REVISTA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

SITIENTIBUS

TECNOLOGIAS SOCIAIS E ECONOMIA SOLIDÁRIA
EDIÇÃO ESPECIAL SEMANA DE ENGENHARIA

ARTIGO

DIMENSIONAMENTO DE ELEMENTOS ESTRUTURAIS EM MADEIRA: UMA ABORDAGEM DA NOVA NBR 7190:2022

SIZING OF WOODEN STRUCTURAL ELEMENTS: AN APPROACH FROM THE NEW NBR 7190:2022

ANTÔNIO RIBEIRO SANTOS JUNIOR

Mestre em Engenharia de Estruturas. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: arsjunior@uefs.br

ALEX MATHEUS LIMA DE SÁ

Graduando em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: alexmatheus2802@hotmail.com

JONY CLEY RODRIGUES DA SILVA CRUZ

Graduando em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: jonycley10@gmail.com

LEVY ENÉAS DA SILVA ALMEIDA

Graduando em Engenharia Civil. Universidade Estadual de Feira de Santana. E-mail: levyeneasdasalmeida@gmail.com

RESUMO

A madeira é um dos primeiros materiais a ser dominado pelo homem, o seu uso remonta aos primeiros assentamentos humanos. Porém, com a evolução tecnológica, o seu uso foi diminuído com passar dos séculos sendo vista como um material de uso artesanal ou simplesmente paisagísticos. Entretanto a madeira é um material durável e de qualidade. No presente artigo foram dimensionadas pilares, vigas e lajes de madeira com objetivo de demonstrar a viabilidade e a segurança de peças estruturais em madeira.

Palavras-chave: Estruturas, Madeira, dimensionamento, Estrutural.

ABSTRACT

Wood is one of the earliest materials mastered by humans, with its use dating back to the early human settlements. However, with technological advancements, its usage declined over the centuries, often being relegated to artisanal or purely aesthetic applications. Nevertheless, wood is a durable and high-quality material. This article presents the dimensioning of wooden pillars, beams, and slabs, aiming to demonstrate the feasibility and safety of structural components made from wood.

Keywords: Structures, Wood, Dimensioning, Structural.

INTRODUÇÃO

A madeira é um dos materiais que a humanidade domina a mais tempo; seu uso remonta a época dos primeiros assentamentos humanos onde era empregada na confecção de ferramentas e residências, sendo de fundamental importância para o dia a dia. Com avanço da civilização e o domínio de novos materiais e técnicas construtivas a madeira perdeu parte de seu protagonismo como material de construção civil.

Sendo leve e tendo resistência a tração e compressão semelhantes a madeira pode ser usada para funções estruturais se os devidos cuidados forem empregados. Em países orientais como China e Japão ela vem sendo empregada a milênios com durabilidade e segurança.

No Brasil, ao longo de sua história, o uso de técnicas construtivas inadequadas fez com que as construções em madeira sejam sinônimas de sub-habitação ou de pouca durabilidade, sendo utilizada principalmente pelas comunidades ribeirinhas e indígenas.

Devido a este contexto no Brasil a madeira foi relegada a um uso limitado do seu real potencial sendo usada principalmente para fins decorativos, em coberturas e em formas para a modelagem de peças em concreto armado. Neste cenário de subutilização da madeira as mudanças trazidas pela nova NBR 7190:2022 apresenta novos desafios para o emprego da madeira como um elemento estrutural.

O presente artigo tem como objetivo elucidar o dimensionamento de elementos estruturais em madeira usando a perspectiva das mudanças ocorridas com a nova NBR 7190:2022.

METODOLOGIA

Com o objetivo de demonstrar a facilidade e as considerações iniciais importantes que devem ser adotadas ao se

dimensionar uma estrutura aporticada, assim como levando o seu potencial estético a edificação tipo a ser estudada foi um restaurante de 192m² que a priori seria localizado na cidade Lençóis Bahia. Essa edificação hipotética conta com dois pavimentos um térreo e um primeiro andar, a Figura 1 apresenta a planta do térreo e a Figura 2 do primeiro pavimento.

Escolha da madeira ser utilizada

Uma mudança da nova NBR:7190 é a classificação da madeira por classe de resistência, essa mudança visa retirar o empirismo da classificação de madeiras pela espécie e garantir uma maior precisão do seu uso. Apesar de ter como objetivo facilitar o uso de madeiras como essa mudança é recente a indústria madeireira não se adaptou a esta nova exigência.

Com a classificação por classes de resistência se faz necessário o ensaio regular dos lotes de madeira assim como a adequação dos vendedores a saber qual madeira entregar quando a mesma for solicitada por classe de resistência e não pelo nome de uma espécie específica.

Como esta adaptação ainda está ocorrendo a primeira consideração a ser feita é a escolha de uma espécie de madeira, após essa escolha o próximo passo é encaixá-la em uma classe de resistência de forma a qual possa ser possível a execução dos cálculos estruturais.

O IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) disponibiliza a caracterização física de diferentes espécies de madeira comercial o que permite que uma determinada madeira seja incluída em uma classe de resistência. Vale ressaltar que o ideal é o uso de uma madeira proveniente de um lote ensaiado, mas na ausência do mesmo essa é uma alternativa viável.

Para esse projeto a madeira adotada foi a maçaranduba, o Quadro 1 apresenta as características físicas da maçaranduba nativa de acordo com o IPT.

Quadro 1 - Características da madeira Maçaranduba

Madeira: Maçaranduba	Estilo: Serrada	Valor Característico	
Densidade aparente a 15%	1000 Kg/m ³	E _{0,05}	18608,94 Mpa
Módulo de Elasticidade (E) 25%	14769 Mpa	f _{c0,k}	52,7436 Mpa
Resistência a compressão f _{c0,k} a 25%	59,8 Mpa	f _{vk}	9,79 Mpa
Resistência a compressão f _{c90,k} a 12%	75,348 Mpa		
Cisalhamento a 25%	13,2 Mpa		
Cisalhamento a 12%	13,99 MPa		

Fonte: IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo).

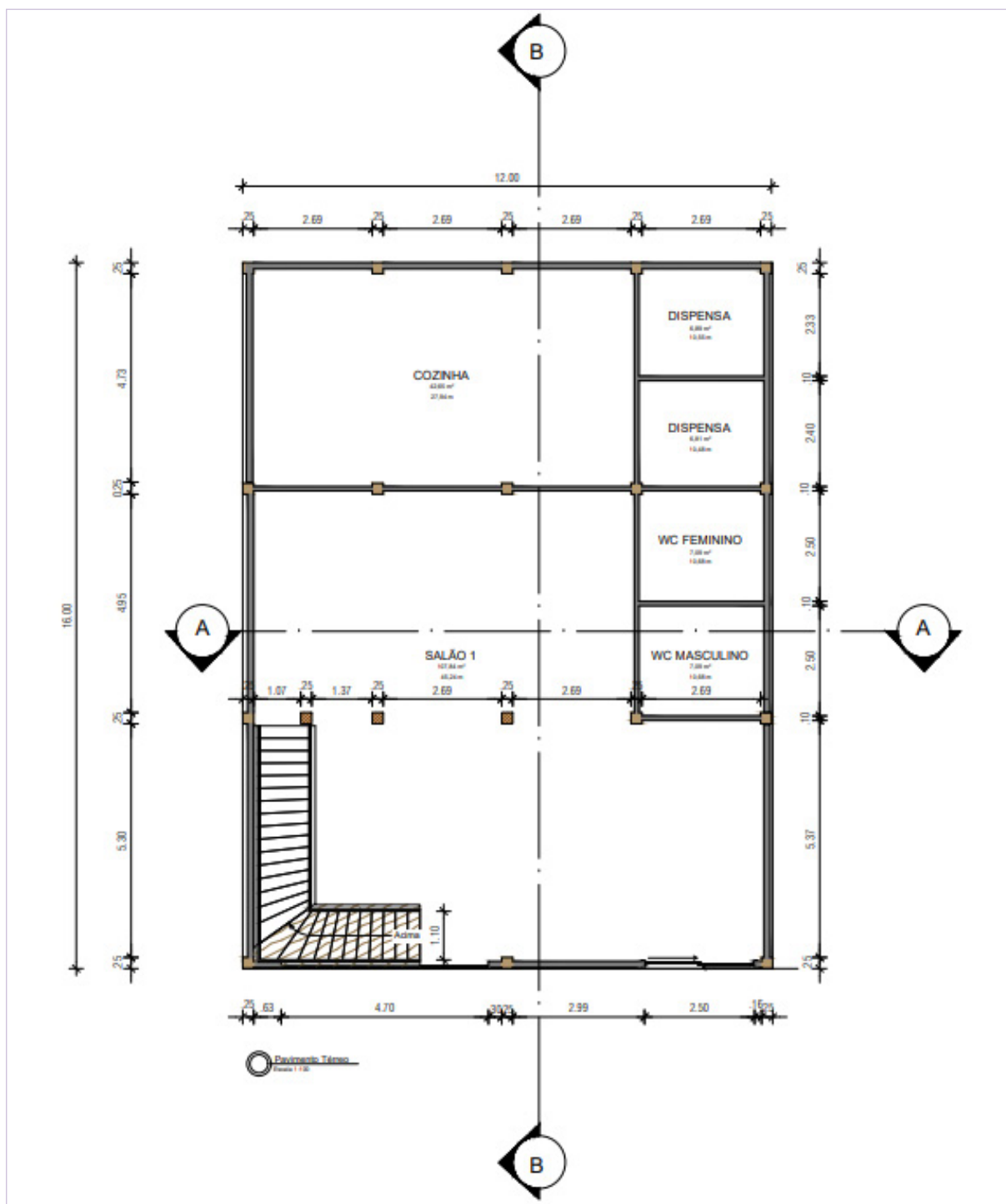
Quadro 2 - Características da madeira classe D50

Densidade aparente a 12%	850kg/m ³
Módulo de Elasticidade (E) a 12%	16500Mpa
Resistência a compressão f _{c0,k} a 12%	50Mpa
Cisalhamento a 12%	7Mpa

Fonte: ABNT NBR 7190 – 1:2022.

A maçaranduba tem uma resistência a compressão característica f_{c0,k} de 59,8Mpa o que a caracteriza como uma madeira adequada para a classe D60. Entretanto, na ausência de ensaios e uma caracterização mais rigorosa da madeira a ser utilizada em projeto a referida edificação vai ser dimensionada para uma madeira da classe D50 como uma medida de segurança. O Quadro 2 apresenta as características físicas dessa classe.

Figura 1 - Planta baixa térreo



Fonte: Os autores.

No dimensionamento de peças em madeira usa-se o $f_{c0,d}$ a tensão de dimensionamento que é obtida através da tensão característica que é obtida através da Equação 1.

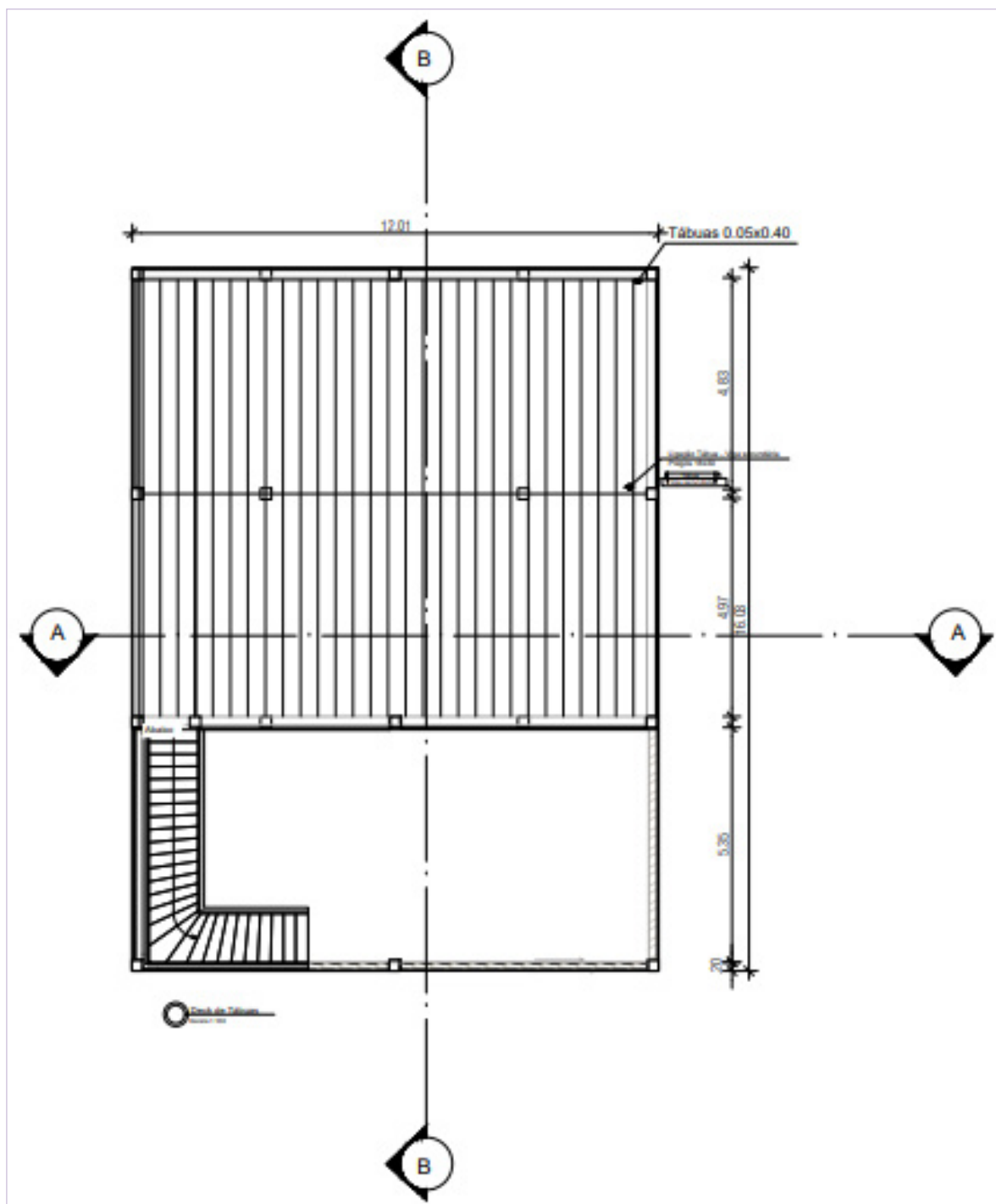
$$f_{c0,d} = \frac{f_{c0,k}}{\gamma_w} \cdot K_{mod} \quad (1)$$

O coeficiente γ_w é um coeficiente de ponderação para o dimensionamento que se encontra na NBR 7190:2022, o Quadro 3 apresenta os valores de γ_w Para os diferentes tipos

de esforços de dimensionamento. K_{mod} é a multiplicação dos coeficientes K_{mod1} e K_{mod2} que são encontrados em função do tempo de carregamento e da classe de umidade das tabelas 4 e 5 da NBR 7190:2022.

Para compressão e tração paralela as fibras γ_w tem o valor de 1,4. Como a madeira será utilizada para fins estruturais o carregamento será permanente o que representa um valor respectivo de K_{mod1} de 0,60. Como o K_{mod2} é encontrado de acordo com a umidade do local esse dado precisa

Figura 2 - Planta baixa 1º pavimento



Fonte: Os autores.

ser conhecido. Segundo o site Climate Data, a umidade na cidade Lençóis é de 69% em média, isto corresponde a classe de umidade 2 o que representa um valor 0,90 para o K_{mod2} . Possuindo os valores de K_{mod1} e K_{mod2} chegou-se ao valor de 0,54 para K_{mod} .

Aplicando esses valores na Equação 1 chegou-se a uma tensão de dimensionamento para o estado limite ultimo 17,52Mpa para resistência a tração e compressão paralela as fibras, assim como de 2,33Mpa para a tensão de cisalhamento.

Quadro 3 - Valores de γ_w

SITUAÇÃO	COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO (γ_w)
PARA ESTADO LIMITE ULTIMO	
Compressão paralelas as fibras	1,4
Tração paralelas as fibras	1,4
Cisalhamento paralelo as fibras	1,8
PARA ESTADO LIMITE DE SERVIÇO	
Adota-se o valor básico	1,0

Fonte: ABNT NBR 7190 – 1:2022.

Carregamento e combinações

A NBR 7190:2022 estabelece as combinações a serem realizadas para o cálculo de Estado limite último (ELU) e o estado limite de serviço (ELS). Essas combinações são necessárias como forma de garantir a integridade da estrutura. O estado limite último é estado máximo de utilização que a peça deve aguentar, o estado limite de serviço diz respeito ao comportamento da peça durante o seu carregamento mais comum, ele é utilizado para verificar questões de conforto durante o uso da edificação, como flechas excessivas e vibrações.

Para combinação de cargas no Estado Limite Último (ELU) é necessário considerar coeficientes de ponderação de acordo com a NBR 7190-2022. Para as cargas permanentes, o coeficiente de ponderação será $\gamma_g=1,3$, e para as cargas variáveis $\gamma_q=1,4$.

Para combinação de cargas no Estado Limite de Serviço (ELS) é necessário considerar o fator de combinação ψ_2 para cargas acidentais. Devido ao empreendimento ser um restaurante, será adotado o valor de 0,4 para ψ_2 . A combinação de forças é encontrada através das Equações 3 e 4:

Para ELU:

$$F_{d,ELU} = \sum G \cdot \gamma_g + Q_p \cdot \gamma_{qp} + \sum Q_i \cdot \gamma_{qi} \cdot \psi_0 \quad (2)$$

Sendo:

$\sum G \cdot \gamma_g$ = Somatória das Cargas Permanentes;

$Q_p \cdot \gamma_{qp}$ = Efeito da Carga Variável Principal;

$\sum Q_i \cdot \gamma_{qi} \cdot \psi_0$ = Somatória das Outras Cargas Variáveis.

$$F_{d,ELS} = \sum G + \sum Q_i \cdot \psi_2 \quad (3)$$

Sendo:

$\sum G$ = Somatória das Cargas Permanentes;

$\sum Q_i \cdot \psi_2$ = Somatória das Cargas Variáveis.

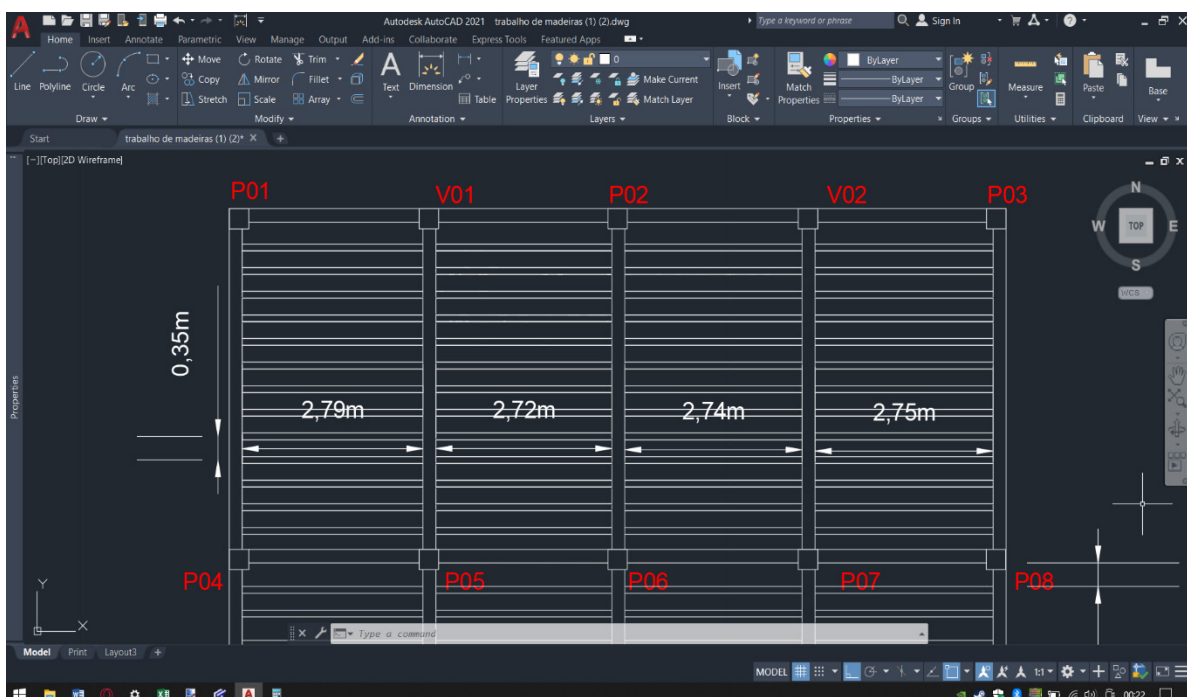
Para o estado limite último é necessário que se faça a combinação entre as diferentes cargas variáveis alternando carga variável principal e secundárias, isso é necessário pois a probabilidade das cargas variáveis estarem atuando ao mesmo tempo com toda a sua intensidade é mínima; após a realização das combinações adota-se o maior valor.

Lajes

Ao contrário do que acontece com lajes maciças de concreto armado é impossível fazer tal estrutura maciça em madeira o que se faz em alternativa é a construção de uma estrutura constituída de vigas principais e secundárias que servem de apoio para os pisos; o ideal é que os pisos sejam de madeira para evitar a necessidade grandes seções nas vigas secundárias. A Figura 3 apresenta um esquema da trama a ser empregada no segundo pavimento da edificação.

Para o piso adotou-se pisos de madeira de 10 cm de largura por 5cm de espessura de acordo com a NBR 7190-1:2022 o peso da madeira nativa D50 é de 850 kgf/m³, ao multiplicar esse valor pela espessura do piso obteremos a carga por metro quadrado do piso que será transmitida para as vigas secundárias que é respectivamente 42,5 kgf/m². O piso ficará entre o vão de 25 cm, cobrindo as vigas secundárias gerando uma largura de 35 cm em sua pior situação. A Figura 4 apresenta um esquema do apoio dos pisos nas vigas secundárias.

Figura 3 - Distribuição das Tramas no Piso



Fonte: Os autores.

Figura 4: Situação do Piso nas Vigas Secundárias



Fonte: Os autores.

Para sobrecarga de uso, NBR – 6120 oferece os valores para as cargas variáveis. Devido a estrutura ser um restaurante e a pior situação ser a do salão do primeiro pavimento, o valor da carga variável de uso corresponde ao Salão, de 3 kn/m² (305,916 kgf/m², convertendo). Munidos pelas Equações 2 e 3 é possível calcular a carga de piso na forma de Kg/m². Ao se multiplicar essa carga de área pelo comprimento do vão encontra-se a carga distribuída para as vigas secundárias. As cargas transmitidas pelo piso para as vigas secundárias para o ELU e ELS foram respectivamente 483,53 e 164, 87 Kg/m².

Quadro 4 - Resumo das diferentes seções analisadas

Seção	ELU (Kgf/m)	ELS (Kgf/m)	Flecha (mm)	Flecha máxima (mm)	Aproveitamento (%)
10X30	202,38	83,2	0,32	11,16	2,89
10X20	192,33	74,7	0,97		8,69
10x10	180,28	66,2	6,91		61,89

Fonte: Os autores.

Através da Equação 5 chegou a um índice de aproveitamento de 2,89%, esse índice de aproveitamento é muito baixo indicando que as vigas secundárias foram superdimensionadas, fazendo-se necessário o ajuste da seção. O Quadro 4 apresenta um resumo das seções analisadas, suas cargas para ELU e ELS assim como aproveitamento referente a cada uma.

Após o estudo dessas três seções optou-se pela seção de 10x10 que apresenta um melhor aproveitamento da peça.

Viga principal

Munidos com a carga que a viga secundária aplica nas vigas principais demonstrados no item anterior, podemos

Vigas Secundárias

O primeiro passo para se encontrar a carga nas vigas secundárias, é transmitir os esforços do piso para as vigas, os esforços no piso encontram-se como uma carga por área que é comum a toda a extensão do piso, por esse motivo se faz necessário converter esta carga distribuída em uma carga linear. Para isso basta multiplicar a carga do piso pelo vão da viga. Por questões de segurança optou-se por dimensionar a viga que sofre o maior carregamento.

Na nossa edificação o pior caso é o vão de 2,79m, ao se fazer a multiplicação encontra-se uma carga linear para o ELU e ELS de 169,24 e 57,7 Kg/m. o mesmo procedimento é feito pra o peso próprio da viga secundária que é combinado com a carga de uso da edificação, vinde Equação 2 e 3.

Por meio desses procedimentos chega-se a carga linear nas vigas secundárias; 202,38Kg/m para o ELU e 83.2 Kg/m para o ELS. Com essas cargas deve-se verificar a flecha desta viga mediante o carregamento. A flecha máxima para o ELS de uma viga é dado pela Equação 4 extraída da NBR:6120.

$$Flecha = \frac{L}{250} \quad (4)$$

L: Vão da viga em milímetros.

Ao dividir o vão (2790 mm) por 250 encontra-se uma flecha máxima de 11,16 mm. Usando o Software Ftool calculou-se a flecha para o ELS da viga em questão que possui uma seção arbitrada de 10x30 cm. O software retornou uma flecha de 0,32mm. Ao se dividir a flecha encontrada pela flecha limite encontra-se o nível de aproveitamento da peça; Equação 5.

$$A = \frac{Flecha}{Flecha\ máxima} \times 100 \quad (5)$$

assim calcular a carga e as deformações nas vigas principais. Assim como no item anterior as vigas principais serão dimensionadas para a pior situação (maior vão) no que tange as vigas principais o maior vão é de 4,95m.

As vigas secundárias lançam a sua carga na viga principal com um espaçamento de 0,35m entre elas, sendo assim, para uma facilitação nos cálculos convém que esta carga seja convertida em uma carga distribuída. Para isso divide-se a carga concentrada pelo seu vão de atuação (0,35m) o que se traduz numa carga linear de 530,25Kg/m para o ELS e de 1439,26Kg/m para o ELU.

A seção adotada para as vigas principais foi de 10X30; após a escolha da seção deve-se calcular o peso próprio da

viga que obtido multiplicando a seção pelo peso específico da madeira D50. O peso próprio deve ser combinado como uma carga permanente e então somado a carga aplicada na viga vinde Equação (2) e (3). A carga de peso próprio foi de 25,5 kgf/m.

Seguindo o mesmo procedimento de cálculo do item anterior após encontrar os carregamentos lineares na viga 1472,41 Kg/m para o ELU e 555,75 Kg/m para o ELS deve-se calcular a flecha máxima do vão, Equação (5).

Quadro 5 - Resumo das diferentes seções analisadas

Seção	ELU (Kgf/m)	ELS (Kgf/m)	Flecha (mm)	Flecha máxima (mm)	Aproveitamento (%)
10X30	1472,41	555,73	21,25	20,42	Seção não aprovada
20X30	1505,56	581,25	11,11		54,4

Fonte: Os autores.

A seção de 20X30 foi a seção utilizada no lugar da seção 10x30 com um aproveitamento de 54,4%.

Pilares

Os pilares assim como as vigas devem ser dimensionados para a pior situação, para isso é necessário se fazer uma análise das áreas de influência desses pilares em relação a cobertura. Foi considerado um telhado de quatro abas feito em madeira D50 e com telha colonial. Ao se fazer as combinações para o estado limite ultimo considerando como carga permanente o peso próprio e como variável a ação do vento e a carga de manutenção chegou-se a carga de 592,591 kgf/m². A Figura 5 apresenta a área de influência dos pilares da edificação.

O pilar com a maior área de influência é o P25, porém ele recebe menos vigas principais que o P23, por esse motivo será calculada a carga para ELU destes dois pilares. Foi adotada uma seção de 20x20cm para os pilares.

Reações no Pilar P25

As reações nos pilares são a carga do telhado, as vigas principais apoiadas. Através desses dados e aplicando as equações de combinações chegamos ao valor de 29267,8 Kg para o ELU. Como os pilares estão sujeitos a forças compressivas é necessário que se faça verificação quanto a compressão, para isso utiliza-se a Equação (6), chegando-se a tensão de 0,72KN/cm², ao converter a tensão de resistência de dimensionamento $f_{c0,d}$ para KN/cm² chega-se a 1,752KN/cm², ou seja, o pilar atende aos esforços solicitantes.

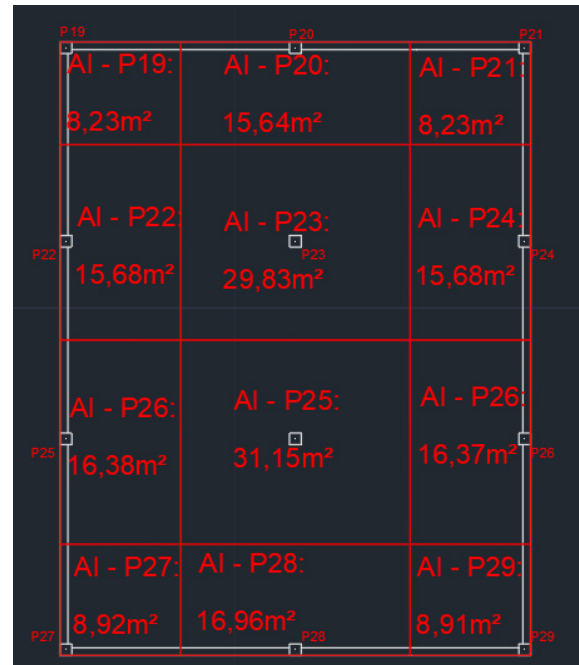
$$\sigma N_{c,d} = \frac{N_{c,d}}{A} \leq f_{c0,d} \quad (6)$$

Após a verificação a compressão deve ser feita a verificação a flambagem; a flambagem ocorre em peças comprimidas de forma axial se traduzindo de forma simplificada como a deformação em uma direção formando uma barriga. Apesar dos pilares da edificação terem 6,2m, as vigas entre

A flecha máxima encontrada foi de 20,42 mm; após deve-se se calcular a flecha em decorrência dos esforços solicitantes no ELS.

Para a seção de 10x30 cm os esforços solicitantes produziram uma flecha de 21,25 mm que supera a nossa flecha máxima, assim sendo, esta seção não pode ser empregada no projeto. O mesmo procedimento de cálculo foi aplicado em outra seção de forma que o Quadro (5) apresenta o resumo das diferentes seções estudadas.

Figura 5 - Área de influência dos pilares



Fonte: Os autores.

os pavimentos limitam a sua possibilidade de deslocamento fazendo com que o comprimento da peça seja igual ao pé direito da edificação: 3,1m. A NBR:7190 estabelece um critério de dispensa para a verificação de flambagem o λ_{rel} que é dado pela Equação (7). Como os pilares possuem uma seção quadrada os índices esbeltez nas direções x e y são iguais, no caso de seções retangulares recomendasse o cálculo da esbeltez na direção de menor inércia da peça, pois é a direção mais suscetível a flambagem. Caso $\lambda_{rel} < 0,3$ não é necessário fazer a verificação de flambagem.

$$\lambda_{relx} = \frac{\lambda_x}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c0,k}}{E_{0,05}}} \quad (7)$$

λ_x representa o índice de esbeltez segundo o eixo x, a NBR: 7190 2022 apresenta no item 6.5.3 a equação para o cálculo de λ_x , esta equação encontra-se abaixo; Equação (8).

$$\lambda = \sqrt{\frac{L_0}{i}} \quad (8)$$

L_0 é o comprimento de flambagem e dado pela multiplicação do comprimento da peça por um fator K_E que varia de acordo com as condições de apoio da peça, os valores de K_E podem ser encontrados na Tabela 7 da NBR: 7190 2022. A condição de apoio que corresponde a nossa edificação é um apoio do segundo gênero na base impedindo o deslocamento, mas permitindo rotação e no topo um apoio do primeiro gênero que só impede o deslocamento horizontal; este apoio é a rigidez decorrente das vigas. Para essa condição o valor de K_E é igual a 1,0 o que torna o comprimento de flambagem igual ao comprimento da peça: 3,1m.

O valor de rel encontrado foi de 1,12 < 0,3 o que torna necessário a verificação de esbelteza, a norma NBR 7190 2022 no seu item 6.5.5 apresenta o critério para a satisfação da esbelteza, representado pela Equação (9) abaixo.

$$\frac{\sigma_{Nc,d}}{K_{cx}f_{cx,d}} + \frac{\sigma_{Mx,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{My,d}}{f_{m,d}} \leq 1 \quad (9)$$

σ_M é a tensão normal de flexão proveniente do momento fletor de primeira ordem devido as forças laterais, excêntricas na aplicação das forças axiais, curvatura inicial da barra ou qualquer outra situação que momentos fletores de primeira ordem atuem na peça.

K_M é um coeficiente encontrado de acordo com o item 6.3.5 da NBR:7190.

Como o pilar sofre apenas força de compressão aplicada no centroide ele não apresenta momentos ao longo dos eixos x e y o que resulta na simplificação da Equação (9) na Equação (10).

$$\frac{\sigma_{Nc,d}}{K_{cx}f_{cx,d}} \leq 1 \quad (10)$$

K_{cx} é dado pela Equação (11) abaixo.

$$K_{cx} = \frac{1}{k_{cx} \sqrt{(k_{cx})^2 - (\lambda_{rel,cx})^2}} \quad (11)$$

Em que K_x é dado pela Equação (12)

$$K_x = 0,5 \cdot [1 + \beta_c (\lambda_{rel,x} - 0,3) + (\lambda_{rel})^2] \quad (12)$$

β_c é o fator para peças estruturais que atendam aos limites de divergência de alinhamento, para peças de madeira maciça serrada e peças roliças β_c é igual a 1,0.

Aplicando β_c é possível achar K_x e por sua vez K_{cx} , foi encontrado $K_x = 1,21$ e $K_{cx} = 0,60$ que aplicado na Equação (11) chega a relação $0,62 \leq 1,0$; sendo assim o pilar está dentro dos limites da norma.

Quadro 6 - Seções finais de projeto

	Seção (cm)
Viga secundaria	10x10
Viga principal	20x30
Pilares	20x20

Reações no Pilar P23:

Ao se executar o cálculo da tensão no pilar 23 verificou-se que sua tensão é de 0,70KN/cm² que é inferior ao do pilar P25 dispensando-se demais verificações, pois o P25 é a pior situação de projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Quadro 6 apresenta o resumo das seções encontradas para as vigas secundárias, vigas principais e pilares.

Podemos observa que os pilares têm a mesma base que as vigas principais, isso não é interessante do ponto de vista de execução e do posterior dimensionamento das ligações que não estão no escopo deste artigo. Por esse motivo a seção de 20x20cm nos pilares deve ser substituída por uma de 25x25cm de forma a garantir uma boa ligação entre as peças.

O aumento da seção garante uma maior inércia da peça e uma diminuição das tensões isso implica em um aumento no coeficiente de segurança dispensando assim a necessidade de novas verificações.

CONCLUSÃO

Conclui-se através dos resultados obtidos que o dimensionamento de peças estruturais em madeira é relativamente mais simples que o dimensionamento em estruturas de concreto armado por se tratar de um material maciço.

Com as mudanças da norma e atual inadequação do mercado de compra e venda de madeiras, seguir à risca o dimensionamento por classe de resistência sem identificar um grupo de espécies vegetais que possam ser empregadas no projeto pode vir a inviabilizar a execução ou levar no emprego de uma espécie vegetal que não atenda as especificações técnicas. Ademais, uma vez que o mercado tem se adaptado as mudanças na norma, está aberta a possibilidade para uma ampliação nos usos de peças em madeira.

Essa ampliação se torna possível pois a classificação por resistência tira o empirismo e o tradicionalismo do uso de peças em madeira e passa a tratá-la como um insumo da construção civil e seu devido rigor técnico.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Parte 1: Critérios de dimensionamento.** Rio de Janeiro, 29 de junho de 2022.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120: Cargas para o cálculo de estruturas em edificações.** Rio de Janeiro, 30 de Setembro de 2019.

IPT – INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Informações madeiras.** 2023. Disponível em: <https://www.ipt.br/informacoes_madeiras/32-guajara.htm> Acesso em 14/04/2023