	Dióxido de Carbono
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
NBR / NB	Norma Brasileira
OSB	Oriented Strand Board
PAMT	Painéis Autoportantes em Madeira Tratada
SINAT	Sistema Nacional de Avaliação Técnica
W.C.	Banheiro
WF	<i>Wood frame</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação de estruturas simples de madeira.	16
Figura 2 – <i>Araucaria angustifolia</i>	18
Figura 3 – <i>Bambusoideae</i>	19
Figura 4 – <i>Swietenia macrophylla</i>	20
Figura 5 – <i>Paubrasilia echinata</i>	21
Figura 6 – <i>Pinus taeda</i>	24
Figura 7 – <i>Eucalyptus grandis</i>	24
Figura 8 – Área de concentração do <i>Eucalyptus cloeziana</i> na Austrália.	25
Figura 9 – <i>Eucalyptus cloeziana</i>	26
Figura 10 – Detalhes de toras de <i>Eucalyptus cloeziana</i>	26
Figura 11 – Edificação com sistema pilar-viga de madeira.	28
Figura 12 – Principais sistemas estruturais de pórticos.	29
Figura 13 – Principais sistemas estruturais de treliças planas.	30
Figura 14 – Exemplos de treliças.	30
Figura 15 – Estrutura de parede em <i>wood frame</i>	32
Figura 16 – Exemplo de utilização em <i>wood frame</i>	33
Figura 17 – Estrutura de parede em <i>drywall</i>	34
Figura 18 – Exemplo de montagem de uma parede com <i>drywall</i>	34
Figura 19 – Fachada.	44
Figura 20 – Planta baixa.	45
Figura 21 – Diagrama de cobertura.	46
Figura 22 – Madeiramento da cobertura.	47
Figura 23 – Montagem do telhado.	48
Figura 24 – Detalhamento da junção caibro-cumeeira-vigas.	48
Figura 25 – Locação dos pilares e das vigas.	49
Figura 26 – Corta AA – Estrutural.	50
Figura 27 – Corta BB – Estrutural.	51
Figura 28 – Detalhamento da junção dos pilares e pilar-viga.	51
Figura 29 – Diagrama do assoalho-piso.	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Madeiras utilizadas na construção civil por finalidade.	23
Quadro 2 – Detalhamento dos pilares.	53
Quadro 3 – Detalhamento das vigas.	53
Quadro 4 – Detalhamento assoalho-piso.	54
Quadro 5 – Vantagens do trabalho com madeira.	57

SUMÁRIO

1	Introdução	11
1.1	Problema de pesquisa.....	11
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivos específicos	12
1.3	Justificativa.....	12
2	Referencial Teórico	13
2.1	Materiais de Construção Civil.....	13
2.1.1	Concreto.....	13
2.1.2	Aço	13
2.1.3	Cerâmica.....	14
2.1.4	Asfalto	14
2.1.5	Madeira	15
2.2	Contexto histórico da madeira.....	15
2.3	Classificação das madeiras.....	17
2.3.1	Classificação botânica das madeiras	17
2.3.1.1	Gimnospermas.....	18
2.3.1.2	Angiospermas	19
2.3.2	Classificação comercial das madeiras	20
2.3.3	Classificação das madeiras na construção civil	22
2.3.4	Madeira de reflorestamento	24
2.3.4.1	Eucalyptus cloeziana	25
2.4	Sistemas estruturais e construtivos de edificações	27
2.4.1	Viga-coluna/Pórtico	28
2.4.2	Treliças.....	30
2.4.3	Wood frame.....	31
2.4.4	Drywall	33
2.5	Fases de um projeto e detalhamento de projetos	35
3	Metodologia.....	38
3.1	Pesquisa quanto aos fins	38
3.2	Pesquisa quanto aos meios	39

3.3 Organização em estudo	40
3.4 Universo e amostra	40
3.5 Formas de coleta e análise de dados	41
3.6 Limitações da pesquisa.....	42
4 Resultados e Análises.....	43
4.1 Apresentação de um projeto de uma construção em madeira, conforme ABNT NBR 7190/1997	43
4.2 Benefícios de um detalhamento de projeto na sua execução	54
4.3 Abordagem das vantagens de se trabalhar com madeira	55
5 Considerações finais	58
Referências	59
Apêndice A – Projeto arquitetônico	67
Apêndice B – Projeto estrutural.....	68
Apêndice C – Projeto de cobertura	69

1 INTRODUÇÃO

Acompanhando a humanidade desde os seus primórdios, tem-se a construção civil, ou seja, toda e qualquer abrigo ou infraestrutura confeccionadas pelo ser humano. Dentre os inúmeros materiais utilizados neste setor, tem-se o concreto, o aço, a cerâmica, o asfalto e a madeira.

A madeira é considerada o mais antigo material de construção civil e um dos mais importantes, principalmente por ser um elemento natural. Quanto aos aspectos de aparência, conforto, execução da montagem e durabilidade é o melhor material que existe e, ainda, aproxima o homem da natureza, pelo seu visual rústico e aconchegante, quando se habita uma residência em madeira.

Assim como todo tipo de serviço, para se construir é necessário que haja um projeto. Dentro desta fase, uma das principais etapas é o detalhamento, onde se expõe todas as informações necessárias para executar um projeto, como medidas, materiais e seus tipos, suas propriedades, entre outros, com o intuito de facilitar e evitar erros.

No campo de construções em madeira, uma das normas que o rege é a Norma Brasileira (NBR) 7190 de 1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que trata de projeto de estruturas de madeira. De acordo com a norma, suas construções, parcial ou total, devem ser executadas obedecendo projetos feitos por profissionais habilitados legalmente.

Com o intuito de exemplificar e orientar futuros projetistas no setor, neste trabalho é apresentado um projeto de uma construção em madeira, baseando-se na norma citada. Depois, é elucidado os benefícios da etapa de detalhamento, destacando a sua importância na fase de execução. É dissertado, também, as vantagens de se construir com madeira, citando suas principais características.

1.1 Problema de pesquisa

Qual o benefício do detalhamento de projeto para a sua execução, tendo ênfase em edificações em madeira?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Desenvolver um projeto de uma edificação em madeira, apresentando seu detalhamento com o intuito de facilitar sua execução.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Apresentar um projeto de construção em madeira, conforme ABNT NBR 7190/1997;
- b) Elucidar os benefícios do detalhamento de projeto na sua execução;
- c) Abordar as vantagens de se trabalhar com madeira.

1.3 Justificativa

Um projeto varia de acordo não apenas com a concepção inicial, mas também com a experiência do projetista responsável. Quanto melhor um detalhamento de projeto, mais fácil se torna a sua execução. Partindo deste pressuposto, este trabalho enfatiza a importância desta fase para novos projetos no setor da Engenharia Civil, demonstrando o quão fundamental ela é, tanto para estudantes quanto para profissionais da área. Além disso, com o detalhamento feito de forma correta, leva-se segurança para aqueles que utilizarão o seu produto final, ou seja, a sociedade.

Já relacionado especificamente a construções em madeira, tem-se que este material é renovável e consome pouca energia para seu processamento, contribuindo na redução da emissão de gases que contribuem com o efeito estufa e, respectivamente, com o aquecimento global. Com isso, a sociedade é diretamente influenciada pelo seu uso, desde que seja feita de forma correta e regularizada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Materiais de Construção Civil

A partir dos estudos e aperfeiçoamentos das técnicas construtivas, as edificações têm se tornado mais complexas, sendo desenvolvidos diversos tipos de materiais que oferecem proteção e conforto ao ser humano. Alguns destes materiais são adotados como base para a construção civil, sendo eles o concreto, o aço, a cerâmica, o asfalto e a madeira.

2.1.1 Concreto

Para Mehta e Monteiro (1994), a facilidade de execução dos elementos estruturais, a grande variedade das suas proporções de formas e tamanhos, o custo e disponibilidade no canteiro de obra, são o que fazem o uso do concreto tão difundido. Ainda de acordo com os autores, é o material estrutural de maior uso na atualidade, mesmo não sendo tão tenaz e resistente quanto o aço, porém com excelente resistência à água.

Ao contrário da madeira e do aço comum, a capacidade do concreto de resistir à ação da água, sem deterioração séria, faz dele um material ideal para estruturas destinadas a controlar, estocar e transportar água (MEHTA; MONTEIRO, 1994). Os autores ainda enfatizam que uma das primeiras aplicações conhecidas deste material consistiu em aquedutos e muros de contenção de água, construídos pelos romanos.

2.1.2 Aço

O aço tem sido utilizado na construção com intuito de diminuir os desperdícios e aumentar a produtividade (RODRIGUES, 2006). O autor cita que a execução se dá

de forma mais rápida e utiliza-se menos mão de obra o que indiretamente diminui o custo da obra.

Rodrigues (2006) ainda diz que sua utilização era voltada aos grandes galpões, porém, o aço é utilizado também nas construções residenciais. Completando os dizeres, Albuquerque e Pinheiro (2002) aponta que o material tem proporcionado aos profissionais da construção civil eficientes soluções de alta qualidade.

2.1.3 Cerâmica

A cerâmica se faz presente na construção em dois aspectos: blocos cerâmicos e vedações cerâmicas.

Para Barbosa *et al.* (2011), o bloco cerâmico é utilizado como material de construção das mais diversas habitações, sendo o método de alvenaria mais antigo e mais utilizado. Os tijolos, como também são conhecidos, têm como matéria prima a argila, apresentando uma coloração avermelhada (BARBOSA *et al.*, 2011).

Semelhante aos blocos, tem-se as vedações cerâmicas que, baseado nos estudos de Sabbatini (1990), apresentam como principais funções a proteção das estruturas contra os agentes agressivos que causam a degradação precoce destas; auxílio as funções de isolamento acústico e térmico, de proteção contra o fogo e de estanqueidade de água; redução dos custos de manutenção e cumprimento das funções estéticas da edificação.

2.1.4 Asfalto

O asfalto está majoritariamente presente no planejamento urbano dos grandes centros populacionais e no desenvolvimento das vias que fazem a ligação de cidades, estados e países. Este material está se tornando cada vez mais importante e necessário.

Adam (1994) diz que os pavimentos asfálticos são obtidos pela associação de agregados e de materiais betuminosos através de penetração ocorrendo uma ou mais

aplicações do material. Pode-se ocorrer também por mistura, onde o agregado antes da compressão é pré-envolvido com o material asfáltico.

2.1.5 Madeira

Por fim, tem-se a madeira, produto das árvores que foi o primeiro material a ser utilizado no desenvolvimento de abrigos, sendo combinada com materiais que possibilitassem a união dos troncos para promover resistência (CORDEIRO JÚNIOR *et al.*, 2017). Para os autores, sua utilização na construção civil é de larga escala, estando presente desde a fundação até o segmento de acabamento e decoração.

A versatilidade da madeira fez com que houvesse necessidade de aperfeiçoamento de técnicas mais conscientes para sua aplicação. Para Mascarenhas (2008), apesar de não ter todo seu potencial utilizado como parte estrutural e vedação integrando a obra definitivamente, é o segundo material mais consumido na construção civil, ficando atrás apenas do aço.

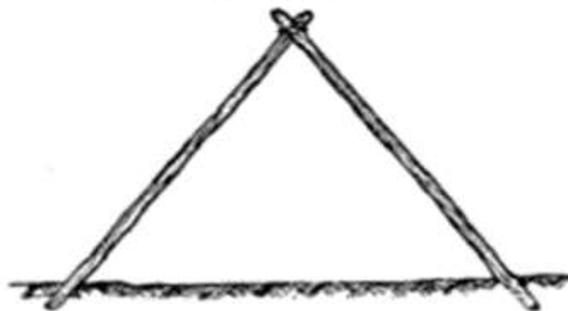
No tópico a seguir será apresentado um breve histórico da utilização das madeiras.

2.2 Contexto histórico da madeira

Desde o início da humanidade, a necessidade de abrigo fez com que o homem estivesse em constante busca por técnicas e aprimoramentos do uso de matérias primas disponíveis na natureza (COSTA, 2013). De acordo com o autor, a utilização da madeira é datada desde o período Neolítico (correspondente a 12000 a.C. e 4000 a.C.) levando em consideração a sua abundância e a facilidade de extração.

Acredita-se que, no início, era utilizada de forma simples e rudimentar como mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Representação de estruturas simples de madeira.



Fonte: COSTA (2013)

Como é representado na Figura 1, duas hastes eram cravadas no solo e ligadas nos vértices superiores por algum material fibroso vegetal. Ainda conforme o autor, com a evolução do homem primitivo, evoluiu-se também a forma de utilização e trabalho da madeira. Existe, na Europa, ruínas de povoados deste período, constituídas totalmente de madeira, que se davam pelo agrupamento dos troncos (COSTA, 2013). Essa técnica atualmente é chamada de *Loghomes* ou “casas de tronco”.

“Sabe-se que no ano 700 a.C. em Biskupin, na Polónia, existiu uma povoação constituída por casas de troncos. A partir do ano 1000 d.C., na Escandinávia, era frequente a construção de casas de troncos dispostos tanto na horizontal como na vertical” (COSTA, 2013, p.7).

De acordo com Souto *et al.* (2016), as edificações que antes supriam apenas a necessidade de proteção, começaram na Idade Média se tornar cada vez maiores e imponentes. Citando March Bloch, os autores afirmam que o homem medieval viveu sob o signo da madeira. Segundo o historiador, a imposição desta matéria prima dava-se além das questões estruturais, mas também na estética das construções (SOUTO *et al.*, 2016). Completando os dizeres, declaram que as edificações de madeira eram mais belas do que as de pedra.

“Muitas técnicas foram desenvolvidas neste período com o objetivo de utilizar melhor as características do material, como a resistência a tração e ao cisalhamento, culminando, no final da Idade Média com estruturas de 05 e até 06 pavimentos facilmente encontradas nos burgos” (SOUTO *et al.*, 2016).

Para Júnior *et al.* (2017), nas últimas décadas do século passado, a utilização da madeira na construção civil parecia estar estagnada, pois não se via mais evolução nas técnicas construtivas. Além disso, a chegada do aço permitia o desenvolvimento de perfis de variadas formas e dimensões, facilitando o atendimento a demanda cada

vez mais exigente de estruturas que atingissem grandes vãos e alturas de forma mais eficaz e segura (JÚNIOR *et al.*, 2017).

Com isso, a decadência da utilização deste material era perceptível nos países mais desenvolvidos, afirmam os autores. Entretanto, tem se percebido um grande esforço em trazer de volta a utilização da madeira como material principal das construções (JÚNIOR *et al.*, 2017). Além de ser uma matéria prima renovável, o reflorestamento controlado das espécies de árvores mais utilizadas permite que o meio ambiente não sofra severa devastação, influenciando também na redução de Dióxido de Carbono (CO₂) na atmosfera, completam os autores.

No tópico a seguir será mostrado as classificações das madeiras.

2.3 Classificação das madeiras

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) divide a classificação da madeira em duas: botânica e comercial (GONZAGA, 2006). O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) ainda apresenta uma terceira categoria: uso na construção civil (NAHUZ, 2013).

Nos tópicos a seguir serão expostas estas classificações.

2.3.1 Classificação botânica das madeiras

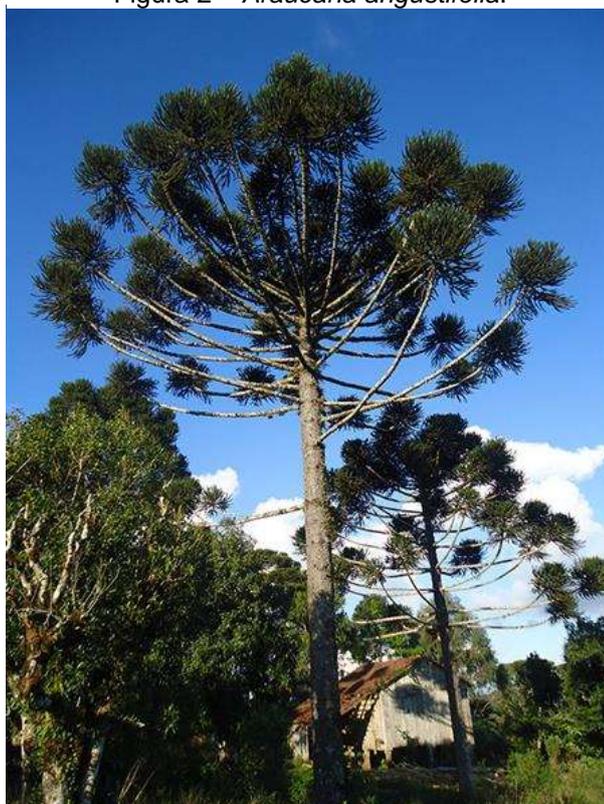
Botanicamente, as árvores são divididas em famílias, gêneros e espécies. Gonzaga (2006) e Szücs *et al.* (2015) citam que de acordo com o sistema filogenético de Engler para os vegetais, as árvores fazem parte da divisão das fanerógamas, plantas superiores de elevada complexidade anatômica e fisiológica. Esta ainda se subdivide em *gymnospermae* ou *gymnospermas*, nas quais apresentam sementes nuas, e *angiospermae* ou *angiospermas*, que as sementes se encontram nos vasos condutores, os frutos (GONZAGA, 2006; SZÜCS *et al.*, 2015).

2.3.1.1 Gimnospermas

As *gimnospermas* são subdivididas em quatro classes: *cycadopsida*, *coniferopsida*, *taxopsida* e a *chlamydospermae* (SZÜCS *et al.*, 2015). Destas, destaca-se as coníferas, que tem sementes com formato cônico e folhas (as acículas) semelhantes a escamas (GONZAGA, 2006).

As coníferas são conhecidas como madeiras moles (“*softwoods*”) e são majoritariamente encontradas no hemisfério norte, sendo uma das madeiras mais empregadas na construção civil (SZÜCS *et al.*, 2015). Já na América do Sul, pode-se ser destacado o pinus e a araucária. Na Figura 2 pode-se conferir um exemplo de uma conífera tipicamente brasileira.

Figura 2 – *Araucaria angustifolia*.



Fonte: BORTONCELLO (2019)

A *Araucaria angustifolia* (Figura 2) é encontrada majoritariamente nas regiões sul e sudeste do Brasil, condizendo com seu nome popular pinheiro-do-Paraná.

2.3.1.2 Angiospermas

Dominantes nas florestas brasileiras, as *angiospermas* é o grupo mais complexo, organizado e moderno das árvores (GONZAGA, 2006). Conhecidas no hemisfério norte como “*hardwoods*” (madeiras duras), são subdividas em duas grandes classes: monocotiledôneas e dicotiledôneas (SZÜCS *et al.*, 2015).

De acordo com Gonzaga (2006), as monocotiledôneas não produzem exatamente madeiras. Szücs *et al.* (2015) completa dizendo que nesta classe se encontram as palmas e as gramíneas.

“As palmeiras pertencem ao grupo das palmas e fornecem madeiras que não são duráveis, mas podem ser empregadas em estruturas temporárias como escoramentos e cimbramentos. No grupo das gramíneas destaca-se o bambu, que apresenta boa resistência mecânica e pequeno peso específico, e tem aplicação como material estrutural” (SZÜCS *et al.*, 2015, p.16).

A Figura 3 apresenta um dos principais exemplos da *angiosperma* monocotiledôneas: o bambu (*Bambusoideae*).

Figura 3 – *Bambusoideae*.



Fonte: BAMBU BATU (2019)

Além do bambu (Figura 3), madeira utilizada em algumas construções, pode-se citar como exemplos de monocotiledôneas o capim, a cana-de-açúcar, o milho, o arroz, o alho, a cebola, a banana, as bromélias, o coco e as palmeiras (SZÜCS *et al.*, 2015).

Já as dicotiledôneas, de acordo com Gonzaga (2006), têm como característica a perda das folhas no outono/inverno. O autor ainda cita que no Brasil, esta classe representa por quase a totalidade da produção madeireira.

Szücs *et al.* (2015) enfatiza que não são todas as espécies de dicotiledônea que produzem madeira, sendo as que produzem chamadas de folhosas. A Figura 4

mostra um exemplo de *angiosperma* dicotiledôneas utilizadas na construção civil: o mogno (*Swietenia macrophylla*).

Figura 4 – *Swietenia macrophylla*.



Fonte: GLOBAL TREES CAMPAIGN (2021)

Além do mogno (Figura 4), exemplifica-se como dicotiledôneas o feijão, o amendoim, a soja, o café, o abacateiro, a acerola, a cerejeira, o pau-brasil, o ipê, a peroba e o jatobá (SZÜCS *et al.*, 2015).

2.3.2 Classificação comercial das madeiras

De acordo com Gonzaga (2006), comercialmente as madeiras são classificadas em madeira de pinho, de lei, de qualidade dura e de qualidade mole.

As madeiras de pinho, segundo o autor, estão presentes no sul do continente, sendo representada pelo pinho-do-paraná, a principal espécie do grupo. Sua madeira é resistente e dura, com grande suporte à flexão, além de ser leve (GONZAGA, 2006). Ainda de acordo com o autor, ela faz parte do grupo das madeiras mais nobres do Brasil, merecendo assim um tratamento diferenciado.

A sua madeira é fácil de ser trabalhada, podendo ser utilizada ferramentas manuais ou máquinas (JANKOWSKY, 1990). O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1989) completa dizendo que o aplainamento, desdobramento e colagem são de fácil realização o que proporciona um bom acabamento da madeira de pinho-do-paraná.

As madeiras de lei, de acordo com Gonzaga (2006), apresentam grande resistência e durabilidade em relação as demais, apesar de terem o crescimento mais lento, por serem originadas das chamadas árvores nativas. O Pau-Brasil (*Paubrasilia echinata*), mostrado na Figura 5, é considerada a primeira madeira de lei e, ainda durante o período de Brasil Colônia, foram criadas leis de proteção para a utilização delas (GONZAGA, 2006).

Figura 5 – *Paubrasilia echinata*.



Fonte: CARDIM (2020); BORGES (2020).

O autor ainda destaca que a madeira da árvore que deu origem ao nome do país, apresentada na Figura 5, quando destinadas à estratégica construção naval, eram protegidas por lei, conhecidas como “ordenações do reino”, além de decretos dos governadores.

Devido ao seu autovalor, as madeiras de lei ficaram conhecidas também como madeiras nobres:

“Madeiras nobres são as de maior valor, seguidas, normalmente, pelas madeiras vermelhas e, por último, as brancas. Foras consideradas as fotos e características das espécies de maior ocorrência na Amazônia” (ALMEIDA *et al.*, 2010, p.122)

Por fim, existem as já apresentadas madeiras duras (*angiospermas*) e moles (*gimnospermas*). Gonzaga (2006, p.41) cita que esta “generalização, muito pouco técnica, tornou-se necessária para separa as madeiras cujas qualidades, aspecto ou resistência não as habilitavam a usos mais importantes ou nobres”. Ainda de acordo

com o autor, a nomenclatura era utilizada pelos carpinteiros navais e, pela sua simplicidade e praticidade, ainda se utiliza em diálogos entre carpinteiros, engenheiros e arquitetos, nas obras e oficinas.

2.3.3 Classificação das madeiras na construção civil

Zenid (2009, p. 20) cita que na construção civil

“a madeira é utilizada de diversas formas em usos temporários, como: fôrmas para concreto, andaimes e escoramentos. De forma definitiva, é utilizada nas estruturas de cobertura, nas esquadrias (portas e janelas), nos forros e nos pisos” (ZENID, 2009, p.20).

Já Nahuz (2013) classifica as madeiras de acordo com seu uso na construção civil, considerando desempenho, dimensões, formas, entre outros requisitos. Para o autor, as divisões são: construção civil pesada, construção civil leve e assoalho.

O grupo da construção civil pesada é dividido em estruturas internas e externas (NAHUZ, 2013; ZENID, 2009). De acordo com os autores, externamente as madeiras são utilizadas em estruturas pesadas como dormentes ferroviários, escoras, estacas, obras imersas, pontes, postes, torres e vigamentos. Já internamente, são usufruídas em caibros, colunas, pranchas, tábuas, tesouras, treliças e vigas (NAHUZ, 2013; ZENID, 2009).

Já o grupo da construção civil leve, Nahuz (2013) e Zenid (2009) divide-se em: externa e uso temporário e interna. Esta ainda se subdivide em decorativa, estrutural, esquadrias e utilidades gerais.

De acordo com os autores, em estruturas externas e temporárias são empregadas em andaimes, caibros, caixilhos, escoramento, fôrmas para concreto, guarnições, ripas, sarrafos, moirões, pontaletes, tábuas e vigas. Em decorações são utilizadas em forros, guarnições, molduras, lambris, painéis, perfilados, rodapés, sarrafos e tábuas. Já estruturalmente, as madeiras podem ser usufruídas em alçapões, caibros, ripas, sarrafos e vigas. Em esquadrias são usadas em batentes, caixilhos, folha de portas, janelas, portas, sarrafos e venezianas. Outras utilidades das madeiras em construções leves são em cordões, arremates, corrimãos, além das anteriormente citadas quando não decorativas (NAHUZ, 2013; ZENID, 2009).

Por fim, relativo ao grupo do assoalho, as madeiras são utilizadas em blocos, estrados, parquetes, tábuas, tacos e tacões (NAHUZ, 2013; ZENID, 2009).

No Quadro 1 serão apresentadas as madeiras utilizadas na construção civil, dividindo-as nas categorias anteriormente apresentadas.

Quadro 1 – Madeiras utilizadas na construção civil por finalidade.

Espécie/ nome popular	Nome botânico/ científico	Pesada		Leve				Uso temporário	Assoalho
		Externa	Interna	Externa	Interna				
					Decorativa	Estrutural	Esquadrias		
Angelim-amargoso	<i>Vatairea sp</i>	✓	✓			✓			✓
Angelim-pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i>		✓	✓	✓	✓	✓		✓
Angelim-vermelho	<i>Dizinia excelsa</i>					✓	✓	✓	✓
Angico-preto	<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	✓							
Cedrorana	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	✓	✓	✓	✓		✓		✓
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>	✓	✓	✓		✓			
Curupixá	<i>Micropholis venulosa</i>				✓	✓	✓		✓
Garapa	<i>Apuleia leiocarpa</i>	✓	✓	✓	✓		✓		✓
Jatobá	<i>Hymenaea spp</i>	✓	✓	✓	✓		✓		✓
Mandioqueira	<i>Ruizterania albiflora</i>					✓		✓	✓
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i>		✓	✓	✓		✓		✓
Oiticica-amarela	<i>Clarisia racemosa</i>				✓	✓	✓		✓
Pau-roxo	<i>Peltogyne spp</i>	✓	✓	✓	✓		✓		✓
Peroba-rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>		✓						
Pinho-do-paraná	<i>Araucaria angustifolia</i>			✓	✓	✓	✓	✓	
Piquiarana	<i>Caryocar glabrum</i>	✓	✓						
Quaruba	<i>Vochysia spp</i>			✓		✓		✓	✓
Tachi	<i>Tachigali myrmecophilla</i>					✓		✓	
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>	✓	✓		✓		✓		✓
Tuari	<i>Couratari spp</i>					✓	✓	✓	
Tuari-vermelho	<i>Cariniana micrantha</i>			✓		✓		✓	
Uxi	<i>Endopleura uchi</i>	✓	✓						

Fonte: Nahuz (2013); Zenid (2009), adaptado

Destaca-se então, a partir do Quadro 1 apresentado, a madeira de cumaru, presentes nos três grupos da construção civil. Zenid (2009) destaca que o pinho-do-paraná foi a mais utilizada, durante décadas, em estruturas tanto externas quanto internas, porém, atualmente apenas são utilizadas em esquadrias. Devido à sua exploração excessiva, ela é bastante escassa (GONZAGA, 2006).

2.3.4 Madeira de reflorestamento

Brito (2010, p.73) diz que “o uso da madeira de reflorestamento foi empregado para suprir as variadas necessidades de utilização da madeira e também visando à preservação de florestas nativas”. De acordo com Zenid (2009), estas madeiras provêm majoritariamente de pinus e do eucalipto, implantados nas regiões sul e sudeste do Brasil. Estas árvores não são originárias do Brasil; pinus é do hemisfério norte e o eucalipto da Austrália (GONZAGA, 2006). As figuras 6 e 7 mostram as duas árvores citadas anteriormente.

Figura 6 – *Pinus taeda*.



Fonte: DA SILVA (2021b)

Figura 7 – *Eucalyptus grandis*.



Fonte: DA SILVA (2021a)

Gonzaga (2006) destaca que, naturalmente, o eucalipto (Figura 7) tem a propriedade de se contorcer, empenando totalmente, e o pinus (Figura 6) é vulnerável a fungos e insetos, além de ter baixa resistência. Ainda de acordo com o autor, para conter estes problemas, passou-se a aplicar preservantes a base de água ou óleo, o que permitiu a maior utilização na construção civil, assim como outras áreas.

De acordo com Brito (2010) o pinus tratado “é utilizado em construções como residências, pontes, barreiras de som e silos” (BRITO, 2010, p.75). Já a madeira de eucalipto tratada

“tem grande potencial para uso em construções rurais, urbanas e industriais tais como: mangueiros, currais, estacas de fundações, estruturas de contenções de terra, passarelas, pontes, quiosques, galpões rurais e industriais, edificações residenciais, estabelecimentos comerciais, hotelarias, igrejas, instituições de ensino, sedes de parques ecológicos e ambientais, parques turísticos e com brinquedos infantis, estruturas de locais de eventos, coberturas especiais, estruturas de arquibancadas, torres de observação, defensas de rodovias, barreiras acústicas, entre outros” (BRITO, 2010, p.74).

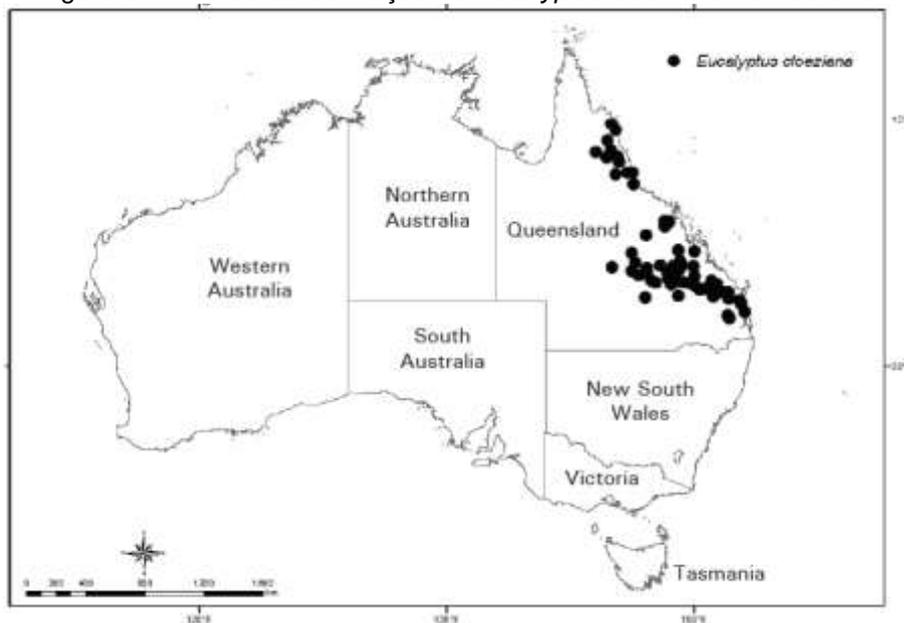
Zenid (2009) complementa dizendo que estas madeiras têm provocado a substituição do pinho-do-paraná e da peroba-rosa, madeiras que anteriormente eram utilizadas no setor da construção civil. Isto se deve as suas inúmeras vantagens apresentadas como resistência, baixo peso, baixo consumo energético para processamento, disponibilidade e fácil manuseio.

O tópico será apresentado o *Eucalyptus cloeziana*, cujo madeira fora utilizada no projeto apresentado neste trabalho.

2.3.4.1 *Eucalyptus cloeziana*

A espécie *Eucalyptus cloeziana*, popularmente conhecida como eucalipto sucupira, é originária da região nordeste da Austrália, mais especificamente o estado de Queensland (REIS *et al.*, 2017). Como é possível ser conferido na Figura 8, é mais concentrada no distrito de Gympie, onde também são encontradas as madeiras com melhor desempenho e desenvolvimento, atingindo alturas de até 55 metros e diâmetros de 2 metros (MOURA, 2013).

Figura 8 – Área de concentração do *Eucalyptus cloeziana* na Austrália.



Fonte: REIS *et al.* (2017)

De acordo com Reis *et al.* (2017, p.12) o *E. cloeziana* é majoritariamente encontrado “em solos bem drenados, ácidos e com fertilidade que varia de baixa à moderada”, característica da região mostrada na Figura 8. Entretanto, de acordo com

o autor, também tem ocorrência sobre arenitos grosseiros, em solos metassedimentados ou argilosos de origem vulcânica, assim como em solos úmidos de vales e sopés de elevações montanhosas.

Reis *et al.* (2017) descreve que a casca da espécie (mostrada na Figura 9) é escamosa, sulcada e de coloração vermelho-escura.

Figura 9 – *Eucalyptus cloeziana*.



Fonte: REIS *et al.* (2017)

O autor ainda complementa dizendo que a ramagem é longa e tortuosa, de copa alongada e densa, com folhas alternas de forma lanceolado-falcada, de cor verde-escura. Moura (2003) descreve que a madeira desta espécie tem coloração castanho-amarelada, como pode ser visto na Figura 10, sendo forte, dura e extremamente durável.

Figura 10 – Detalhes de toras de *Eucalyptus cloeziana*.



Fonte: REIS *et al.* (2017)

De acordo com Reis *et al.* (2017), as camadas de crescimento da madeira de eucalipto sucupira (Figura 10) são distintas, a grã é reversa e a textura é média. Ainda contém linhas vasculares pouco destacadas e ausência do brilho (REIS *et al.*, 2017).

No Brasil, de acordo com Moura (2003), a espécie foi introduzida na década de 1970 e, devido ao seu crescimento rápido de em média 30 metros cúbicos ao ano, fuste reto e cilíndrico, foi bastante utilizada na produção de postes de eletrificação rural. Reis *et al.* (2017) cita outro uso do *Eucalyptus cloeziana*: construção civil.

“Em razão da forma retilínea do fuste, a sua madeira é muito utilizada em telhados com estrutura à vista, devido à beleza da madeira. É também utilizada na produção de caibros, vigas e tesouras. A possibilidade de produção de peças de madeira com menor diâmetro viabiliza o uso da madeira proveniente de desbastes seletivos e, em alguns casos, da condução de brotações” (REIS *et al.*, 2017, p.15).

O autor ainda adiciona que sua madeira pode ser utilizada na indústria moveleira como janelas, molduras, painéis, pisos e portas; na fabricação de compensados, aglomerados e chapas tipo Oriented Strand Board (OSB), e carvão. Porém, para a produção desta, não é muito viável, pois contém baixa granulometria, criando problemas técnicos nos altos fornos, é muito friável e quebradiço, impedindo também o possível uso nos processos de carbonização e fabricação de ferro gusa (REIS *et al.*, 2017).

2.4 Sistemas estruturais e construtivos de edificações

Com foco no uso de madeira, neste tópico serão apresentadas algumas das estruturas utilizadas na construção civil.

No Brasil, edificações completas de madeira são incipientes. Brito (2010) *apud* Moura (1992) afirma que no país, as construções de madeira fazem parte de dois extremos: habitações de baixa renda que contém restos de madeira e madeiras de características pobres; e habitações luxuosas, como em casas de veraneio de campo ou praia. Brito (2010) ainda completa que as madeiras roliças, como são chamadas, são mais utilizadas apenas em vigas, colunas, pilares, pórticos, painéis e coberturas e treliças.

2.4.1 Viga-coluna/Pórtico

De acordo com Brito (2010), o sistema estrutural viga-coluna contém dois elementos estruturais lineares (barras), ou seja, são peças com comprimento maior que as dimensões da seção transversal. Ambas podem estar apoiadas em dois ou mais pontos, sendo diferenciadas pela sua posição e tipo de forças solicitadas: as vigas, elemento estrutural posicionado horizontalmente, são solicitadas por momento fletor e força cortante; já as colunas, posicionado verticalmente, é predominantemente solicitado por compressão, porém também pode estar solicitado por momento fletor e força cortante (BRITO, 2010).

Mello (2007, p.103) completa dizendo que estas peças “funcionam como pórticos, ou seja, [...] são armadas em uma direção e travadas na outra direção através de estruturas secundárias de pisos e coberturas”. Ainda de acordo com o autor, sua execução é fácil, além do sistema ser flexível por permitir que uma edificação contenha diferentes materiais, como é possível ver na Figura 11.

Figura 11 – Edificação com sistema pilar-viga de madeira.



Fonte: MELLO (2007)

A Figura 11 apresenta uma edificação com sistema pilar-viga de madeira e vedação de alvenaria. Mello (2007) ainda destaca as vantagens da estrutura de madeira por permitir composições com diferentes materiais, podendo até mesmo adequar-se à isolamento térmico e acústico.

Outro sistema de viga-pilar citado por Brito (2010) são as grelhas, que são pórticos com vigas secundárias, que transferem as cargas verticais para as vigas principais e, conseqüentemente, para as colunas. O autor ainda enfatiza

“Os pórticos formados por peças roliças de madeira podem ser maciços, treliçadas ou mistos. São compostos por vigas e colunas, cujas ligações entre estes elementos estruturais podem ser engastados rigidamente ou não. Pode-se dizer que, neste tipo de estrutura, com a atuação das cargas verticais, tanto as vigas como as colunas encontram-se submetidos à flexão e à compressão. Este sistema estrutural é ideal para dimensionamento de estruturas de edificações de múltiplos pavimentos” (BRITO, 2010, p.137)

A Figura 12 apresenta os principais sistemas estruturais de pórticos, usuais em projetos e construções com peças roliças de madeira.

Figura 12 – Principais sistemas estruturais de pórticos.



Fonte: BRITO (2010)

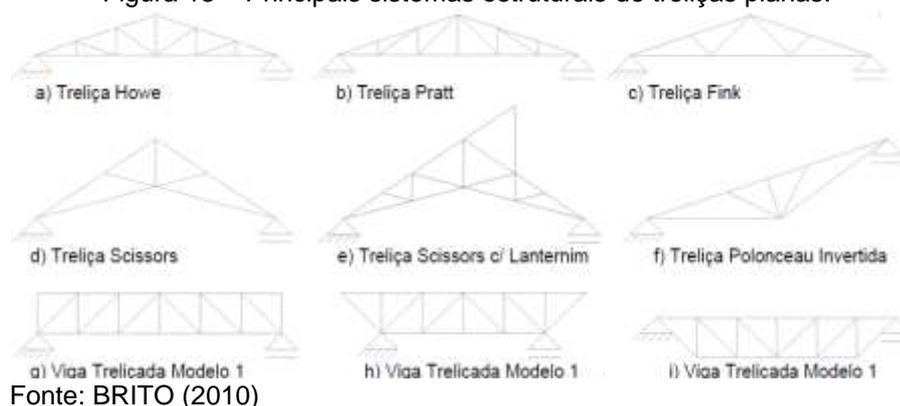
O autor ainda diz que o uso de mão francesa ou treliças em estruturas de pórticos (estruturas de g até l na Figura 12) tem a vantagem de possibilitar edifícios de múltiplos pavimentos, além de melhorar a rigidez nos planos verticais e horizontais. “Isto resulta em uma construção compacta, com boa capacidade resistente a terremotos, muito utilizado em regiões particularmente expostas a abalos sísmicos” completa Brito (2010) citando Habitationse (2007).

Por fim, o autor apresenta que os pórticos com peças de madeira podem ser utilizados em galpões, mezaninos, varandas, coberturas em áreas externas e pergolados.

2.4.2 Treliças

Em estruturas de coberturas, geralmente são empregadas treliças. No Brasil, de acordo com Paludo e Pinheiro (2016), são empregadas treliças tipo Howe. Os tipos de treliças podem ser vistos na Figura 13.

Figura 13 – Principais sistemas estruturais de treliças planas.



Os autores completam dizendo que estas estruturas, mostradas na Figura 13, possuem a função de sustentar telhas e seus vigamentos de apoio.

“Os principais elementos que compõe a treliça são: banzo superior e inferior, montantes e diagonais. São formadas por barras retas (trecho entre nós) e os nós (pontos de interseção das barras)” (PALUDO; PINHEIRO, 2016).

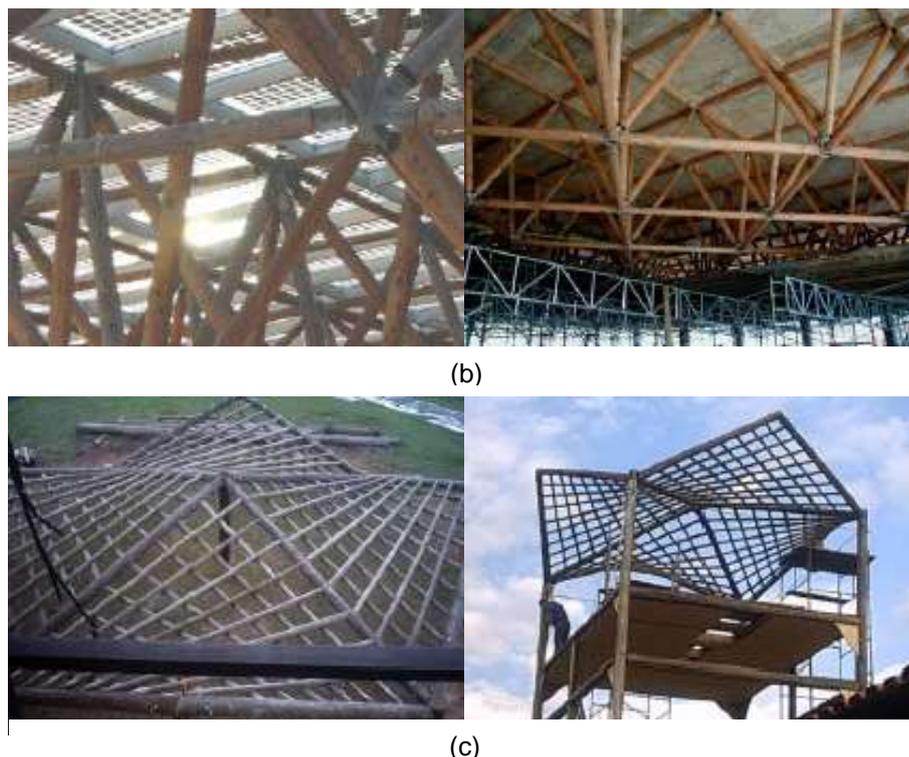
Em uma cobertura, ainda se tem as terças, que são apoiadas sobre duas tesouras ou pontaletes, recebendo as cargas diretas das telhas.

Outros tipos de estruturas trelaçadas utilizadas em coberturas são apresentadas na Figura 14.

Figura 14 – Exemplos de treliças.



(a)



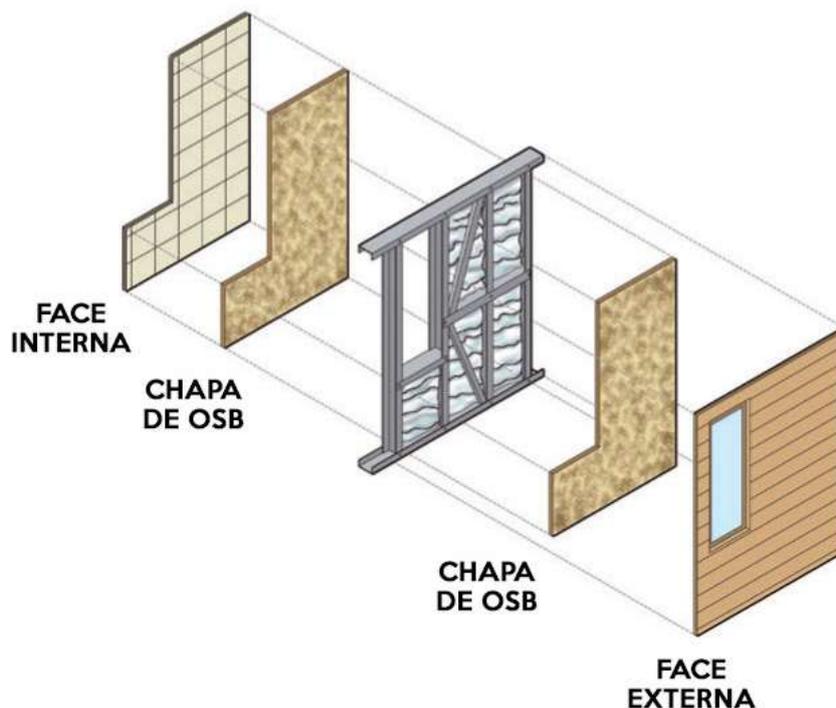
Fonte: BRITO (2010)

Como apresentado na Figura 14, as treliças planas atirantadas (a) são utilizadas majoritariamente em igrejas; as treliças espaciais/tridimensionais (b) são utilizadas em construções de galpões de grandes vãos e as coberturas paraboloide hiperbólica (c) são comumente utilizadas em torre de silos (BRITO, 2010).

2.4.3 Wood frame

De acordo com o American Wood Council (Conselho Americano de Madeira) (2006), *wood frame* (WF) é um método predominante de construção de casas e apartamentos nos Estados Unidos, além do sistema estar sendo empregado cada vez mais em edificações comerciais e industriais. Calil Junior e Molina (2010) exemplificam a técnica como um sistema de construção industrializado constituído de perfis de madeira reflorestada e tratada que formam painéis, como mostra Figura 15.

Figura 15 – Estrutura de parede em *wood frame*.



Fonte: RODRIGUES (2016)

Explicando a Figura 15, Rodrigues (2020) *apud* Sacco e Stamato (2006) diz

“O sistema WF possui uma repetição de elementos que exercem a mesma função, mas existe uma distribuição de esforços caso algum venha a falhar. O dimensionamento destas estruturas considera que as paredes e pisos possuem o comportamento de uma placa, adquirindo a carga tanto no seu plano, quanto perpendicularmente a esse. Os painéis que compõem o piso são os receptores da carga de peso próprio, as vigas I são apoiadas nas paredes que possuem os montantes, e assim descarregam os esforços no pavimento inferior ou fundações” (RODRIGUES, 2020 *apud* SACCO; STAMATO, 2008, p.13).

Coinaski e Siqueira (2016), por sua vez, questiona a baixa dissipação do *wood frame* no país. Segundo os autores, no Brasil ainda se utiliza os métodos construtivos convencionais na maior parte das edificações, enquanto em países desenvolvidos é amplamente empregado.

Segundo Cardoso (2015), através de uma ação feita em 2011 por um grupo de engenheiros e empresários interessados no setor madeireiro, o material teve seu primeiro documento técnico com aprovação do Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT) com o título de “Diretriz nº 005: Sistemas construtivos estruturados em peças de madeira maciça serrada, com fechamento em chapas delgadas – Sistemas leves tipo Light Wood Framing”. A diretriz traz critérios de desempenho e métodos de avaliação deste sistema no Brasil.

Este sistema, para Allen e Thallon (2011), traz a possibilidade de grande flexibilidade construtiva, como exibido na Figura 16.

Figura 16 – Exemplo de utilização em *wood frame*.



Fonte: QUIZA (2013)

A Figura 16 exemplifica os dizeres dos autores, mostrando a utilização do *wood frame* em uma edificação retangular, em suas paredes e cobertura. Apesar de parecer complexo, as construções são realizadas com rapidez e com baixo investimento em ferramentas (ALLEN; THALLON, 2011).

Os autores ainda exemplificam algumas deficiências deste sistema construtivo, como a sujeição, a deterioração através da ação de microrganismos, a variação de suas dimensões devido as mudanças climáticas e umidade, e ainda a sua baixa resistência ao fogo. Tais problemas, entretanto, podem ser resolvidos através de um planejamento adequado que vise meios de contorná-los.

2.4.4 Drywall

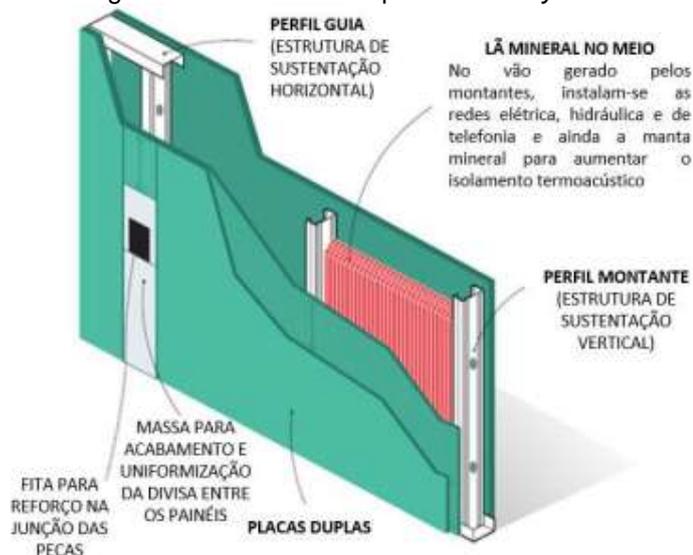
Junior (2008) define *drywall* como um método construtivo na qual não se tem como insumo durante sua execução a água. É um sistema pré-fabricado utilizado em

interiores, forros, revestimentos e paredes não estruturais de edificações, podendo esses serem ambientes secos ou úmidos (JUNIOR, 2008).

Ainda de acordo com o autor, a execução deste material numa edificação, se inicia muito antes da chegada do material no canteiro de obras. É necessário que haja um planejamento prévio definido por parâmetros importantes como a existência de isolamento termoacústico e resistência ao fogo.

A Figura 17 mostra o esquema estrutural de um *drywall* e a Figura 18, em seguida, exemplifica a montagem de uma parede com o material.

Figura 17 – Estrutura de parede em *drywall*.



Fonte: DINIZ *et al.* (2014)

Figura 18 – Exemplo de montagem de uma parede com *drywall*.



Fonte: SAMURAY (2020)

Compatibilizando com os dizeres das figuras 17 e 18, o Manual de Projeto de Sistemas de Drywall de 2006 define a técnica como “utilização de chapas de gesso aparafusadas nas estruturas nos perfis de aço galvanizado na substituição das

paredes convencionais”. A fabricação do gesso carbonatado se dá através de máquinas onde ocorre a mistura do gesso com água e aditivos (COSTA *et al.*, 2014).

Para Junior (2008), as vantagens do uso deste material vão além da viabilidade financeira, mas também benefícios físicos em função de ser uma forma racionalizada de construção, onde as tarefas são realizadas apenas uma vez tendo o mínimo de retrabalho e ainda atende com facilidade as normas. A Figura 7 mostra um exemplo de montagem de uma parede *drywall*.

Segundo Filho (2009), a primeira fábrica de *Drywall* no Brasil data de 1970. Entretanto, sua difusão pelo país ocorreu apenas em meados de 1990, sendo atualmente um grande aliado na construção civil devido a sua versatilidade.

Tagliaboa (2011) diz que a presença de grandes fabricantes dos componentes no país, fez com que estes passassem e ter sua produção em larga escala. Com isso, tem-se a queda no custo aliada à complementação do sistema com a produção de acessórios especiais. Para o autor, a conjunção dos aspectos econômicos com as demais vantagens oferecidas pelo material, o mercado vendo se mostrando em expressivo crescimento, estando com larga escala de difusão no mercado interno.

2.5 Fases de um projeto e detalhamento de projetos

O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), por meio da Resolução nº 361, de 10 de dezembro de 1991, define projeto como

“o conjunto de elementos que define a obra, o serviço ou o complexo de obras e serviços que compõem o empreendimento, de tal modo que suas características básicas e desempenho almejado estejam perfeitamente definidos, possibilitando a estimativa de seu custo e prazo de execução” (CONFEA, 1991, p.1).

De acordo com Campos (2011), em um projeto, seja ele de qualquer área, existem quatro fases. São elas: a concepção do produto, a definição do produto, identificação e solução de interfaces do projeto e o detalhamento.

No primeiro, concepção do produto, é feito um estudo preliminar, na qual levanta-se conjunto de informações jurídicas, legais, programáticas e técnicas com dados analíticos e gráficos; determina-se as restrições e possibilidades e caracteriza-se as possíveis soluções do projeto (CAMPOS, 2011). Seguindo as definições do

autor, o anteprojeto, também conhecido como definição do produto, é a fase onde desenvolve-se os elementos do projeto, define-se as informações necessárias verificando sua viabilidade física, legal e econômica. Segue-se então para a fase do projeto básico, que é a de identificação e solução de interfaces do projeto, na qual desenha-se um escopo do projeto, permitindo uma avaliação preliminar dos custos, métodos construtivos e prazos de execução (CAMPOS, 2011). Por fim, chega-se a fase foco deste trabalho: detalhamento de projetos.

“O homem se comunica por vários meios, onde os mais comuns são a fala, a escrita e o desenho” citam Avila *et al.* (2015). Seguindo esta frase, este estágio do projeto procede-se com a execução do detalhamento de todos seus elementos, mostrando os detalhes necessários para a produção do sistema (CAMPOS, 2011). Ainda de acordo com o autor, gera-se um conjunto de informações para a perfeita caracterização dos serviços, resultando em um conjunto de informações técnicas claras e objetivas sobre todos os elementos, sistemas e componentes do projeto.

Avita *et al.* (2015, p.74), enfatizando a importância do detalhamento, citam que “os desenhos podem transmitir todas as ideias de forma e dimensão de uma peça, tanto quanto informações de material, acabamento, tolerância e demais”, diferente da palavra, que dificilmente transmite uma ideia de forma precisa ou morfológica, e da fotografia, que não estabelece detalhes. Complementando, os autores citam que o desenho técnico possui uma classificação que abrange:

- a) Esboço: desenho, em geral a mão livre, sendo uma representação rápida de uma ideia, não respondendo à uma norma padrão;
- b) Desenho preliminar: desenho empregado durante a concretização do projeto como um todo, sendo passível de modificações;
- c) Desenho definitivo: desenho que corresponde à solução final do projeto, ou seja, é o desenho de execução;
- d) Detalhe (ou desenho de produção): desenho de componente isolado ou de uma parte de um todo, geralmente utilizado para sua fabricação;
- e) Desenho de conjunto (montagem): desenho mostrando vários componentes que se associam para formar um todo, geralmente utilizado para montagens;
- f) Desenho de subconjunto: desenho de detalhamento de um conjunto de peças com funcionamento específico dentro de um conjunto maior.

É válido adicionar que a norma brasileira (NBR) que rege o projeto e detalhamento de estruturas de madeira é a NBR 7190 de 1997 (Projeto de estruturas de madeira) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

3 METODOLOGIA

Um estudo científico tem como princípio um conjunto de procedimentos sistematizados que se baseia no raciocínio lógico e métodos científicos com finalidade de solucionar ou descrever algum problema de interesse. A pesquisa é importante na construção e apreensão do conhecimento pois, através dela, o pesquisador compreende variáveis envolvidas na solução de um determinado problema. “Pesquisar significa, de forma bem simples, procurar respostas para indagações propostas” (MORESI, 2003, p.8). Para tanto, é preciso classificá-las de acordo com o método que será utilizado para se desenvolver a pesquisa, não podendo ser escolhidas aleatoriamente. Com isso, nos tópicos a seguir serão definidos os tipos de pesquisa existentes, os que foram utilizados para a produção deste trabalho, assim como apresentados o objeto de estudo e forma de coleta e análise dos dados.

3.1 Pesquisa quanto aos fins

De acordo com Gil (2008), as pesquisas podem ser classificadas, em relação aos fins, em exploratória, descritiva e explicativa.

Nas pesquisas exploratórias, há um envolvimento maior com o problema, podendo se desenvolver por levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas experientes no problema pesquisado (GIL, 2008). O autor ainda diz que normalmente, quando adotado este método, o trabalho assume a forma de estudo de caso.

Já as pesquisas descritivas, de acordo com Gil (2008, p.28), “têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”. Neste caso podem ser utilizadas técnicas padrões de coleta de dados como questionários e observação sistemática (GIL, 2008).

Por sua vez, ainda seguindo o autor, as pesquisas explicativas identificam as causas que determinam ou contribuem para ocorrência dos fenômenos. Gil (2008, p.28) cita que este tipo de estudo é mais complexo que os outros, por haver um alto

nível de risco, e que é o “tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas”.

Nesse sentido, o presente trabalho recorre a pesquisa explicativa, objetivando a demonstração das vantagens de um detalhamento de projeto para o processo construtivo de uma edificação em madeira, assim como os benefícios deste tipo de construção.

3.2 Pesquisa quanto aos meios

Quanto aos meios, de acordo com Vergara (2007) e Moresi (2003), os tipos de pesquisas podem ser definidos como de campo, de caso, laboratorial, documental, bibliográfica, experimental e pesquisa-ação. Segue-se as definições:

- a) Estudo de campo: baseia-se na experiência e é realizada no local que ocorreu o fenômeno, podendo dispor de elementos para explicá-lo. Pode incluir pesquisas, aplicação de questionários, testes e observação participante ou não;
- b) Estudo de caso: tem caráter de detalhamento e é delimitado a amostras, ou seja, poucas unidades. Estas podem ser um objeto, uma pessoa, uma família, um produto, uma empresa, um órgão público, uma comunidade ou mesmo um país.
- c) Pesquisa laboratorial: é realizada em um local determinado e limitado, normalmente quando não é possível realizá-la em campo;
- d) Pesquisa documental: produzida por meio de análises de documentos de qualquer natureza, provenientes de órgãos públicos, privados ou de pessoas, podendo ser registros, anais, regulamentos, circulares, ofícios, memorandos, balancetes, filmes, microfilmes, fotografias, diários, cartas pessoais, entre outros;
- e) Pesquisa bibliográfica: estudo sistematizado baseado em materiais publicados que fornecem instrumental analítico para qualquer outro tipo de pesquisa. Estas bibliografias podem ser livros, revistas, jornais e redes eletrônicas, ou seja, materiais acessíveis a qualquer público;

- f) Pesquisa experimental: investigação empírica onde se manipula e controla as variáveis, observando seus resultados e produzindo novos objetos de estudo;
- g) Pesquisa-ação: pesquisa intervencionista que propõe intervenção participativa na realidade social.

Este trabalho foi produzido com base na norma ABNT NBR 7190 de 1997 – Projeto de estruturas de madeira – relacionando-a com o detalhamento de projetos e os benefícios de sua execução. Com isso, sintetizando os dizeres dos autores citados, este estudo é documental, já que é fundamentado em uma norma, ou seja, documento oficial.

3.3 Organização em estudo

Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta um detalhamento de um projeto executivo empírico realizado pelo autor, embasado na ABNT NBR 7190:1997 - Projeto de estruturas de madeira. A partir desse, como demanda a norma, é apresentado um memorial justificativo, desenhos, detalhamentos dos materiais a serem empregados e, quando há particularidades do projeto que interfiram na construção, por plano de execução, empregam-se os símbolos gráficos especificados pela ABNT NBR 7808:1983 – Símbolos gráficos para projetos de estruturas.

Após isto, é elucidado os benefícios da realização de um detalhamento de projetos e, ao fim, abordado as vantagens de se construir com madeira.

3.4 Universo e amostra

De modo geral, as pesquisas abordam um universo e uma amostra. Marconi e Lakatos (2003) e Silvia e Menezes (2001) definem universo de pesquisa um determinado grupo com características comuns, uma população.

Já amostras entende-se como uma parte da população ou universo pesquisado, definidas após análise destas, podendo ser caracterizadas de forma aleatória simples, estratificada, por conglomerados, por acessibilidade e por tipicidade

(MARCONI; LAKATOS (2003), SILVIA; MENEZES (2001). Para os autores, as amostras podem ser classificadas em probabilísticas e não-probabilísticas. Tendo como base Stevenson (1986), as definições dessas classificações são:

- a) Probabilísticas: segue-se leis estatísticas, permitindo a expressão da probabilidade matemática, ou seja, encontrar na amostra as características da população;
- b) Não-probabilísticas: depende de critério e julgamento estabelecido pelo pesquisador para a produção de uma amostra fiel.

A partir das definições, neste trabalho se coloca como universo as documentações pertinentes sobre o processo de projeto e construção em madeira. Já relativo as amostras, este estudo se baseia no tipo não-probabilístico, por se envolver materiais relativos à madeira, seguindo as normas estabelecidas para o tema, sem análise de dados matemáticos.

3.5 Formas de coleta e análise de dados

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009, p.58) “a coleta de dados compreende o conjunto de operações por meio das quais o modelo de análise é confrontado aos dados coletados”. Os dados coletados podem ser provenientes de seis fontes: artefatos físicos, documentação, entrevistas, registro em arquivo, observação direta ou participante (YIN, 2010).

Para evitar que as informações obtidas estejam livres de erros, tanto introduzidos pelos pesquisadores quanto por outras pessoas e fontes estudadas, se faz necessário a rigorosa supervisão desses dados (GIL, 2008). De acordo com o autor, o processo de análise dos dados envolve diversos procedimentos: codificação das respostas, tabulação dos dados e cálculos estatísticos. Após ou juntamente com a análise, pode ocorrer também, a interpretação dos dados, que consiste, fundamentalmente, em estabelecer a ligação entre os resultados obtidos com outros já conhecidos, quer sejam derivados de teorias, quer sejam de estudos realizados anteriormente (GIL, 2008).

Com base no apresentado, este trabalho se dá por meio de documentação, principalmente a norma ABNT NBR 7190 de 1997 – Projeto de estruturas de madeira,

anexos científicos relacionados ao tema e experiência da área de projetos de madeira por parte do autor. Para a realização dos desenhos técnicos, assim como sua apresentação e detalhamento, foi utilizado o software AutoCAD, da Autodesk, Inc., que existe desde 1982 e é considerado um dos principais programas para a Engenharia Civil.

3.6 Limitações da pesquisa

Os projetos variam de acordo com a necessidade de quem o precisa/o contrata, logo se faz necessário que o projetista tenha experiência em projeto e execução de obras de madeira. Esta, portanto, é uma das limitações, pois quando não há experiência como material, torna-se difícil trabalhar com ele de forma correta e dentro das normas.

Por ser um material rústico e bruto, apesar do tratamento, torna-se um pouco difícil conseguir peças em madeira roliça de reflorestamento com medidas exatas, dificultando a padronização do projeto. Entretanto, este limitador não é tão expressivo mediante sua confecção, pois se torna um diferencial no design único e exclusivo a cada obra.

Outra limitação, que transcorre não apenas no setor de madeira, são o caso de as normas serem desatualizadas ou antigas, mesmo com a evolução dos materiais e dos sistemas utilizados para os projetos e desenhos. Referencia-se como exemplo, as três normas citadas neste trabalho: NBR 7190 de 1997 (Projeto de estruturas de madeira), NBR 10067 de 1995 (Princípios gerais de representação em desenho técnico – Procedimento) e a NBR 7808 de 1983 (Símbolos gráficos para projetos de estruturas).

4 RESULTADOS E ANÁLISES

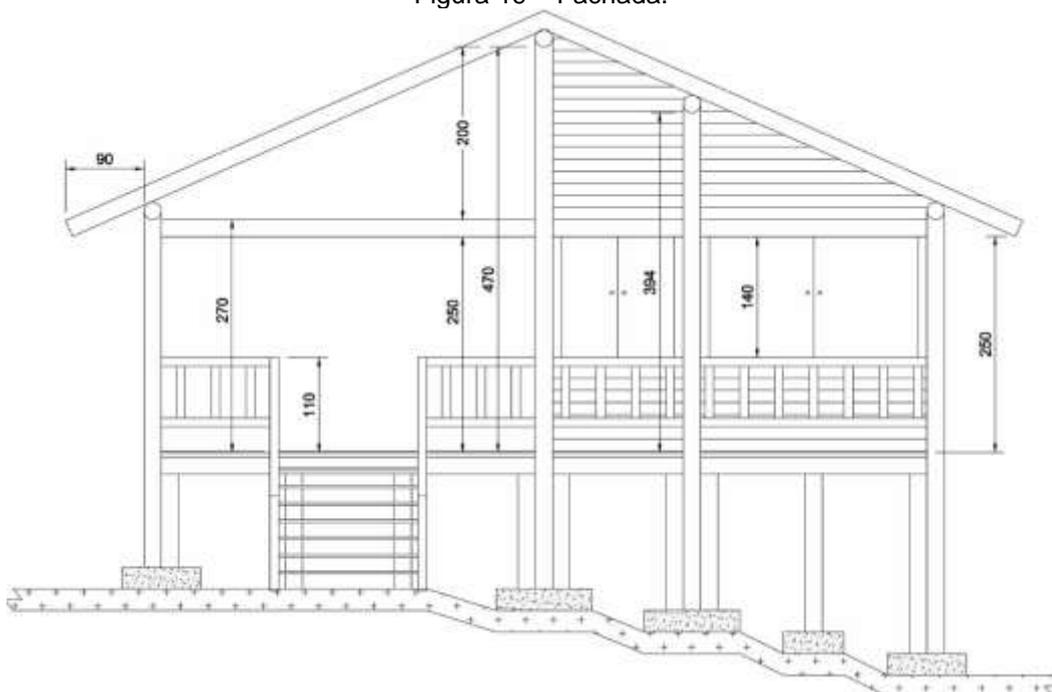
4.1 Apresentação de um projeto de uma construção em madeira, conforme ABNT NBR 7190/1997

De acordo com a norma NBR 7190 de 1997 – Projeto de estruturas de madeira – um projeto deve ser composto por memorial justificativo, seus desenhos e, quando há particularidades do projeto que interfiram na construção, um plano de execução. Nos desenhos devem destacar, de forma clara, a identificação dos materiais a serem empregados, e serem elaborados também de acordo com a NBR 10067 de 1995, que rege os princípios gerais de representação em desenho técnico.

Para uma construção, o conjunto de projetos necessários são: arquitetônico, estrutural, fundação, cobertura, elétrico, hidráulico, entre outros. Como este trabalho é focado nas partes relativas à madeira, abordar-se-á, de forma objetiva, os projetos arquitetônico, estrutural e de cobertura de uma construção feita com o material, assim como partes de seu memorial justificativo e desenho técnico elaborados pelo autor, seguindo os parâmetros das normas citadas. Os projetos, assim como o memorial, são apresentados na íntegra nos apêndices A, B e C.

O projeto se trata de uma edificação residencial de 128,80 metros quadrados de área construída, tendo vedação em *wood frame* de madeira de pinus autoclave e esquadrias em vidro. O desenho de sua fachada é mostrado na Figura 19.

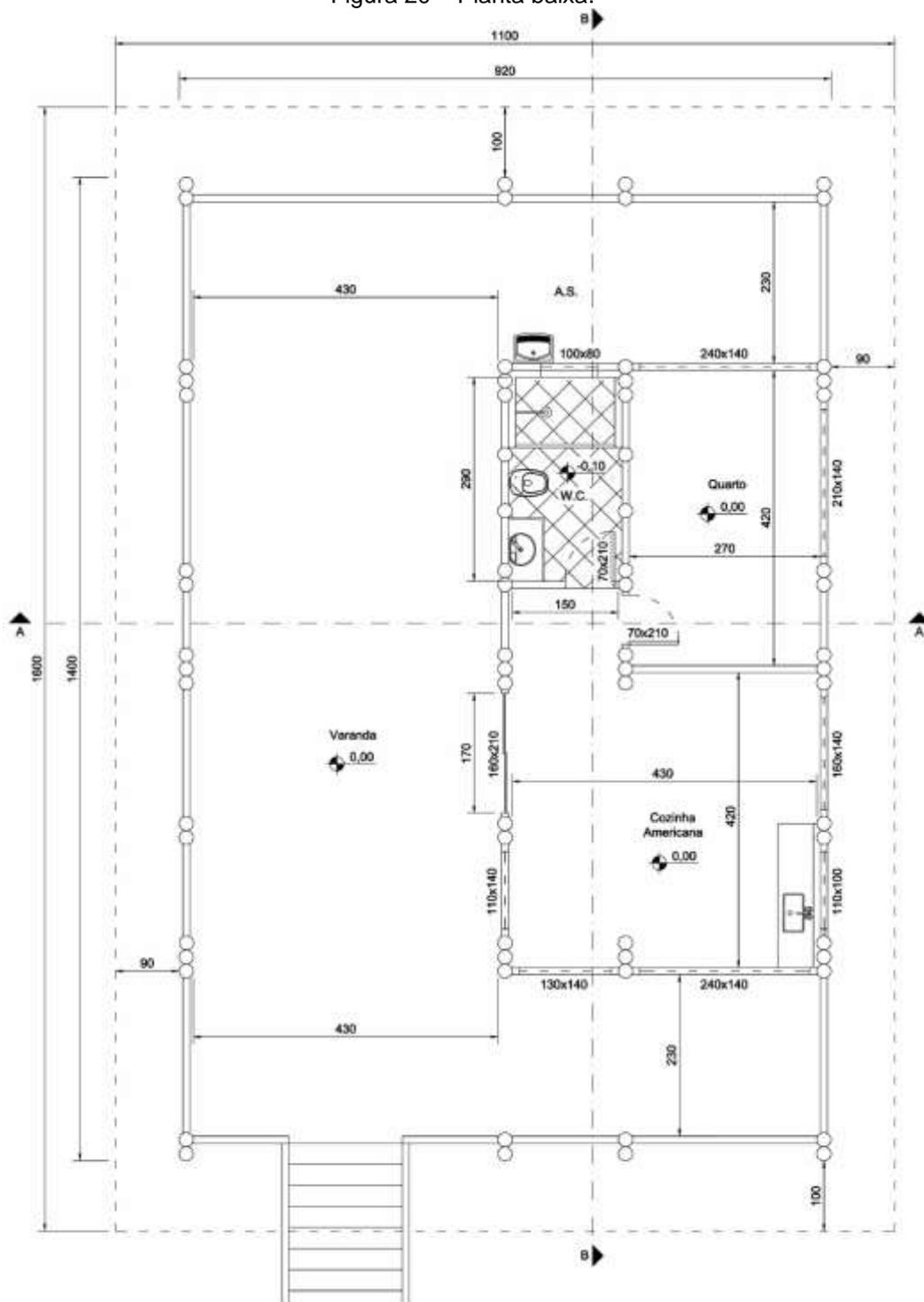
Figura 19 – Fachada.



Fonte: Autoria própria (2021).

Como apresentado na Figura 19, o terreno onde foi projetado a construção é inclinado, possuindo cinco níveis diferentes. Com isso, a edificação foi desenhada como uma construção elevada, ou seja, não feita de forma adjacente ao terreno. Salienta-se, portanto, que o projeto de fundação deve ser realizado conforme topografia e sondagem do solo no local de construção. Outro ponto a se observar, é que a casa possui apenas um pavimento, na qual tem sua planta baixa exibida na Figura 20.

Figura 20 – Planta baixa.

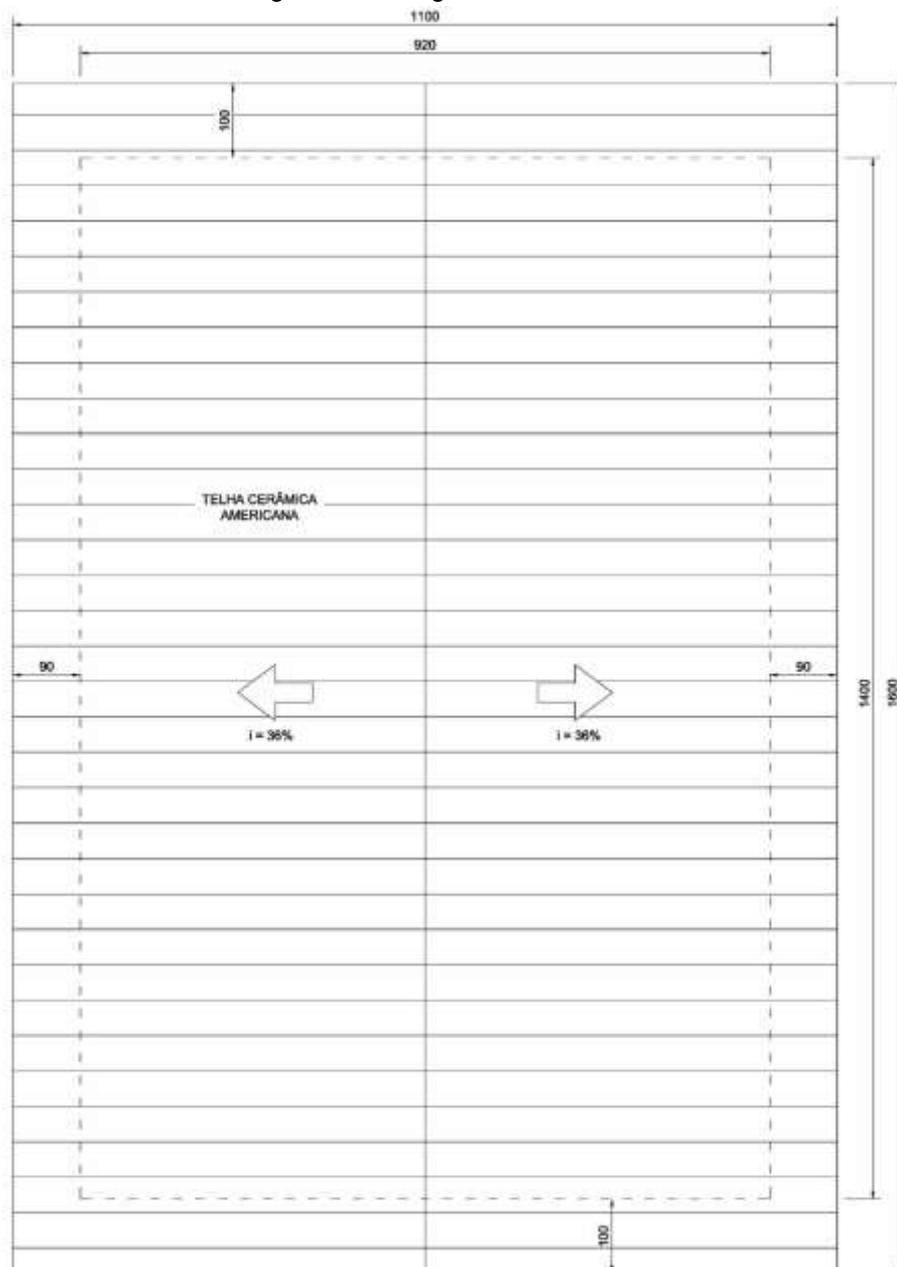


Fonte: Autoria própria (2021).

Como mostrado na Figura 20, a residência possui um quarto, um banheiro (W.C.), uma cozinha americana (sala e cozinha conjugadas) e uma varanda que a circunda, além de uma área de serviço (A.S.). A partir das figuras 19 e 20, também é possível obter suas dimensões. A edificação tem 9,20 metros de largura, 14,00 metros

de comprimento e pé direito de 2,50 metros, além de 2,00 metros de altura da cobertura, cujo diagrama é apresentado na Figura 21.

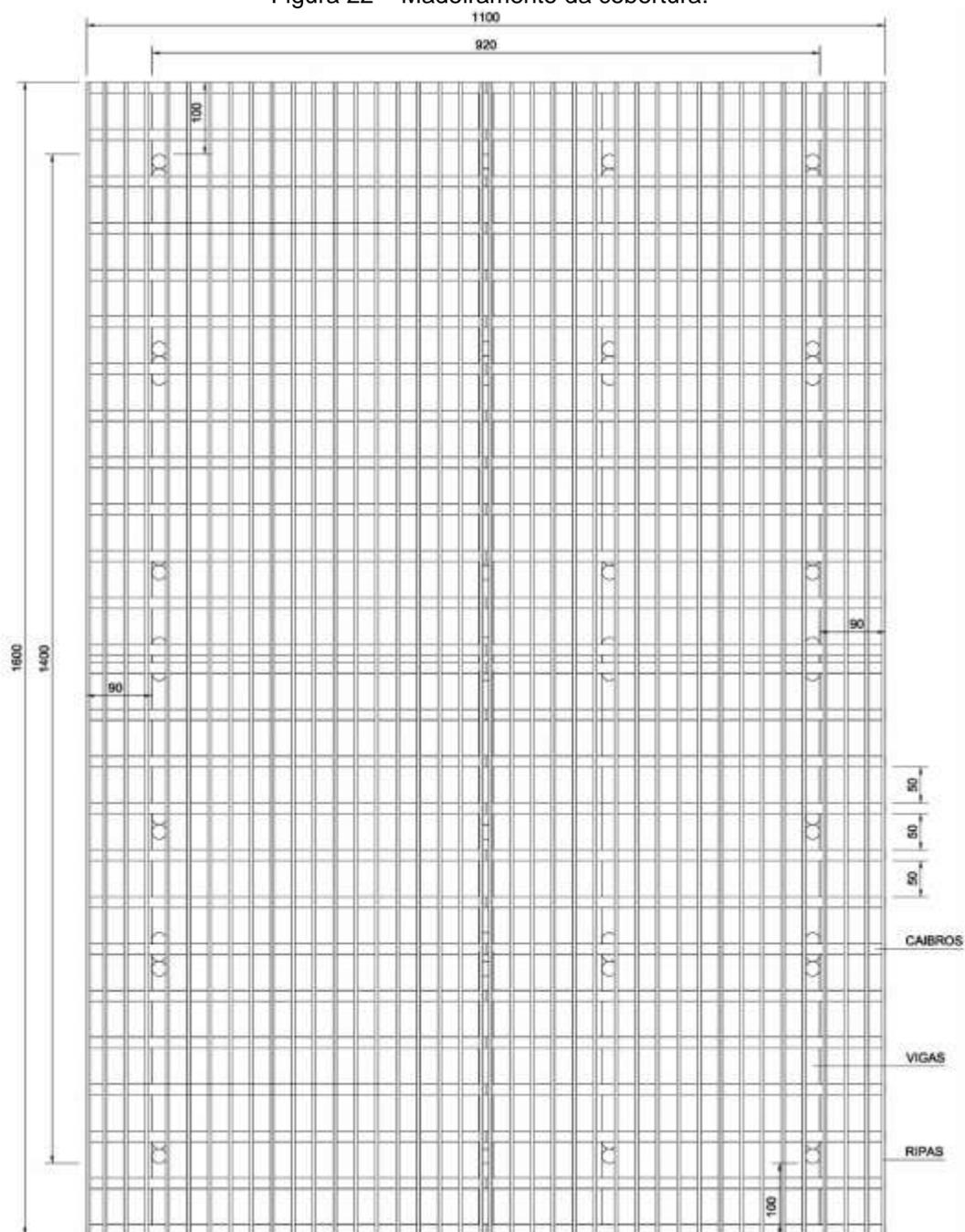
Figura 21 – Diagrama de cobertura.



Fonte: Autoria própria (2021).

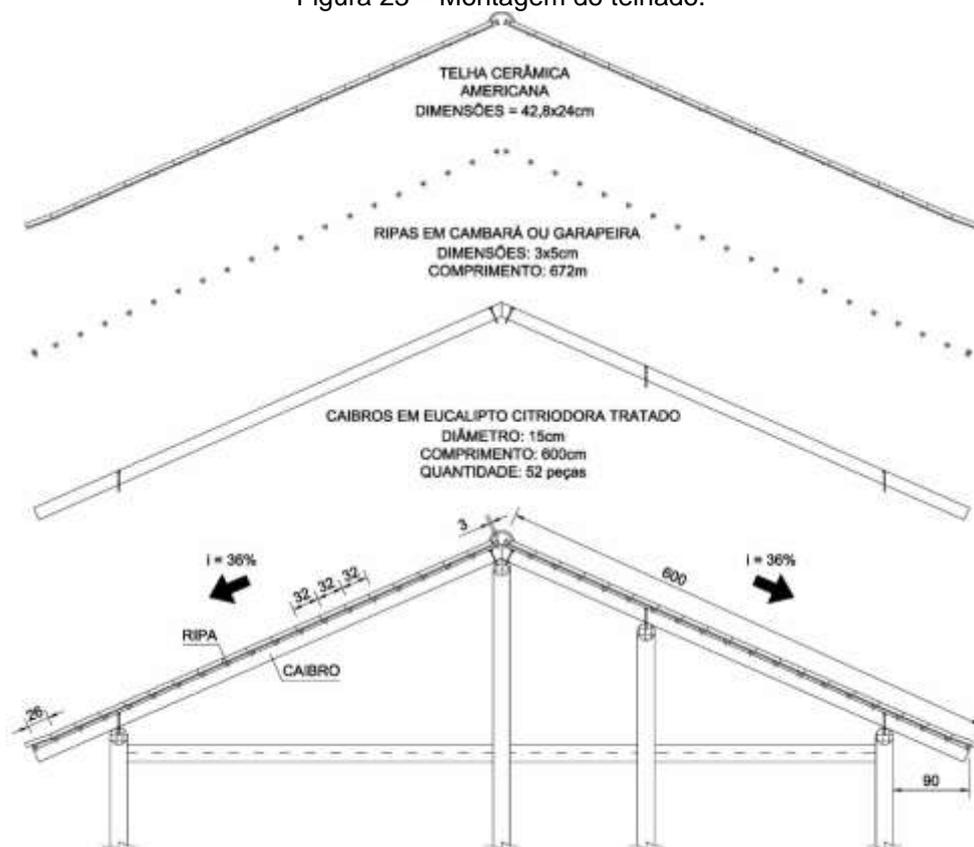
O telhado, como apresentado no diagrama de cobertura mostrado na Figura 21, possui 11 metros de largura e 16 metros de comprimento. É composto por telha cerâmica americana e tem inclinação projetada de 36%. As figuras 22 e 23 mostram, respectivamente, o madeiramento e a montagem do telhado.

Figura 22 – Madeiramento da cobertura.



Fonte: Autoria própria (2021).

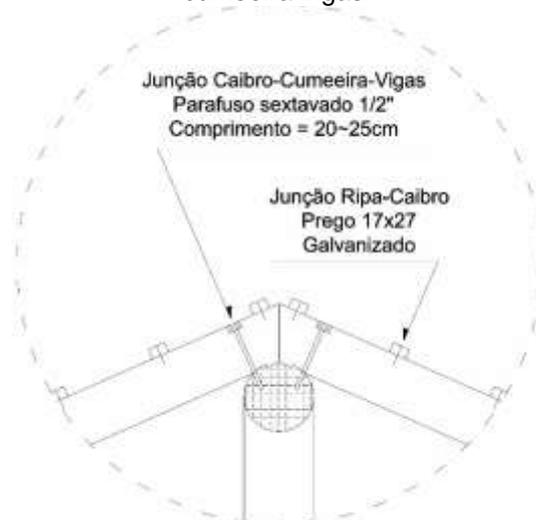
Figura 23 – Montagem do telhado.



Fonte: Autoria própria (2021).

Como mostrado nas figuras 22 e 23, a cobertura é composta por 672 metros de ripas de cambará ou garapeira, 52 caibros de eucalipto cloeziana tratado e 2688 unidades de telhas cerâmica americana. A Figura 24 apresenta o detalhamento da junção caibro-cumeeira-vigas.

Figura 24 – Detalhamento da junção caibro-cumeeira-vigas.

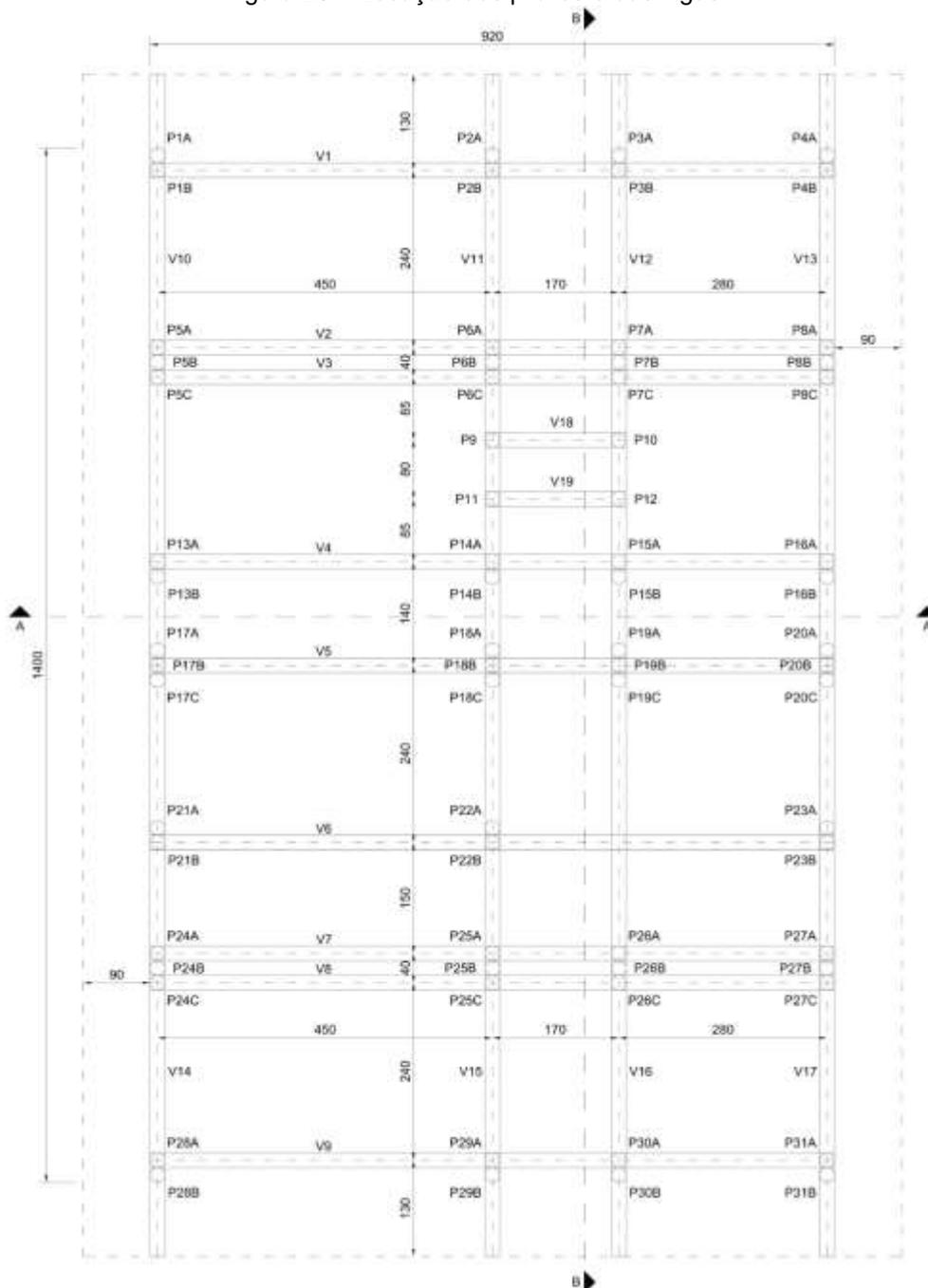


Fonte: Autoria própria (2021).

A partir da Figura 24, é possível ver como é o encaixe do caibro com a ripa e do caibro com a cumeeira e a viga. A primeira junção é feita com pregos 17x27 galvanizado, já a segunda é feita com parafuso sextavado 1/2" de comprimento variável entre 20 e 25 centímetros.

Partindo para a parte estrutural do projeto, a Figura 25 apresenta a locação dos pilares e das vigas.

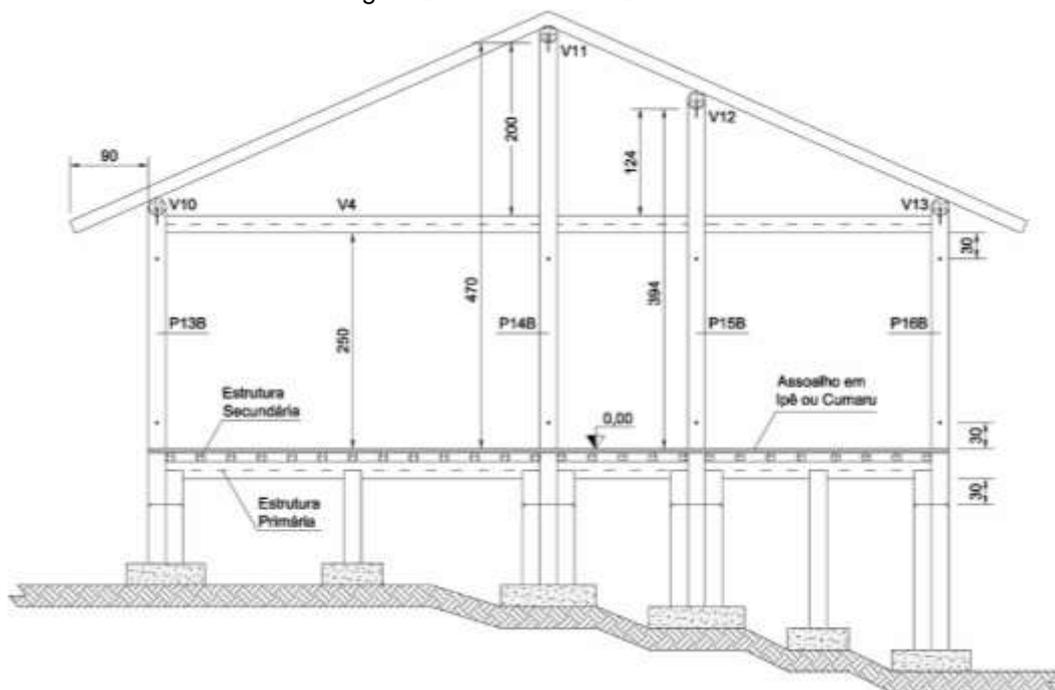
Figura 25 – Locação dos pilares e das vigas.



Fonte: Autoria própria (2021).

Conforme a Figura 25, o projeto é composto por 15 pares de pilares (diferenciados com os sufixos A e B), 12 trios (diferenciados com os sufixos A, B e C) e mais 4 pilares avulsos de suporte para caixa d'água, constituindo 70 pilares (identificados com o prefixo P) no total. Já se tratando das vigas (identificados com o prefixo V), o desenho tem 11 no sentido transversal e 8 no sentido longitudinal presentes na estrutura do telhado, totalizando 19 vigas. Estas visualizam-se na Figura 26.

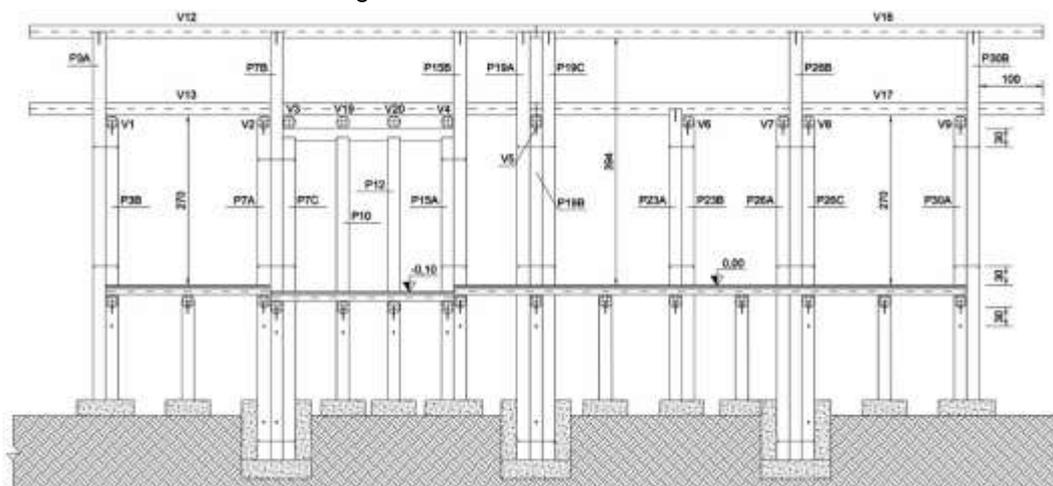
Figura 26 – Corta AA – Estrutural.



Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 26 apresenta o corte AA do projeto estrutural. Nele, enfatiza-se a montagem da estrutura do assoalho-piso e localização das vigas 10 até 13, que são parte da estrutura de cobertura da residência, já apresentado anteriormente. Por sua vez, a Figura 27 exhibe o corte BB do projeto estrutural.

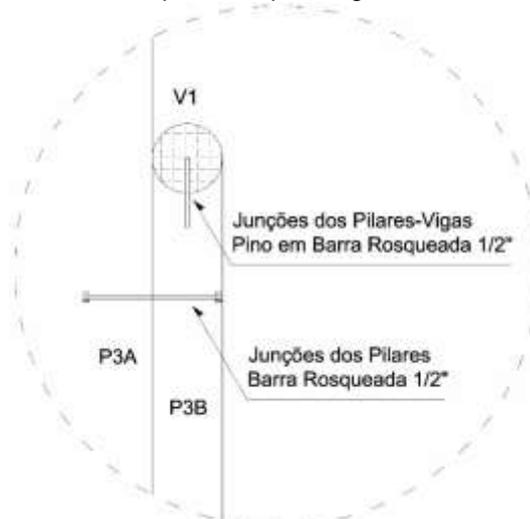
Figura 27 – Corta BB – Estrutural.



Fonte: Autoria própria (2021).

No corte mostrado na Figura 27, destaca-se em como a estrutura, no caso, os pilares, se integram a fundação da construção. Na Figura 28 é apresentado as junções dos pilares e vigas.

Figura 28 – Detalhamento da junção dos pilares e pilar-viga.

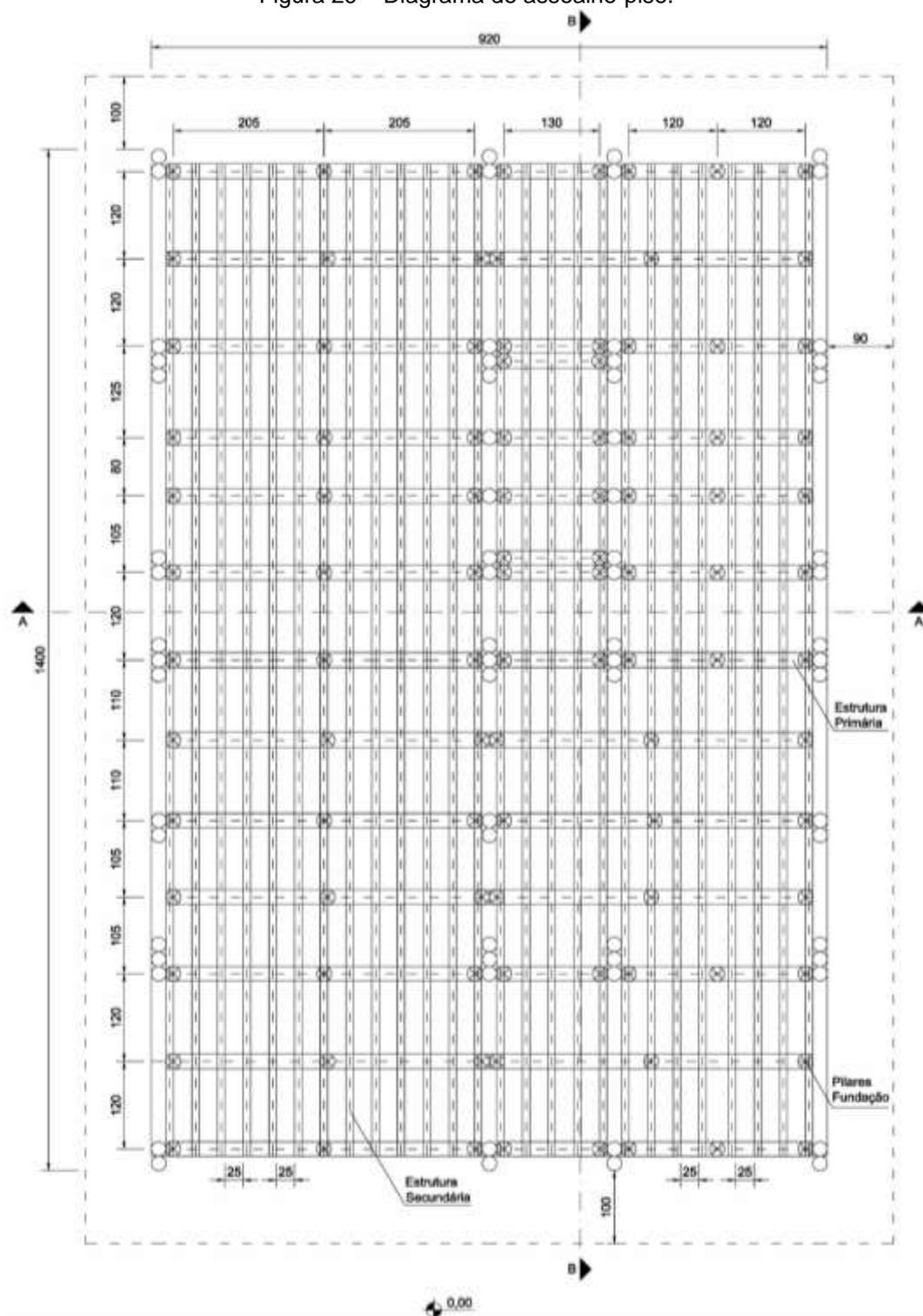


Fonte: Autoria própria (2021).

A Figura 28 detalha as junções pilar-viga e dos pilares. A primeira é feita por meio de pinos em barra rosqueada de 1/2" com comprimento de 20 centímetros, e a segunda por barras rosqueadas de 1/2" de comprimento variável.

Por fim, a Figura 29 apresenta o diagrama do assoalho-piso da edificação.

Figura 29 – Diagrama do assoalho-piso.



Fonte: Autoria própria (2021).

Como é possível observar, a Figura 29 detalha a estrutura assoalho-piso da residência, que é composta por vigas primárias e secundárias. É possível ver também, a posição dos pilares que integrarão com a fundação.

Se tratando do detalhamento da estrutura, o Quadro 2 apresenta as especificações dos pilares.

Quadro 2 – Detalhamento dos pilares.

Pilar	Dimensões (mm)		Quantidade (peças)
	Diâmetro	Comprimento	
P1A = P4A = P5B = P8B = P13B = P16B = P17A = P20A = P17C = P20C = P21A = P23A = P24B = P27B = P8B = P31B	250	2700+VAR	16
P1B = P4B = P5A = P8A = P5C = P8C = P13A = P16A = P17B = P20B = P21B = P23B = P24A = P27A = P24C = P27C = P28A = P31A = P2B = P3B = P6A = P7A = P6C = P7C = P14A = P15A = P18B = P19B = P22B = P25A = P26A = P25C = P26C = P29A = P30A	250	2500+VAR	35
P2A = P6B = P14B = P18A = P18C = P22A = P25B = P29B	250	4700+VAR	8
P3A = P7B = P5B = P19A = P19C = P26B = P30B	250	3950+VAR	7
P9 = P10 = P11 = P12	250	2400+VAR	4

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como é possível observar no Quadro 2, os pilares têm diâmetro padrão de 250 milímetros e seu comprimento varia entre 240 e 470 centímetros, contados a partir do nível do piso – 0,00 metros –, de acordo com a sua função e localização dentro do projeto. Já o detalhamento das vigas é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Detalhamento das vigas.

Viga	Dimensões (mm)		Quantidade (peças)
	Diâmetro	Comprimento	
V1 = V2 = V3 = V4 = V5 = V6 = V7 = V8 = V9	200	9200	9
V10 = V11 = V12 = V13 = V14 = V15 = V16 = V17	250	8000	8
V18 = V19	200	1900	2

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como mostrado no Quadro 3, que trata do detalhamento das vigas utilizadas no projeto, são utilizadas na construção 11 peças com 200 milímetros de diâmetro, sendo 9 peças de 920 centímetros, 2 de 190 centímetros de comprimento e 8 peças

de 800 centímetros com diâmetro de 250 milímetros. Por sua vez, o Quadro 4 detalha a madeira utilizada no assoalho-piso.

Quadro 4 – Detalhamento assoalho-piso.

Vigas	Dimensões (mm)	
	Diâmetro	Comprimento
Estrutura primária	200	VAR.
Estrutura secundária	100	VAR.
Pilares	200	VAR.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Assim como visto no Quadro 4, a estrutura primária do assoalho-piso é composta por vigas de 200 milímetros de diâmetro, assim como os pilares. Já a estrutura secundária por vigas de 100 milímetros.

As madeiras utilizadas tanto para os pilares quanto para as vigas da estrutura são de eucalipto cloeziana tratado de seção circular. Vale ressaltar o diâmetro da madeira tem variação considerada de, em média, 2 centímetros, pois é um material bruto e, mesmo com o tratamento, é difícil conseguir peças com medidas exatas.

4.2 Benefícios de um detalhamento de projeto na sua execução

A fase de detalhamento de projeto abrange todas as suas fases, desde a concepção até a pós-execução, tendo benefícios a todas elas. Essa etapa é responsável por apresentar um conjunto de informações relativas a cada fração de um projeto, fazendo uma descrição minuciosa de todos seus elementos.

Um dos dados descritos são as dimensões do elemento, ou seja, a largura, o comprimento e a altura e, em alguns casos, o diâmetro e espessura. Com isso, um dos principais benefícios do detalhamento de projeto é a redução de custos, seja ela no seu planejamento, na sua execução ou durante o seu uso. Com as medidas devidamente expressadas, é possível haver uma economia, por exemplo, na hora da compra do material a ser utilizado, pois com elas, se tem a quantidade exata necessária para uso. Ressalta-se que é indicado a utilização de uma margem de erro de 10% na quantidade de material devidamente necessária para uma execução da obra.

Outro ponto tratado no detalhamento são as especificações dos materiais. Se corretamente feita, há benefícios não apenas na redução dos custos – tanto durante a execução quanto na utilização do produto por compras erradas – como também em relação ao controle de riscos. Como exemplo, tem-se as inúmeras espécies de madeiras. Cada uma delas tem uma propriedade diferente, podendo ser mais ou menos rígida, ter diferentes resistências às ações nela realizadas, como compressão e tração, além de algumas romperem mais facilmente do que outras. Logo, com a utilização incorreta de um tipo de madeira em uma construção, pode levá-la a causar acidentes de diferentes tipos e níveis, e isto é evitado com o detalhamento do tipo de madeira a ser utilizada e qual a sua finalidade.

O detalhamento de projetos também mostra com clareza, onde cada elemento se situa. No caso de construções, seguindo o setor como exemplo, em um projeto é identificado as medidas a partir de um ponto de referência, assim como a distância entre um elemento e outro. Com isto, há uma prevenção de erros na execução do projeto, que pode levar ao retrabalho ou, até mesmo, incidentes.

Portanto, a partir do apresentado, é possível analisar que o detalhamento de projeto, independente da sua finalidade, têm benefícios no planejamento, tempo de execução, redução de custos, de erros e de acidentes.

4.3 Abordagem das vantagens de se trabalhar com madeira

A madeira foi o primeiro material a ser utilizado para construir abrigos e, portanto, há bastante conhecimento sobre as vantagens e desvantagens de se trabalhar com este material. Com isso, neste tópico será abordado os principais benefícios da utilização da madeira com base em bibliografias e experiência do autor no campo.

A primeira delas são as suas propriedades mecânicas. Dentre elas cita-se a alta resistência tanto a tração, que chega a ser 10 vezes maior que o concreto, quanto a compressão e a elevada resistência à flexão.

A segunda vantagem é em relação a sua trabalhabilidade, assim como a fácil manutenção do material. Isto se dá, pois, a madeira pode ser manipulada facilmente

por mão de obra não qualificada, principalmente em pequenos projetos e pequenas construções temporárias.

Por causa de sua grande variabilidade, a madeira também tem uma extensa aplicabilidade, pois pode ser utilizada não apenas na construção, como também no revestimento e na decoração. Vinculado a esta vantagem, tem-se a característica de a madeira ser um material reutilizável, diminuindo a geração de resíduos, o que também ocorre devido à produção das peças se dar por meio de máquinas de corte, evitando o desperdício e permitindo uma obra mais limpa.

Outra vantagem é relativa ao isolamento térmico e acústico da madeira, que é feita de forma natural. Com isso, não é necessário a utilização de materiais e tecnologias para se manter uma certa temperatura, pois o material chega a absorver até 40 vezes menos calor que os tijolos cerâmicos. O contrário acontece em relação aos sons, pois a madeira contém uma maior absorção a eles, permitindo sua utilização em revestimentos de ambientes como salas de aula, auditórios, teatros e afins.

De certa forma vinculado ao isolamento térmico, a madeira é considerada um material seguro, pois há uma grande resistência ao fogo, fazendo com que ela não perca sua função estrutural durante um incêndio, diferente de outros materiais. Em contrapartida, é válido adicionar que a madeira é um material altamente inflamável, sendo necessário a utilização de produtos de tratamento que retardam o efeito do fogo na madeira.

É importante abordar que o maior problema encontrado nas madeiras antigamente, era a fragilidade a agente externos, uma das desvantagens responsáveis pela decadência do uso do material na construção. Entretanto, com o surgimento de novas tecnologias e a partir de estudos, foram criados processos de tratamento como a imersão em produtos químicos, que diminuiu, por exemplo, a ação de agentes xilófagos (cupins, vespas e outros insetos).

Por fim, tem-se a vantagem de a madeira ser um material renovável, diminuindo o impacto no meio ambiente. Além da já citada possibilidade de reutilização do material, o uso da madeira diminui a emissão de gases de efeito estufa, visto que há a necessidade de duas a três vezes mais energia e seis a doze vezes mais combustíveis fósseis para se fabricar uma viga de aço, por exemplo. Com isso, a construção em madeira é considerada sustentável, desde que utilize madeiras de reflorestamento.

No Quadro 5 será apresentado uma relação das vantagens de se trabalhar com madeira.

Quadro 5 – Vantagens do trabalho com madeira.

Caracterização	Vantagem
Propriedades mecânicas	Resistência à tração
	Resistência à compressão
	Resistência à flexão
	Resistência às forças de penetração
Propriedades físicas	Baixa massa volumétrica
	Resistência ao fogo
	Alto isolamento térmico e acústico
	Durabilidade
Outras caracterizações	Fácil trabalhabilidade
	Fácil manutenção e manipulação
	Extensa aplicabilidade
	Material reutilizável
	Material renovável

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Dentre as vantagens apresentadas no Quadro 5, destaca-se as vantagens de ser um material durável e com alta resistência as forças de penetração (um material com alta dureza), características até então não apresentadas neste trabalho.

Em conclusão, como foi possível neste tópico, as principais vantagens de se trabalhar com a madeira condiz principalmente com suas características físico-mecânicas, além da sua fácil manipulação, grande aplicabilidade e por ser um material renovável e reutilizável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso teve como objetivo apresentar um projeto de construção em madeira e mostrar como é feito seu detalhamento de acordo com a ABNT NBR 7190 de 1997, que trata de Projetos de estruturas de madeira. Destaca-se, portanto, que o projeto é um exemplar, não se tratando de um desenho real, sendo válido apenas como uma forma de aprendizado e como base para novos projetos, devendo estes analisar as condições do local a ser implantado, como por exemplo, a topografia, arquitetura bioclimática e legislação local, entre outros.

A partir desta pesquisa, foi possível analisar a importância do detalhamento para um projeto, seja ele de qualquer área, assim como as inúmeras vantagens do uso da madeira para a construção civil. Entretanto, a falta de seu detalhamento pode acarretar problemas como a utilização de tipos incorretos de madeira que, por sua vez, pode causar acidentes e incidentes.

Uma questão a ser abordada, ainda, é a utilização de softwares integrados a metodologia BIM, sigla para *Building Information Modeling*, que significa Modelagem de Informações na Construção. Diferente dos softwares CAD (*Computer Aided Design* – Desenho Assistido por Computador), esses permitem criar um modelo em três dimensões (3D), especificar os materiais, assim como suas dimensões e propriedades, além de definir qual o fornecedor. A partir dessas especificações já adicionadas aos softwares, é possível criar relatórios e detalhamentos, além de pranchas, de forma “automática”, evitando erros no projeto e, também, na sua execução.

Por fim, pelos motivos já descritos e corroborando com a ABNT NBR 7190:1997, as construções a serem executadas total ou parcialmente com madeira devem obedecer ao projeto elaborado por profissionais legalmente habilitados, que especificará o tipo de madeira mais adequada para cada finalidade, garantindo segurança e eficiência da obra.

REFERÊNCIAS

- ADAM, J. P. **Roman building**: materials and techniques. London: B.T. Batsford, 1994.
- ALBUQUERQUE, A. T.; PINHEIRO, Libânio Miranda. Viabilidade econômica de alternativas estruturais de concreto armado para edifícios. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, São Carlos, n. 19, p. 1-19, 2002.
- ALMEIDA, Alexandre Nascimento de; ANGELO, Humberto; SILVA, João Carlos Garzel Leodoro da; HOEFLIC, Vitor Afonso. Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação. **Acta Amazonica**, vol. 40, n. 1, 2010. p.119-126. Disponível em: <https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/40-1/BODY/v40n1a15.html>. Acesso em: 31 jan. 2021.
- ALLEN, E.; THALLON, R. **Fundamentals of Residential Construction**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2011.
- AMERICAN WOOD COUNCIL. **Design of Wood Frame structures for permanence**. Washington, DC: American Forest & Paper Association, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 1997. 107 p.
- _____. **NBR 7808**: Símbolos gráficos para projetos de estruturas. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 1983. 10 p.
- _____. **NBR 10067**: Princípios gerais de representação em desenho técnico. 3 ed. Rio de Janeiro: ABNT Editora, 1995. 14 p.
- AVILA, Diego de; JÚNIOR, Amilton Rogério de Moraes; SCHAEFER, Eduardo. A importância do detalhamento e organização de Desenhos Técnicos para o Gerenciamento de Projetos. **Scientia cum Industria**, v. 3, n. 2, p.73-76. Carazinho, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/236126128.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2021.

BAMBU BATU. **The best varieties of Bamboo for building and construction.** 2019. <https://bambubatu.com/the-best-varieties-of-bamboo-for-building-and-construction/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BARBOSA, F. B.; JOHN, L. M.; SILVA, V. E.; SILVA, E. C.R. **Um comparativo entre os blocos cerâmicos utilizados nas edificações de Caruaru: estudos preliminares.** Instituto Federal de Pernambuco. Curuaru, 2011.

BORGES, Thais. **A senhora da mata:** entenda como a maior árvore de pau-brasil do país conseguiu sobreviver por 600 anos. Correio 24 horas. 2020. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/a-senhora-da-mata-entenda-como-a-maior-arvore-de-pau-brasil-do-pais-conseguiu-sobreviver-por-600-anos/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BORTONCELLO, Vanessa Lando. **Araucaria angustifolia.** In: Pinheiro-Brasileiro: Araucaria angustifolia. Notícias UPF. Passo Fundo, 2019. Disponível em: <https://www.upf.br/muzar/noticia/pinheiro-brasileiro-araucaria-angustifolia>. Acesso em: 24 jan. 2021.

BRITO, Leandro Dussarrat. **Recomendações para o projeto e construção de estruturas com peças roliças de madeira de reflorestamento.** Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: http://sistemas.set.eesc.usp.br/static/media/producao/2010ME_LeandroDussarratBrito.pdf. Acesso em: 26 jan. 2021.

CALIL JUNIOR, C.; MOLINA, J. C. **Sistema construtivo em Wood Frame para casas de madeira.** Revista Semina, v.31, n.2. Londrina: Ciências Exatas e Tecnológicas, 2010.

CAMPOS, Sérgio Emídio de Azevêdo. **Gestão de processo de projetos de edificações em Instituição Federal de Ensino Superior:** Estudo de caso no Ceplan/UnB. Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Brasília, 2011. 208 f. Disponível em:

https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/9562/1/2011_SergioEmidioAzevedoCampos.pdf. Acesso em: 06 fev. 2021.

CARDIM, Ricardo. **Em 1556 o francês [...] navios**". 2020. Disponível em: <https://www.instagram.com/p/CJJXFRHHzDD/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

CARDOSO, F. F. **Alvenaria vai predominar no Minha Casa, Minha Vida**. 2009. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/alvenaria-vai-predominar-no-minha-casa-minha-vida>. Acesso em: 22 abr. 2021.

COELHO, Leonardo Kellet; TEREZO, Rodrigo Figueiredo. **Painéis autoportantes em madeira tratada**. 29º Seminário de Iniciação Científica. 2019. Disponível em: https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/10568/124_Rodrigo_Figueiredo_Terezo____Leonardo_Coelho_1565630156734_10568.pdf. Acesso em: 01 fev. 2021.

COINASKI, Melissa Dos Santos; SIQUEIRA, Vinícius De Azeved. **Wood frame: um estudo de atendimento às normas e à cultura habitacional brasileira**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil (DACOC). Pato Branco, 2016.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA – CONFEA. Resolução nº 361, de 10 de dezembro de 1991. **Dispõe sobre a conceituação de Projeto Básico em Consultoria de Engenharia, Arquitetura e Agronomia**. Brasília, DF, 1991. Disponível em: <http://normativos.confea.org.br/downloads/0361-91.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2021.

CORDEIRO JÚNIOR, C. R.; SILVA, W. C. R.; SOARES, P. T. M. L. Uso da madeira na construção civil. **Projectus**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 4, p. 79-93, 2017.

COSTA, Ana Alexandra Pontes da. **Construção de Edifícios com Cross Laminated Timber (CLT)**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2013.

COSTA, Eliane Brito da; SILVA, Taynara Albuquerque da; BOMBONATO, Fabiele. **Apresentando o drywall em paredes, forros e revestimento**. Toledo, 2014.

DA SILVA, Ialê Ziegler Libanio. **Avaliação do ciclo da vida**: Madeira de reflorestamento. Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/madeira-de-reflorestamento/>. Acesso em: 26 jan. 2021

_____. **Avaliação do ciclo da vida**: Pinus taeda. Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/pinus-taeda/>. Acesso em: 26 jan. 2021.

DINIZ, Carolina; RODRIGUES, Samuel; KOVACS, Vera. **Drywall**: entenda como funciona esse sistema de construção. 2014. Disponível em: <https://casa.abril.com.br/construcao/drywall-entenda-como-funciona-esse-sistema-de-construcao/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

FILHO, Cláudio Vicente Mitidieri. **Paredes em chapas de gesso acartonado**. 30 ed. 2009.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBAL TREES CAMPAIGN. **Big-leaf Mahogany**. Global Trees Campaign. Disponível em: <https://globaltrees.org/threatened-trees/trees/big-leaf-mahogany/>. Acesso em: 24 jan. 2021.

GONZAGA, Armando Luiz. **Madeira**: Uso e conservação. Brasília, DF: IPHAN/MONUMENTA, 2006. 246 p. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/CadTec6_MadeiraUsoEConservacao.pdf. Acesso em: 24 jan. 2021.

HABITATIONSE. **Round Wood Structure House**. 2007.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2 ed. São Paulo: IPT, 1989.

JANKOWSKY, I. P. (Coord.). **Madeiras Brasileiras**. Vol. 1. Caxias do Sul: Spectrum, 1990. 172p.

JUNIOR, Carlos Roberto Cordeiro; SILVA, Wendna Cristina Rocha; SOARES, Paulo de Tarso Machado Leite. **Uso da Madeira na Construção Civil**. Projectus, v.2, n.4, p. 79-93. Rio de Janeiro, 2017.

JUNIOR, José Antonio Morato. **Divisórias de Gesso Acartonado: Sua utilização na construção civil**. Monografia (Graduação) - Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2008. 74 p.

MANUAL DE PROJETO DE SISTEMAS DRYWALL. **Manual de Projeto de Sistemas Drywall**. São Paulo: Pini, 2006.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MASCARENHAS, P. S. **Madeira como material de construção**. 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: PINI, 1994, p. 01-02.

MELLO, Roberto Lecomte de. **Projetar em madeira: Uma nova abordagem**. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

MORESI, Eduardo (org.). **Metodologia de pesquisa**. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2003.

MOURA, J. D. M. Determinantes para elaboração do projeto arquitetônico em madeira de baixa qualidade. **IV Encontro Brasileiro de Madeiras e das Estruturas de Madeiras – EBRAMEM**, v.2, p. 195-204, São Carlos.

MOURA, Vicente Pongitory Gifoni. O germoplasma de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell no Brasil. **Comunicado técnico**. Brasília: 2003.

NAHUZ, Marcio Augusto Rabelo (coord.). **Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil**. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013.

PALUDO, Danielle Fátima; PINHEIRO, Roberto Vasconcelos. **Emprego de madeiras em estruturas treliçadas para cobertura**. 4º Encontro em Engenharia de Edificações e Ambiental. 2016. Disponível em: <http://eventosacademicos.ufmt.br/index.php/eeeea/eeeea2016/paper/viewFile/663/257>. Acesso em: 01 fev. 2021.

QUIZA, Eduardo G. **MCMV de madeira**. 2013. Disponível em: <https://incorporacaoimobiliaria.com/2013/09/04/mcmv-de-madeira/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

REIS, Cristiane Aparecida Fioravante; DE ASSIS, Teotônio Francisco; DE MELO, Lucas Amaral; SANTOS, Alisson Moura. ***Eucalyptus cloeziana*: estado da arte de pesquisas no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Colombo: Embrapa Florestas, 2017.

RODRIGUES, Elyzia. **Wood Frame - Alternativa de Construção**. 2016. Disponível em: <http://www.dicadaarquitectura.com.br/2016/10/wood-frame-alternativa-de-construcao.html/>. Acesso em: 22 abr. 2021.

RODRIGUES, F.C. **Steel Framing**: Engenharia. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. 127 p. ISBN 85-89819-11-6.

RODRIGUES, Jane Aline. **Sistemas Steel Frame e Wood Frame**. Universidade do Oeste de Santa Catarina. Joaçaba, 2020.

SABBATINI, F. H. (1990). **Tecnologia de Execução de Revestimentos de Argamassa**. In: Simpósio de aplicação da tecnologia do concreto. Campinas, 1990.

SACCO, Marcelo de Freitas; STAMATO, Guilherme Corrêa. **Light Wood Frame - Construções com Estrutura Leve de Madeira**. Revista Técnica, n. 140. São Paulo, 2008.

SAMURAY, Edson. **Gesso Samuray**. Disponível em:

<http://www.gessosamuray.com/forros-sancas-rebaixos-floroos->. Acesso em: 22 abr. 2021.

SCÜCS, Carlos Alberto; TEREZO, Rodrigo Figueiredo; DO VALLE, Ângela; DE MORAES, Poliana Dias. **Estruturas de madeira**. 3 ed. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

SILVIA, Edna Lúcia; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3 ed. Florianópolis, Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121 p.

SISTEMA NACIONAL DE AVALIAÇÕES TÉCNICAS (SINAT). Diretriz nº 005 – Revisão 02. **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos**. Brasília, DF, 2017.

SOUTO, Luciano Gustavo; BUENO, Liane da Silva; SILVA, Patrícia de Deus e. **Técnicas Construtivas Utilizando Madeira e sua Evolução História**. Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Ignis, v.5, n.2, p. 62-76. Caçador, 2016.

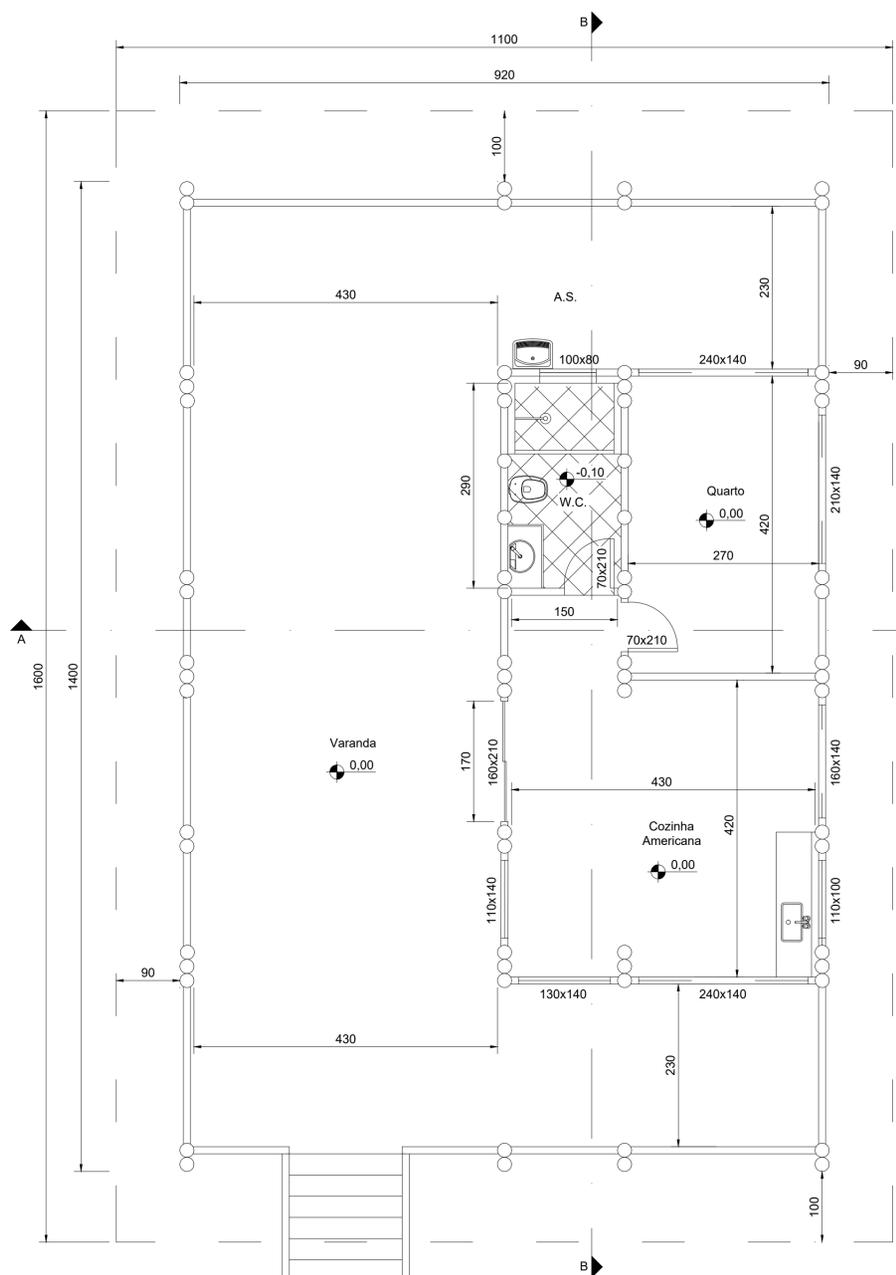
TAGLIABOIA, Luís Claudio. **Contribuição ao Estudo de Sistemas De Vedação Auto Portante**. 2011. Disponível em :
<https://www.sicablocos.com.br/tesedefendida.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2021.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 9 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

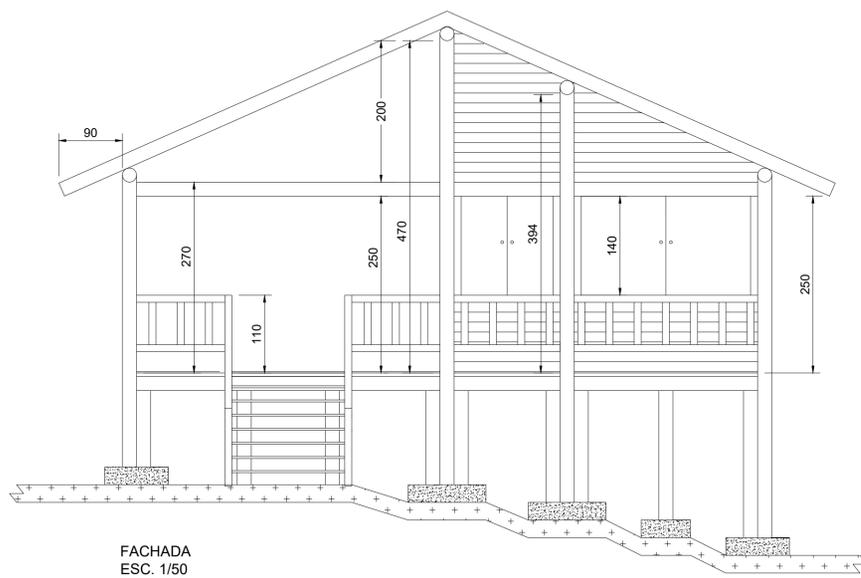
YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZENID, Geraldo José (coord.). **Madeira: uso sustentável na construção civil**. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009.

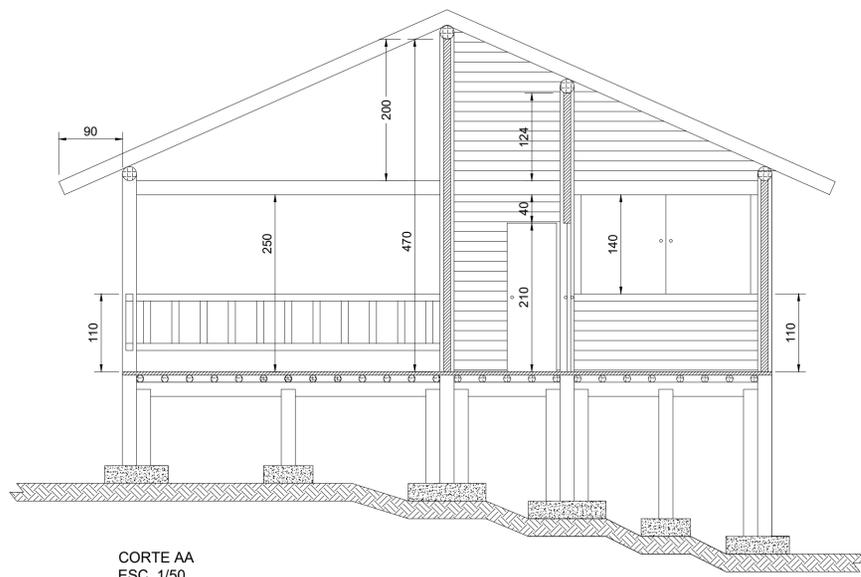
APÊNDICES



PLANTA BAIXA
ESC. 1/50



FACHADA
ESC. 1/50



CORTE AA
ESC. 1/50

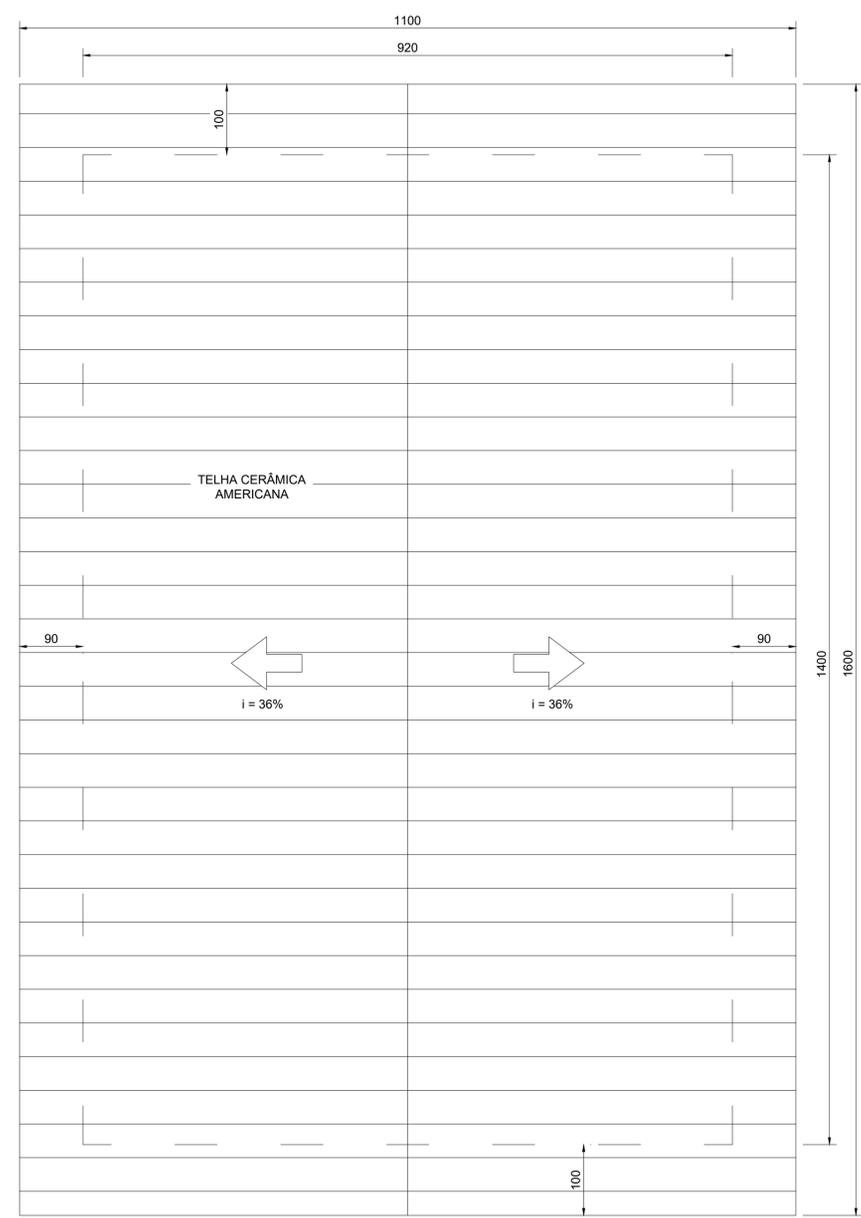
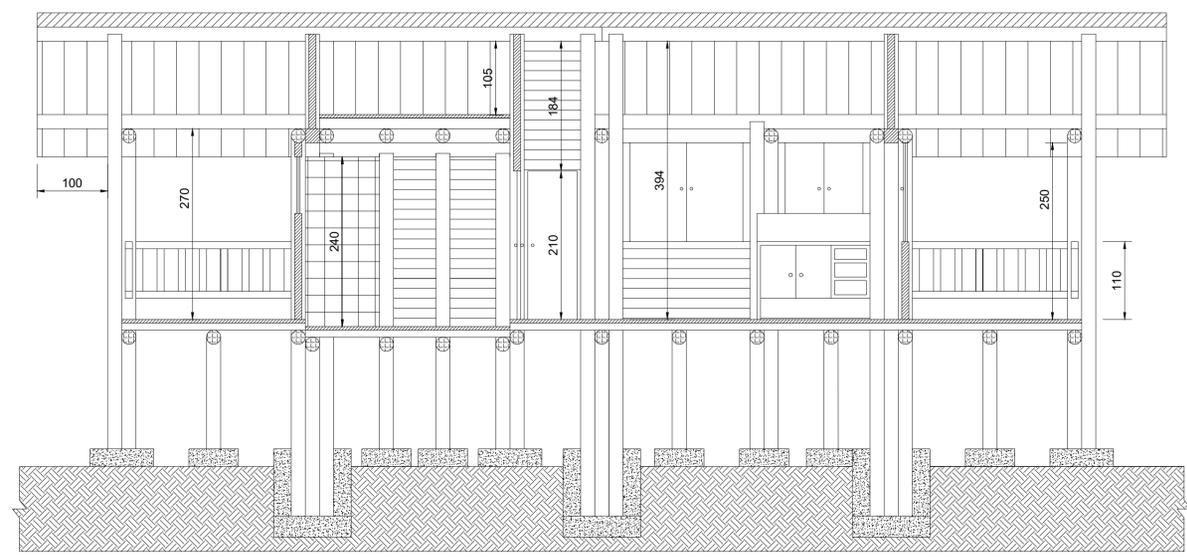


DIAGRAMA DE COBERTURA
ESC. 1/50

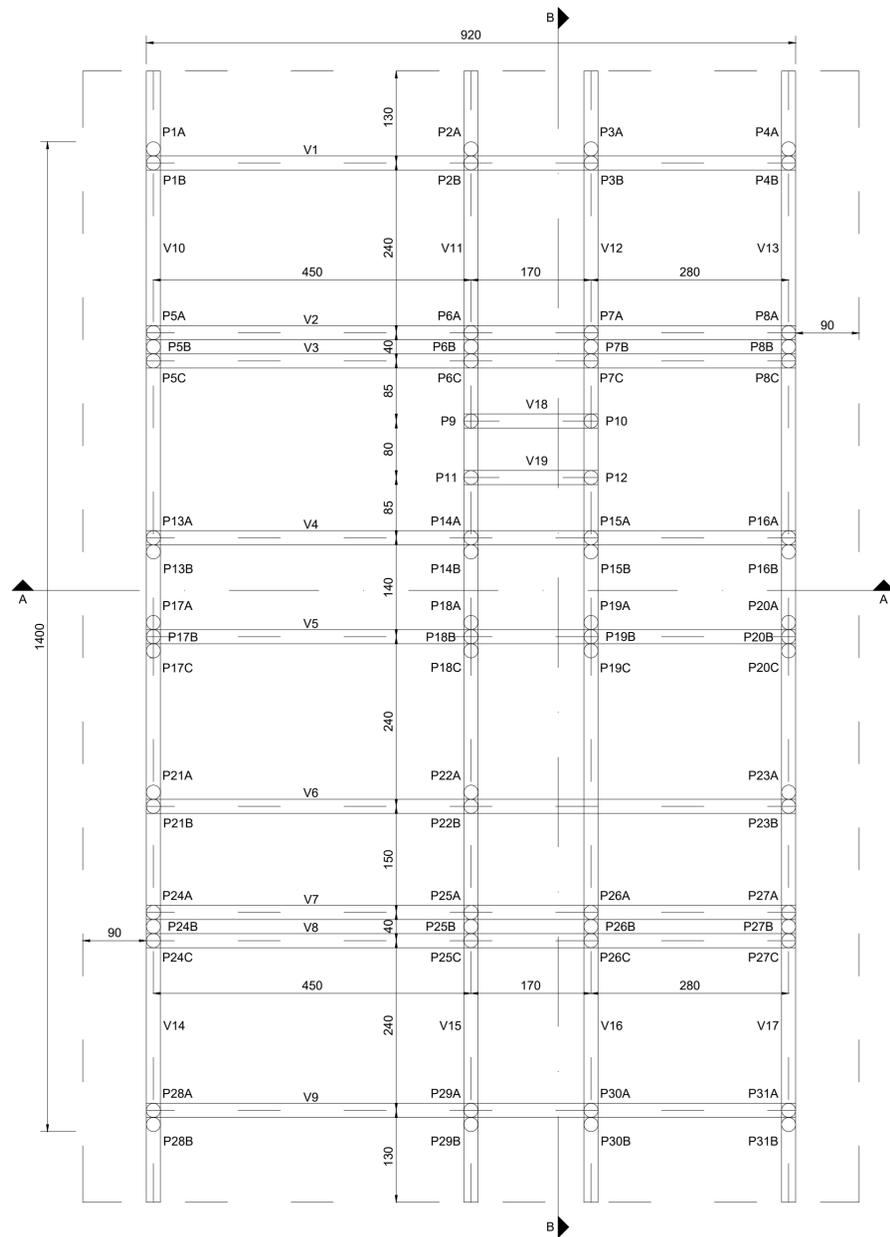


CORTE BB
ESC. 1/50

ÁREA CONSTRUÍDA = 14,00 x 9,20 = 128,80m²

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS - FEAMIG	
CURSO: ENGENHARIA CIVIL	10º PER.
ALUNO: EDUARDO RODRIGUES ANDRIONI	12/06/2021
ORIENTADOR: PROF. MS. DIEGO DE JESUS QUEIROZ ROSA	ESC. INDICADA
APÊNDICE A: PROJETO ARQUITETÔNICO	FOLHA Nº 01/03

TCC - DETALHAMENTO DE PROJETO A BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA

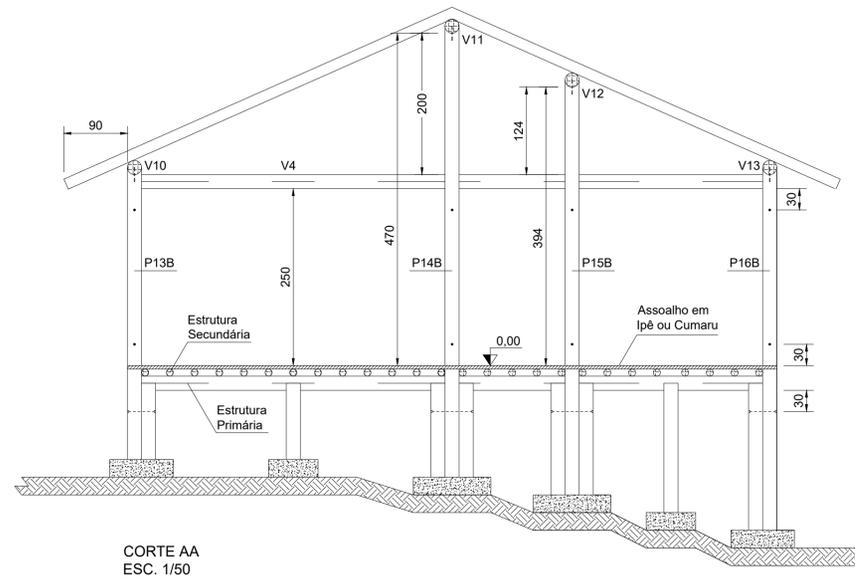


LOCAÇÃO DOS PILARES
ESC. 1/50

PILARES EM EUCALIPTO CLOEZIANA TRATADO SEÇÃO CIRCULAR			
PILAR	DIMENSÕES (mm)		QTDE. (pc)
	DIAM.	COMP.	
P1A = P4A = P5B = P8B = P13B = P16B = P17A = P20A = P17C = P20C = P21A = P23A = P24B = P27B = P8B = P31B	250	2700+VAR	16
P1B = P4B = P5A = P8A = P5C = P8C = P13A = P16A = P17B = P20B = P21B = P23B = P24A = P27A = P24C = P27C = P28A = P31A = P2B = P3B = P6A = P7A = P6C = P7C = P14A = P15A = P18B = P19B = P22B = P25A = P26A = P25C = P26C = P29A = P30A	250	2500+VAR	35
P2A = P6B = P14B = P18A = P18C = P22A = P25B = P29B	250	4700+VAR	8
P3A = P7B = P5B = P19A = P19C = P26B = P30B	250	3950+VAR	7
P9 = P10 = P11 = P12	250	2400+VAR	4

VIGAS EM EUCALIPTO CLOEZIANA TRATADO SEÇÃO CIRCULAR			
VIGA	DIMENSÕES (mm)		QTDE. (pc)
	DIAM.	COMP.	
V1 = V2 = V3 = V4 = V5 = V6 = V7 = V8 = V9	200	9200	9
V10 = V11 = V12 = V13 = V14 = V15 = V16 = V17	250	8000	8
V18 = V19	200	1900	2

ESTRUTURA ASSOALHO-PISO PILARES E VIGAS EM EUCALIPTO CLOEZIANA TRATADO - SEÇÃO CIRCULAR		
VIGAS	DIMENSÕES (mm)	
	DIAM.	COMP.
Estrutura Primária	200	VAR.
Estrutura Secundária	100	VAR.
PILARES	200	VAR.



CORTE AA
ESC. 1/50

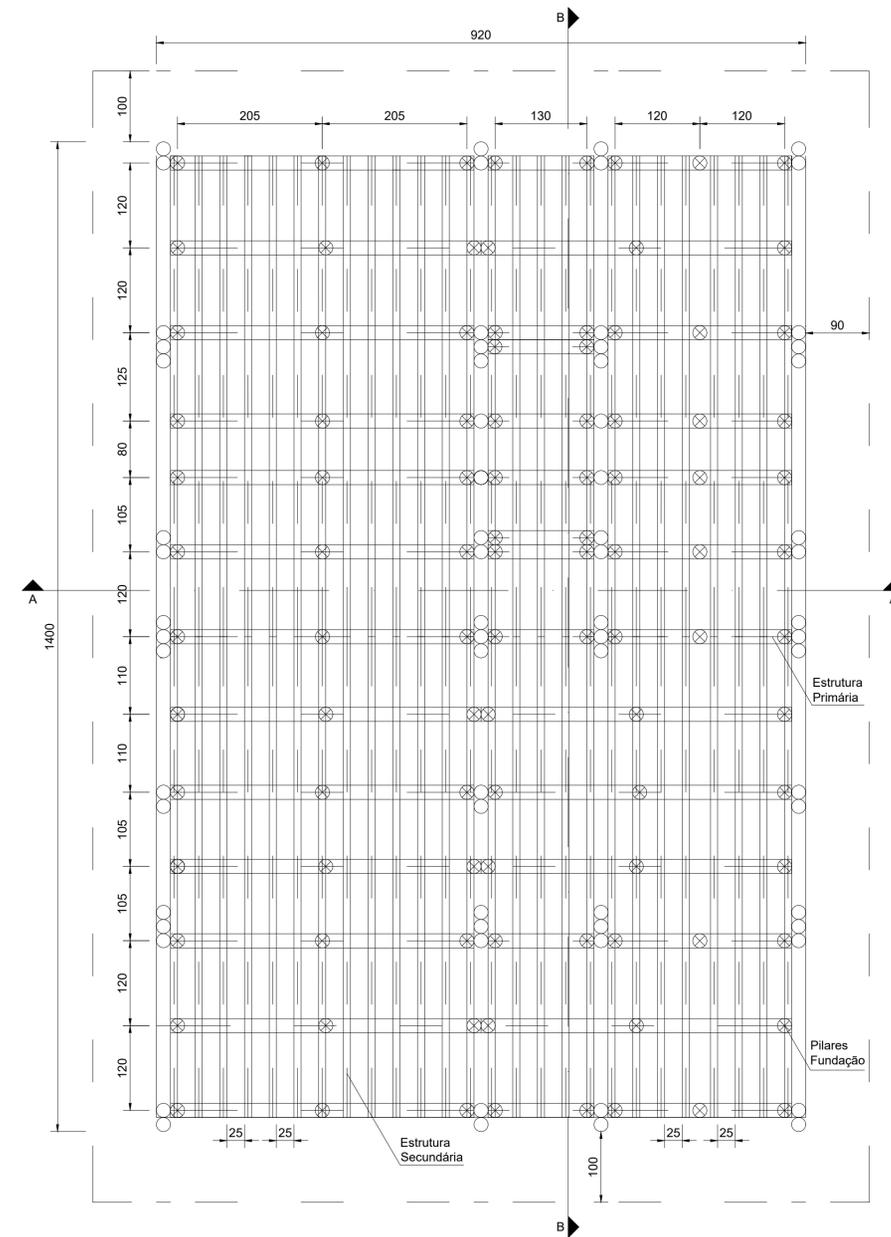
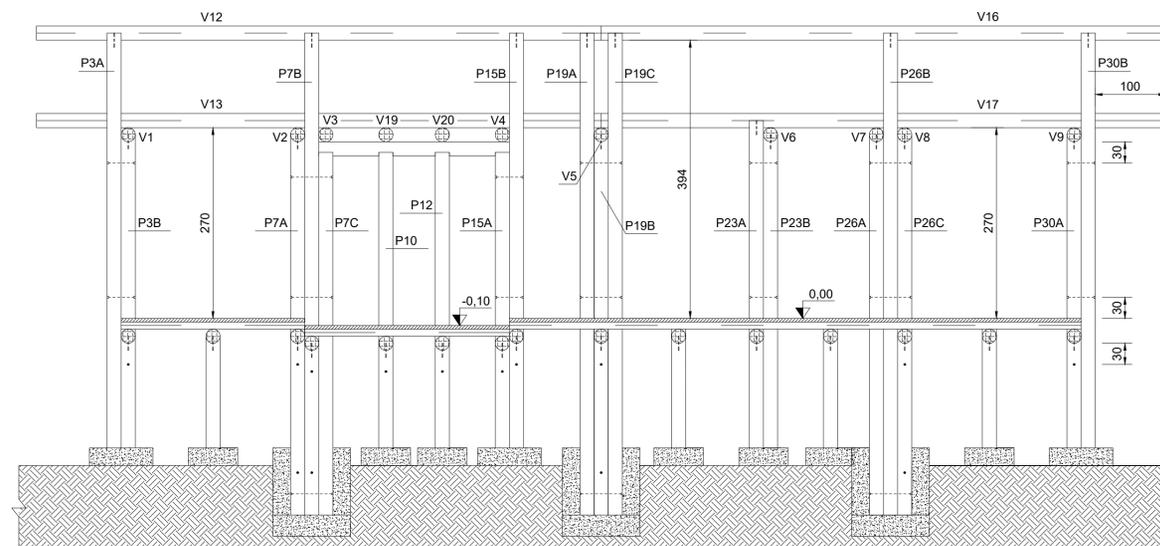
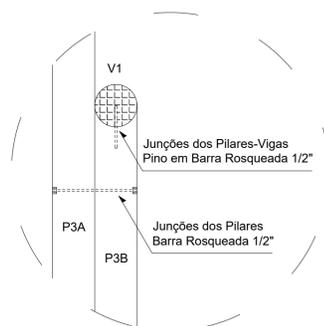


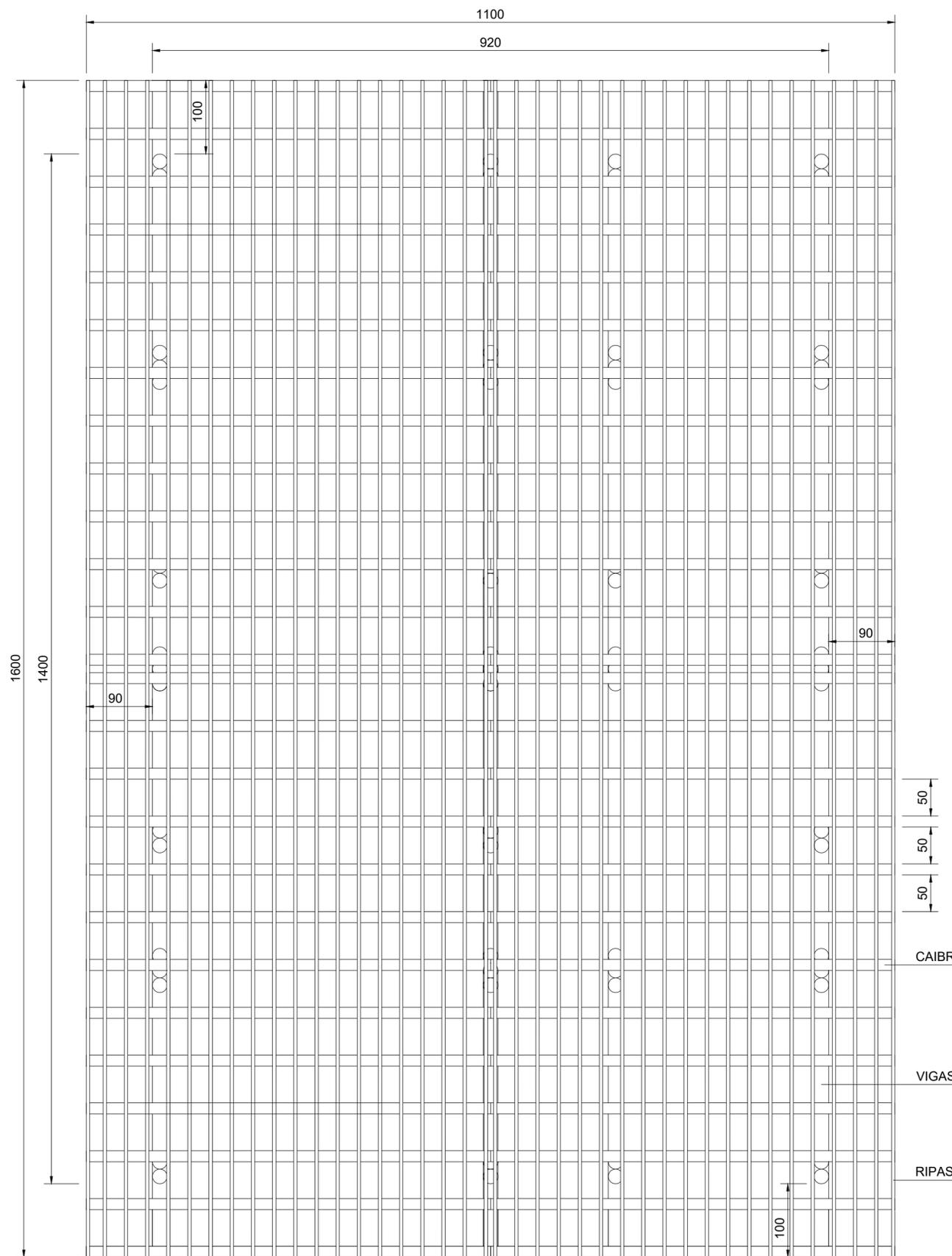
DIAGRAMA DO ASSOALHO-PISO
ESC. 1/50



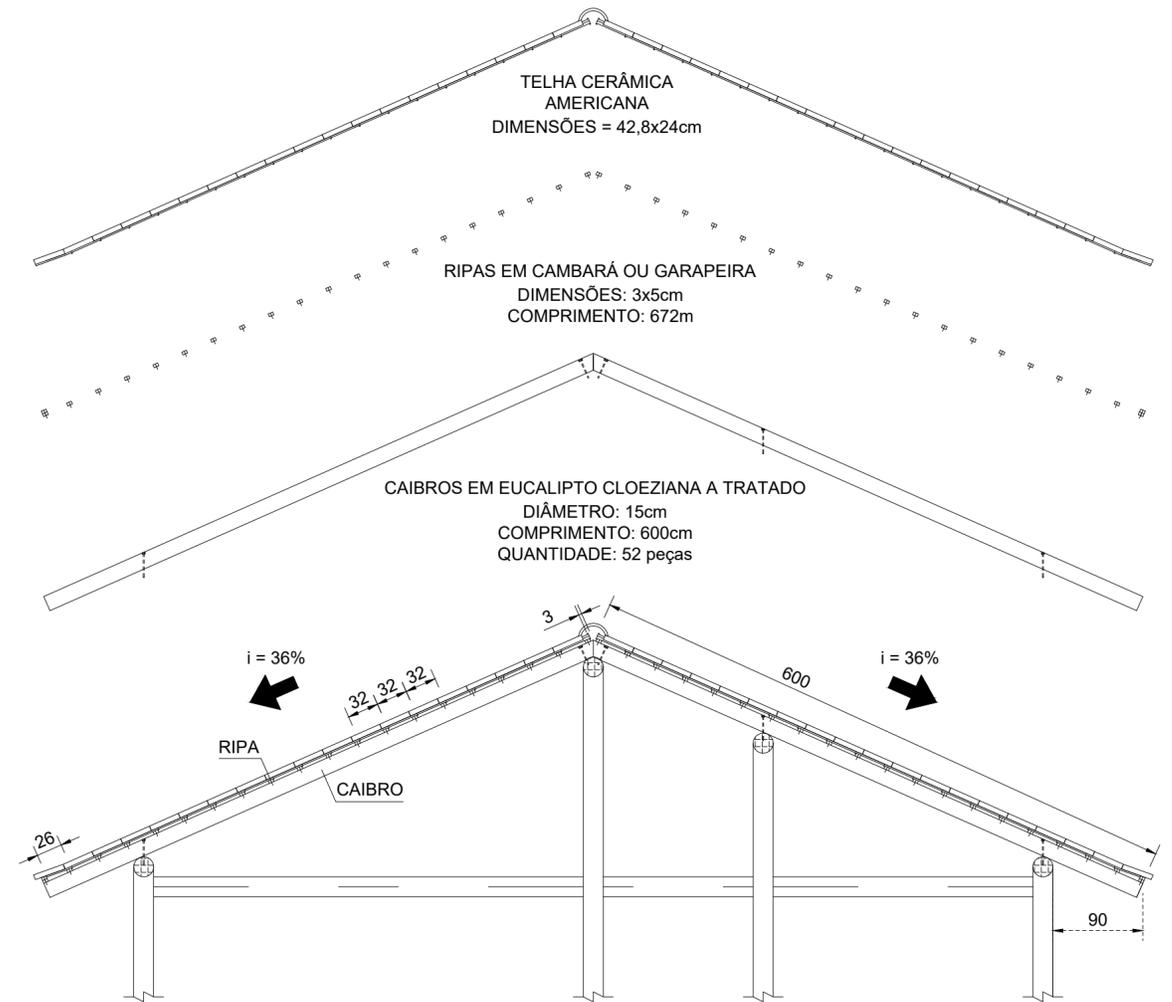
CORTE BB
ESC. 1/50

JUNÇÕES ENTRE PILARES E VIGAS	
ELEMENTO	SÍMBOLO
Junções dos Pilares Barra Rosqueada 1/2" Comprimento Variável	
Junções dos Pilares-Vigas Pino Barra Rosqueada 1/2" Comprimento = 20cm	

FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS - FEAMIG	
CURSO: ENGENHARIA CIVIL	10º PER.
ALUNO: EDUARDO RODRIGUES ANDRIONI	12/06/2021
ORIENTADOR: PROF. MS. DIEGO DE JESUS QUEIROZ ROSA	ESC. INDICADA
APÊNDICE B: PROJETO ESTRUTURAL	FOLHA Nº 02/03
TCC - DETALHAMENTO DE PROJETO A BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA	



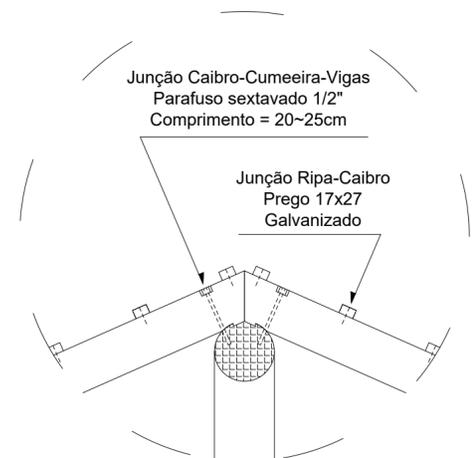
MADEIRAMENTO COBERTURA - VIGAS, CAIBROS E RIPAS - VISTA SUPERIOR
ESC. 1/50



MONTAGEM DO TELHADO - VISTA FRONTAL
ESC. 1/50

CÁLCULO DAS TELHAS

Área Cobertura = $12m \times 16m = 192m^2$
 Telha Americana = 14 un./m^2
 Quantidade = $192m^2 \times 14 \text{ un./m}^2 = 2688 \text{ unidades}$



FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS - FEAMIG	
CURSO: ENGENHARIA CIVIL	10º PER.
ALUNO: EDUARDO RODRIGUES ANDRIONI	12/06/2021
ORIENTADOR: PROF. MS. DIEGO DE JESUS QUEIROZ ROSA	ESC. INDICADA
APÊNDICE C: PROJETO DE COBERTURA	FOLHA Nº 03/03

TCC - DETALHAMENTO DE PROJETO A BENEFÍCIO DA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA