

## Licença



Este trabalho está licenciado sob uma licença [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Fonte: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/732>. Acesso em: 27 maio 2026.

## Referência

PANTOJA, João da Costa; PÉREZ PEÑA, Luis Alejandro; SARASTY NARVÁEZ, Nathaly (org.). **Projetos em sistemas estruturais em madeira 2**. Brasília: LaSUS FAU, 2026. *E-book* (177 p., il). (Caderno de arquitetura e urbanismo; 1). DOI: <https://doi.org/10.26512/plunb.732>. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/book/732>. Acesso em: 27 maio 2026.

# Maadeira. NO. 2

## PROJETOS EM SISTEMAS ESTRUTURAIS EM MADEIRA 2

ORGANIZADORES:

JOÃO DA COSTA PANTOJA

LUIS ALEJANDRO PÉREZ PEÑA

NATHALY SARASTY NARVÁEZ





# CADERNO DE ARQUITETURA E URBANISMO

## Projetos em Sistemas Estruturais em Madeira No.2



### **Autores**

Beatriz Nunes Miranda  
Bianca Batista Araujo  
Daniela Salgado Marcon  
Eduarda Gomes de Souza  
Isabela Paganini Navarro De Oliveira  
Isabela Santos Gushikem e João Pedro Macedo  
Isabella Guimaraes Lopes Carvalho  
Leticia Pimentel Garcia  
Leticia Tanuy Goncalves  
Lívia Tolentino de Araújo  
Lucas Carvalho Mendes  
Lorenzo Machado Bastos  
Maria Fernanda Borges Sa Fortes  
Mauricio Simionato Arnemann  
Nathaly Sarasty Narváez  
Renata Rocha Damasceno  
Stênio Rogers

**Brasília**

**2026**

## UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Reitora: Rozana Reigota Naves  
Vice-Reitor: Márcio Muniz de Farias  
Decana de Pesquisa e Inovação: Renata Aquino da Silva  
Decanato de Ensino de Graduação: Tiago Araújo Coelho de Souza

## FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

Diretor: Caio Frederico e Silva  
Vice Diretor: Ricardo Trevisan

### Organizadores

João da Costa Pantoja  
Luis Alejandro Pérez Peña  
Nathaly Sarasty Narváez

### Diagramação

Lívia Tolentino de Araújo, Lucas Carvalho Mendes

### Foto Capa

Lucas Carvalho Mendes

### Conselho Editorial

Eliete de Pinho Araújo, CEUB, coordenadora do mestrado em Arquitetura e Urbanismo do CEUB Link CNPQ - <http://lattes.cnpq.br/8958239079490571>  
Wilson Emilio David Sánchez, Doutor em Estruturas e Construção Civil pela UnB CNPQ - <http://lattes.cnpq.br/5622336829690537>  
Andrea Juliana Alarcón Posse, Doutora em Geotecnia pela UnB CNPQ - <http://lattes.cnpq.br/9771882230371198>  
Daniela Toro Rojas, Doutora em Geotecnia pela UnB CNPQ - <http://lattes.cnpq.br/0328998300988742>  
Savio Tadeu Guimarães, Doutor em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro CNPQ - <http://lattes.cnpq.br/5125621912157038>

### Comissão executiva

Lívia Tolentino de Araújo, graduanda Programa de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UnB Link lattes - <http://lattes.cnpq.br/3469952065237528>  
Lucas Carvalho Mendes, graduando Programa de Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UnB Link lattes - <https://lattes.cnpq.br/0093654696721215>  
Nathaly Sarasty Narváez, Doutora em Estruturas e Construção Civil pela UnB, professora da UnB Link lattes - <https://lattes.cnpq.br/14729925139982>

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Projetos em sistemas estruturais em madeira 2 [livro eletrônico] / organizadores João da Costa Pantoja, Luis Alejandro Pérez Peña, Nathaly Sarasty Narváez. -- Brasília, DF : LaSUS FAU, 2026.  
-- (Caderno de arquitetura e urbanismo; 1) PDF  
Vários autores.  
ISBN 978-65-84854-72-7  
1. Madeira - Estruturas 2. Arquitetura 3. Engenharia civil (Estruturas)  
I. Pantoja, João da Costa.  
II. Peña, Luis Alejandro Pérez.  
III. Narváez, Nathaly Sarasty.  
IV. Série.

26-357953.0

CDD-720

### Índices para catálogo sistemático:

1. Arquitetura 720  
Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

# APRESENTAÇÃO

Este caderno reúne os trabalhos desenvolvidos pelos alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília durante o período em que atuei como professora substituta na disciplina Sistemas Estruturais em Concreto. Cada projeto, elaborado como trabalho final de semestre, apresenta um estudo de pré-dimensionamento estrutural de residências, evidenciando as múltiplas possibilidades e a versatilidade das estruturas metálicas.

Ao longo das páginas, o leitor encontrará uma diversidade de propostas estruturais aplicadas a um mesmo terreno situado em Brasília, estudado previamente pelo professor Luis Alejandro Perez. O desenvolvimento dos trabalhos teve início com a concepção do projeto arquitetônico, seguido pelo lançamento e definição do sistema estrutural mais adequado para cada solução. Posteriormente, foram realizados os dimensionamentos simplificados dos elementos estruturais, utilizando tanto métodos manuais tradicionais quanto ferramentas computacionais, como os softwares Ftool e JWood.

Convido o leitor a explorar este material, no qual a seleção das tipologias e de seus respectivos sistemas estruturais resulta em propostas com funcionalidade, buscando o equilíbrio entre desempenho estrutural, viabilidade econômica e estética. Este caderno evidencia o comprometimento dos estudantes com uma abordagem integrada entre arquitetura e engenharia estrutural.

[Nathaly Sarasty Narváez](#)

# RESUMO

Este caderno compila os resultados dos trabalhos finais de semestre realizados pelos alunos de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Os projetos abrangem edificações concebidas pelos próprios alunos.

O foco central desses trabalhos reside na seleção criteriosa do sistema estrutural mais adequado para cada projeto arquitetônico. O processo inclui o lançamento estrutural dos elementos e o cálculo simplificado das dimensões de peças como vigas, pilares e lajes. Desenvolvidos em grupos, seguindo etapas orientadas pela professora da disciplina, os trabalhos são posteriormente apresentados à turma.

Os resultados não apenas refletem a dedicação dos alunos, mas também servem como referência para as turmas seguintes, inspirando futuros projetos. As apresentações destacam-se pela análise detalhada das seções, proporcionando uma valiosa orientação para aqueles que irão trilhar o mesmo caminho no próximo semestre.

**Palavras-chave:** Sistema Estrutural. Madeira. Projeto estrutural.

# ABSTRACT

This book compiles the results of the final semester projects carried out by students from the Architecture and Urbanism program at the University of Brasília. The projects comprise buildings conceived by the students themselves. The main focus of these works lies in the careful selection of the most appropriate structural system for each architectural proposal.

The development process includes the structural layout of the elements and the simplified sizing of components such as beams, columns, and slabs. Developed in groups, following stages guided by the professor, the projects are later presented to the class.

The results not only reflect the students' dedication but also serve as a reference for future students, inspiring upcoming projects. The presentations stand out for their detailed analysis of structural sections, providing valuable guidance for those who will follow the same path in the next semester.

**Keywords:** Structural System. Wood. Structural project

# RESUMEN

Este libro reúne los resultados de los trabajos finales de semestre realizados por los estudiantes de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Brasilia. Los proyectos abarcan edificaciones concebidas por los propios estudiantes. El enfoque central de estos trabajos radica en la selección rigurosa del sistema estructural más adecuado para cada proyecto arquitectónico.

El proceso incluye el planteamiento estructural de los elementos y el cálculo simplificado de las dimensiones de componentes como vigas, columnas y losas. Desarrollados en grupos, siguiendo etapas guiadas por la profesora de la asignatura, los trabajos son posteriormente presentados.

Los resultados no solo reflejan la dedicación de los estudiantes, sino que también sirven como referencia para los grupos siguientes, inspirando futuros proyectos. Las presentaciones se destacan por el análisis detallado de las secciones estructurales, proporcionando una valiosa orientación para quienes recorrerán el mismo camino en el próximo semestre.

**Palabras clave:** Sistema Estructural. Madera. Proyecto Estructural

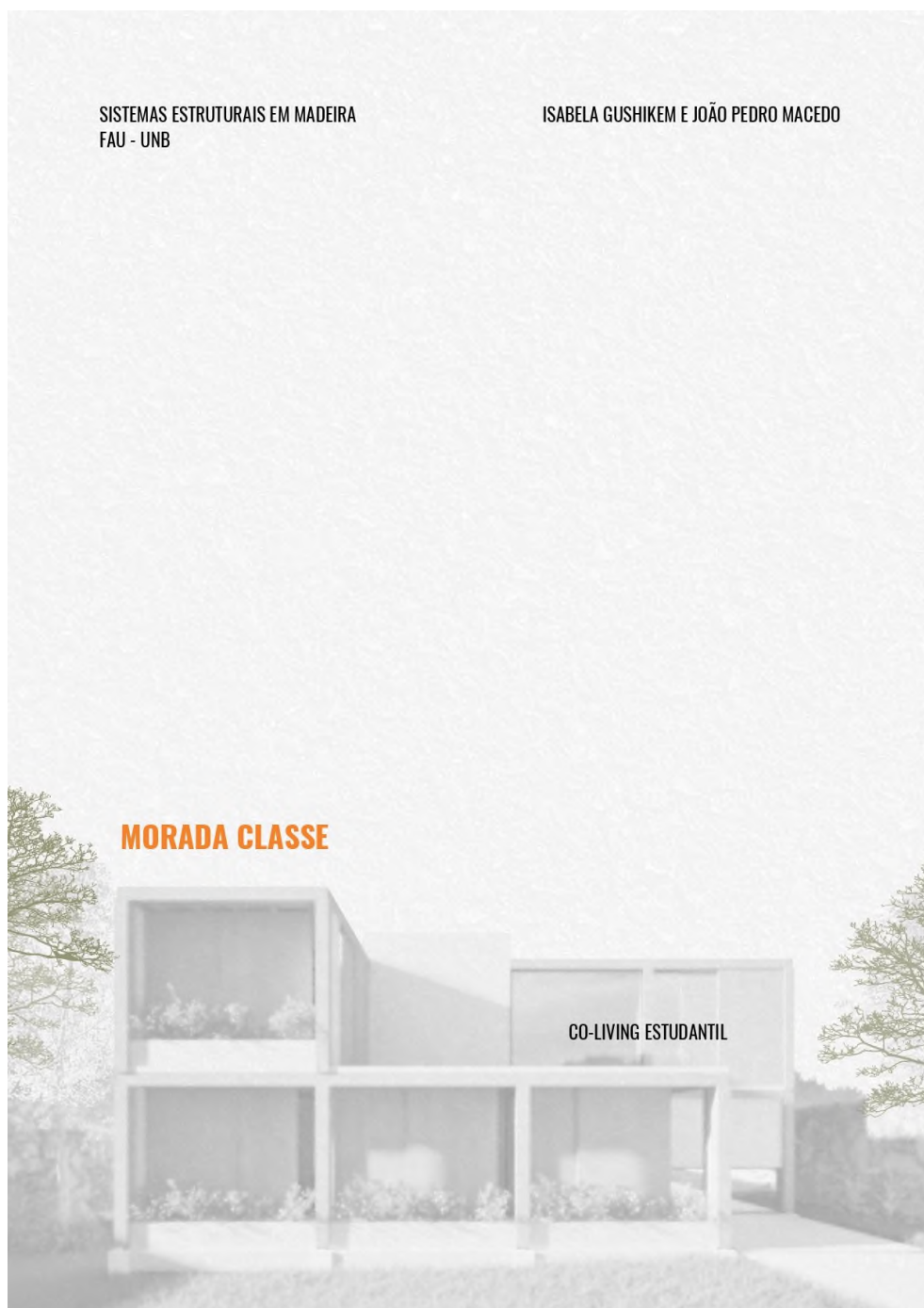
# SUMÁRIO

Morada Classe .....	8
Casa Jatobá .....	30
Habitação Unifamiliar .....	60
Casa Xilo .....	112
Casa Sáfica .....	142
Comissão organizadora .....	176

# Morada Classe – Isabela Santos Gushikem e João Pedro Macedo

SISTEMAS ESTRUTURAIS EM MADEIRA  
FAU - UNB

ISABELA GUSHIKEM E JOÃO PEDRO MACEDO



**MORADA CLASSE**

CO-LIVING ESTUDANTIL

A cidade de Brasília, a capital federal e um dos maiores centros urbanos do país, atrai pessoas de todos os lugares por diferentes motivos: alta renda per capita comparada a outras cidades do país, a possibilidade de prestação de serviços públicos e a realização de concursos, ampla oferta de estudos, entre outros.

A cidade possui a maior taxa de escolaridade líquida (percentual de jovens de 18 a 24 anos matriculados no ensino superior) do país, cerca de 34%. Isso se deve a ampla oferta de cursos de ensino superior, em especial a oferta estudos em universidades públicas, o que a torna uma cidade atrativa para estudantes que almejam ingressar numa faculdade.

Tendo em vista o alto índice de alunos matriculados nessas instituições, além dos próprios números brutos de alunos matriculados (apenas a UnB já possui algo próximo de 50 mil alunos de graduação matriculados) e da possibilidade de ingresso a partir de qualquer lugar do país, a república estudantil visa receber os diversos estudantes de todo o país além de, possivelmente, estudantes internacionais para darem continuação aos seus estudos na capital federal.

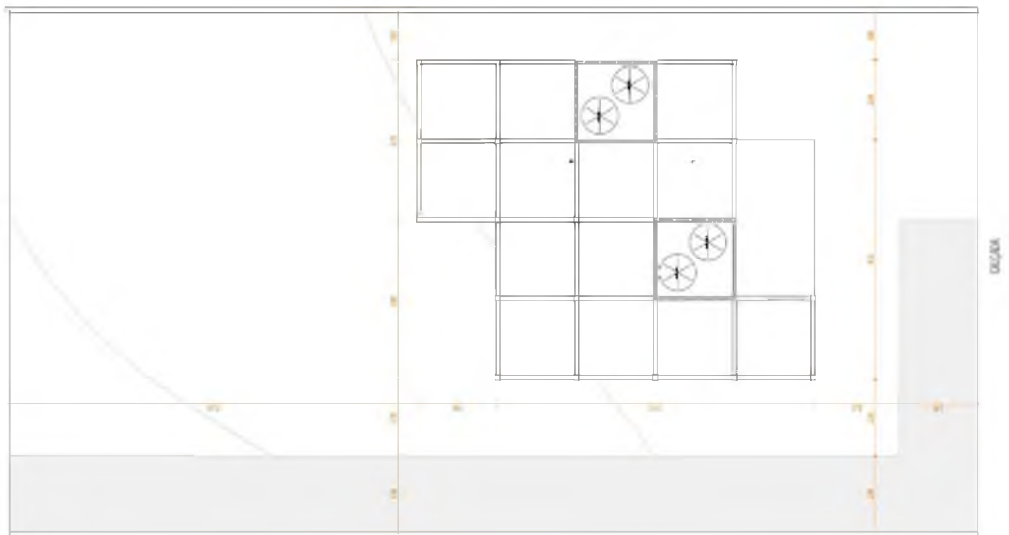
A modulação da casa de estudantes acontece a partir de uma modulação de pórticos de três metros que possibilita a existência de uma planta que abriga todas as necessidades básicas para um adequado funcionamento dos espaços a partir não só da perspectiva arquitetônica, bem como de um ponto de vista social, permitindo sempre a integração e troca entre os moradores nos espaços. A partir desse padrão espacial, a casa conta com 7 dormitórios com capacidade para 12 alunos divididos em dois pavimentos, área social para interações, uma cozinha coletiva bem como os banheiros. Todos os espaços buscam trazer trocas culturais e sociais entre os alunos neste coliving universitário.

SITUAÇÃO - SHIS QI 26 CONJUNTO 04 LOTE 01

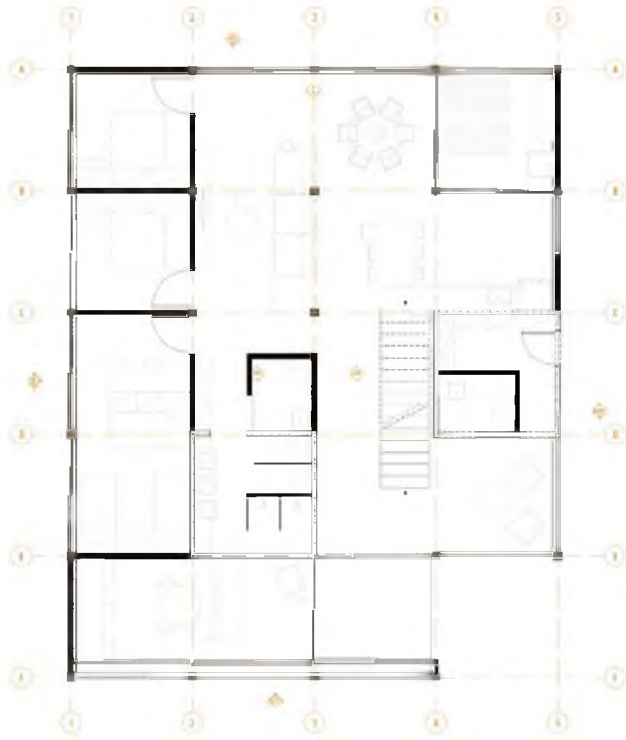


LOCAÇÃO

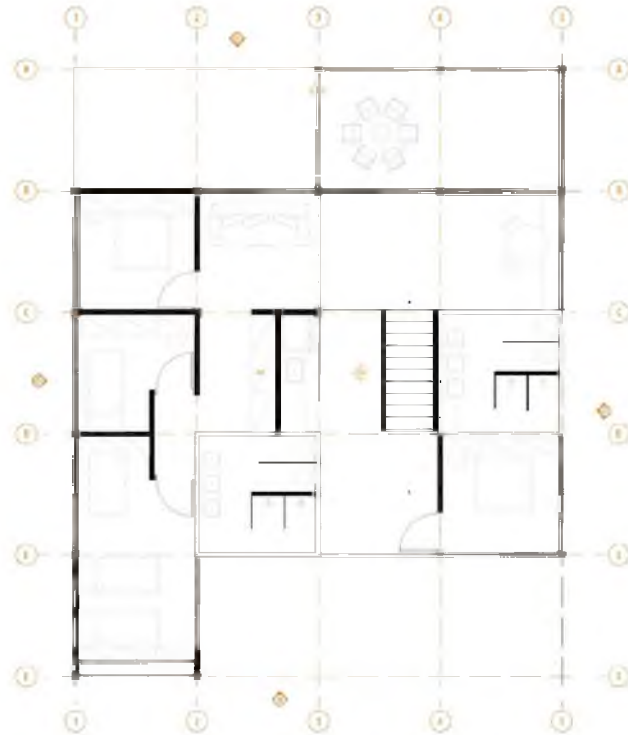
O terreno fica localizado em um lote de esquina no Lago Sul, com sua fachada principal orientada para Sudeste. Da cota de soleira da calçada até o final do lote, o terreno possui uma inclinação de aprox. 2m, dando vista para um vale pela fachada posterior da casa.



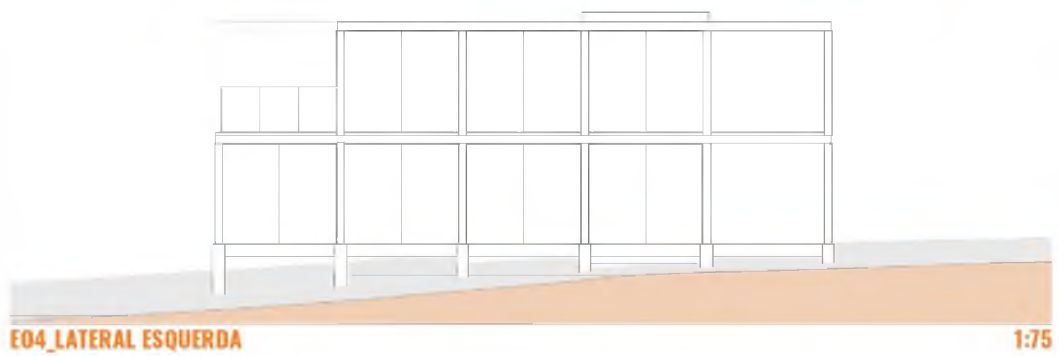
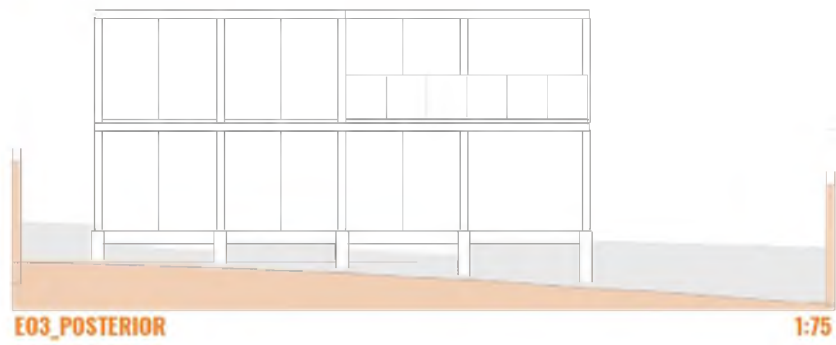
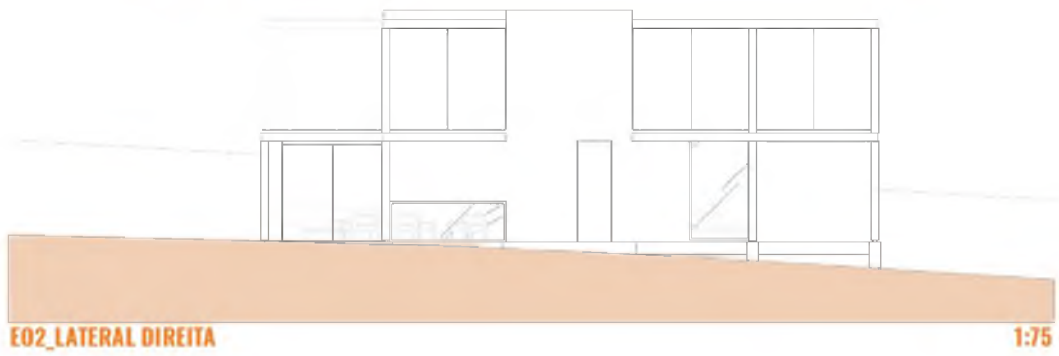
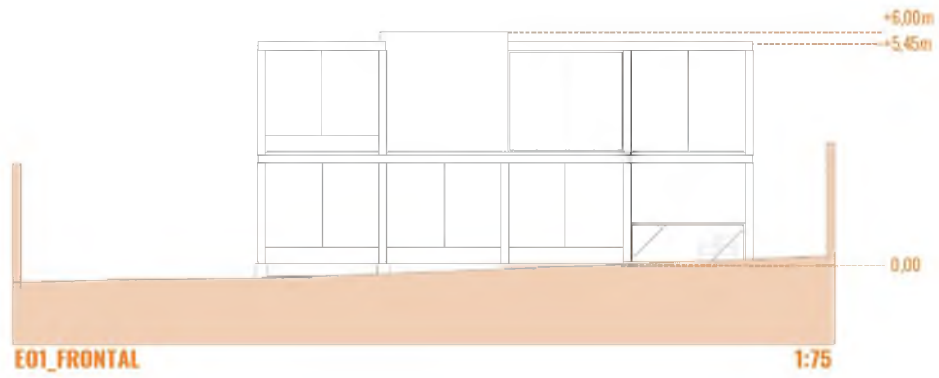
LOCAÇÃO  
1:100

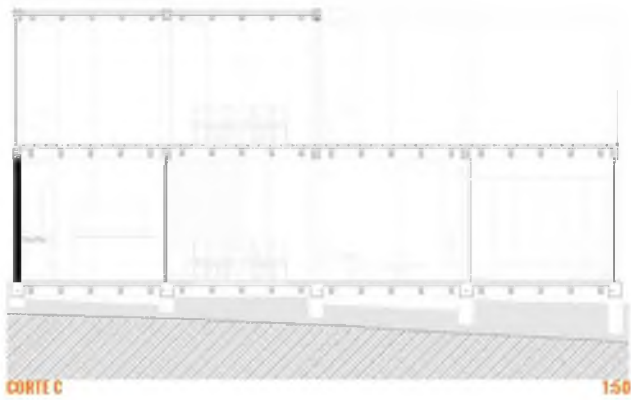
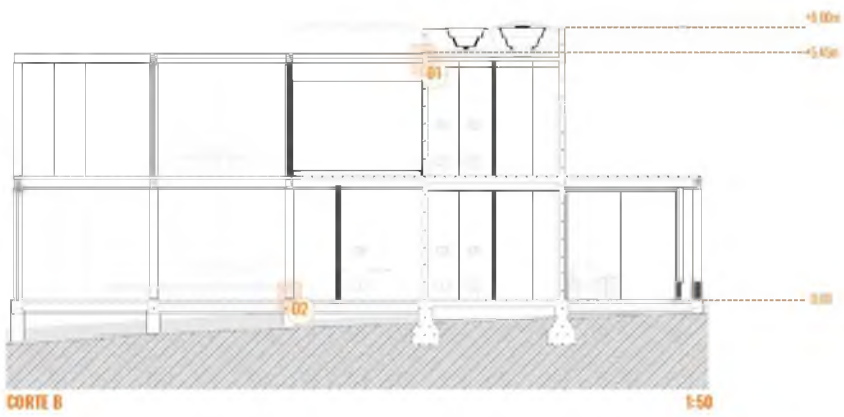
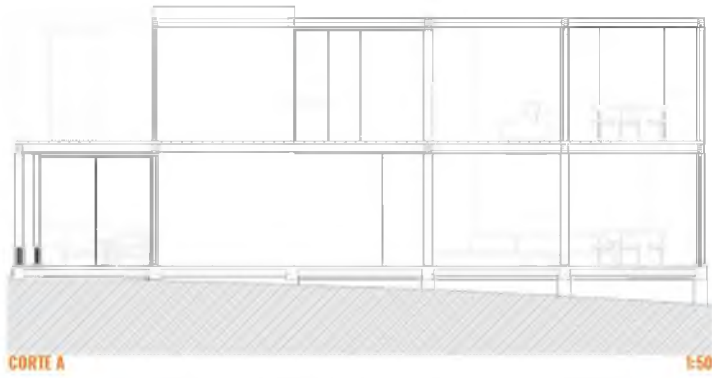


PLANTA DE LAYOUT TÉRREO  
1:50



PLANTA DE LAYOUT PAV.1  
1:50





**01 VIGA - NÚCLEO RÍGIDO**

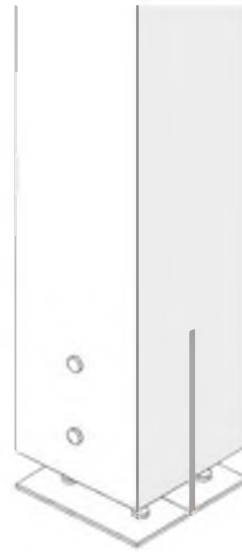
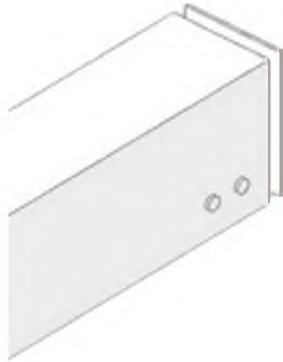


**02 PILAR - LAJE**



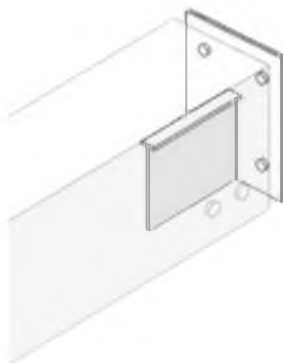
**01**

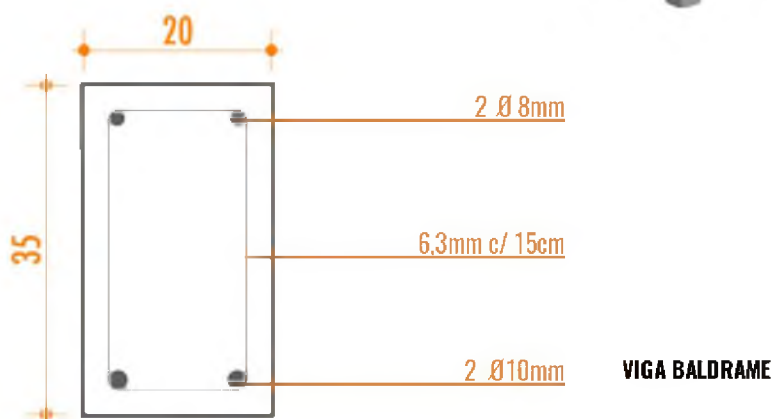
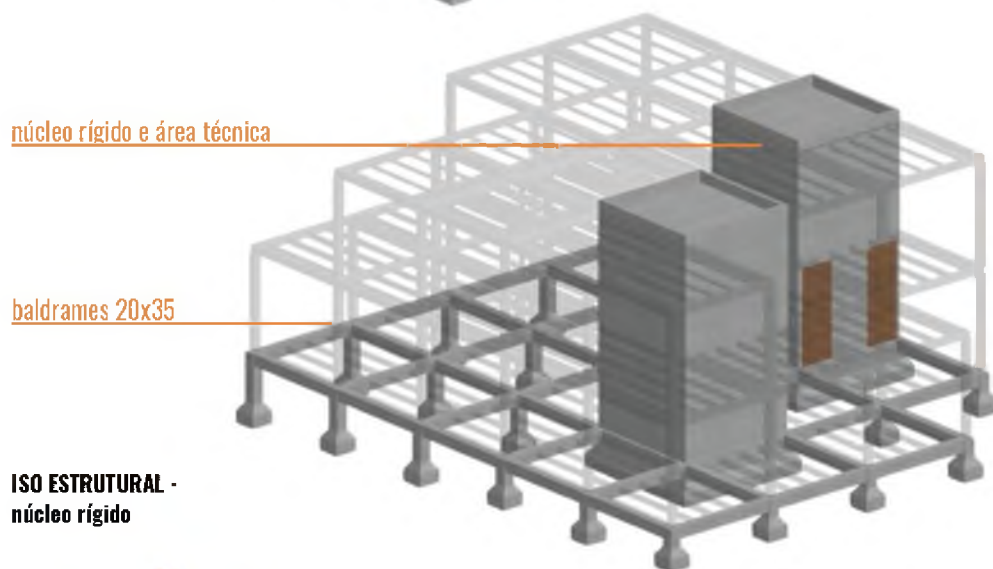
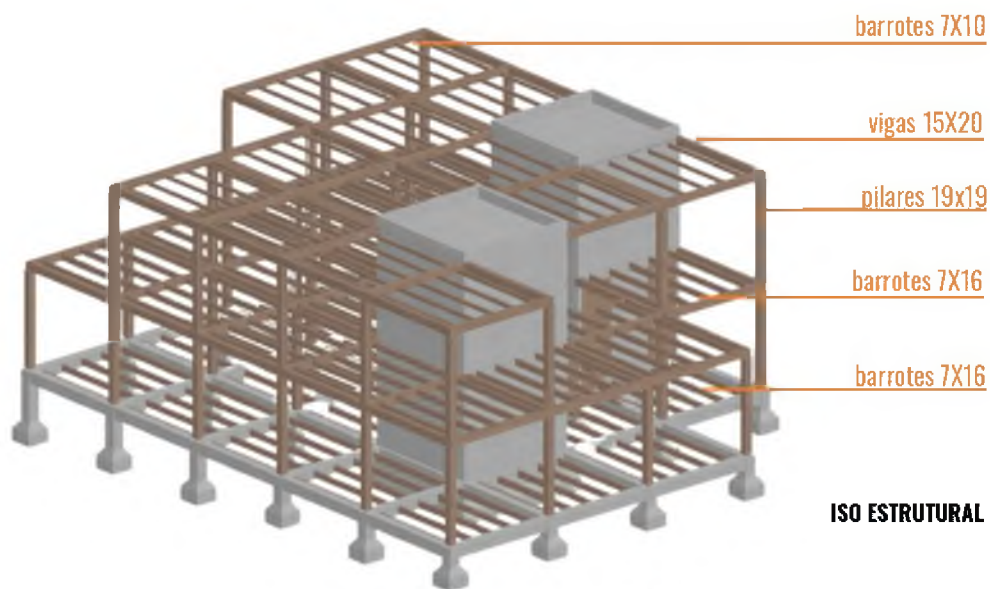
**VIGA - NÚCLEO  
RÍGIDO**

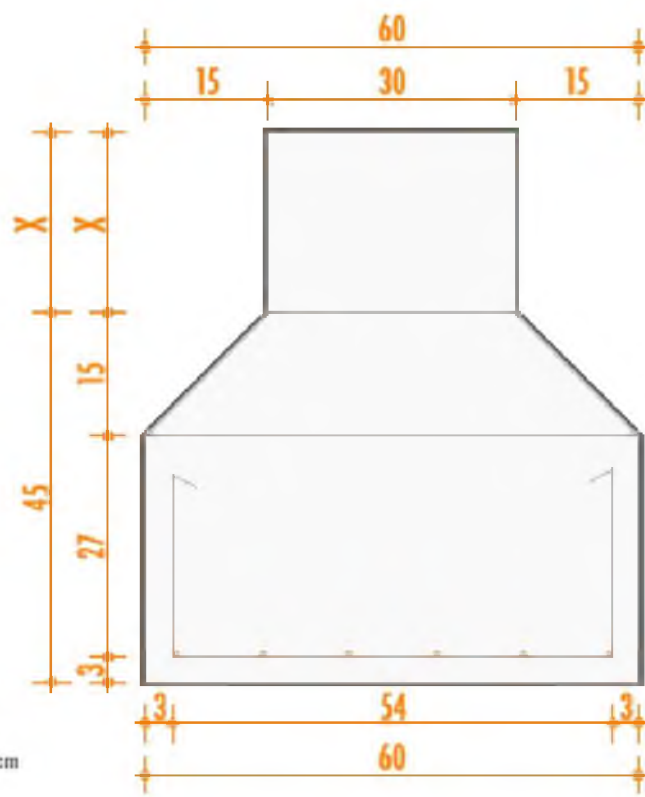
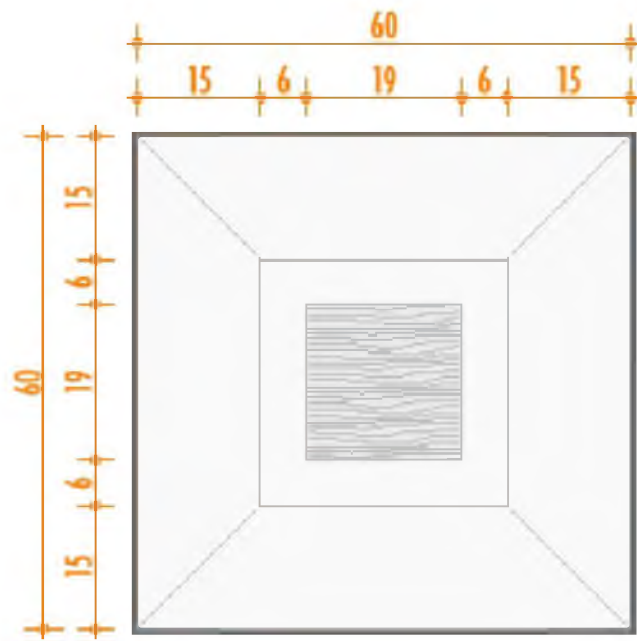


**02**

**PILAR - LAJE**







6 barras de  
6,3mm c/ 10 cm

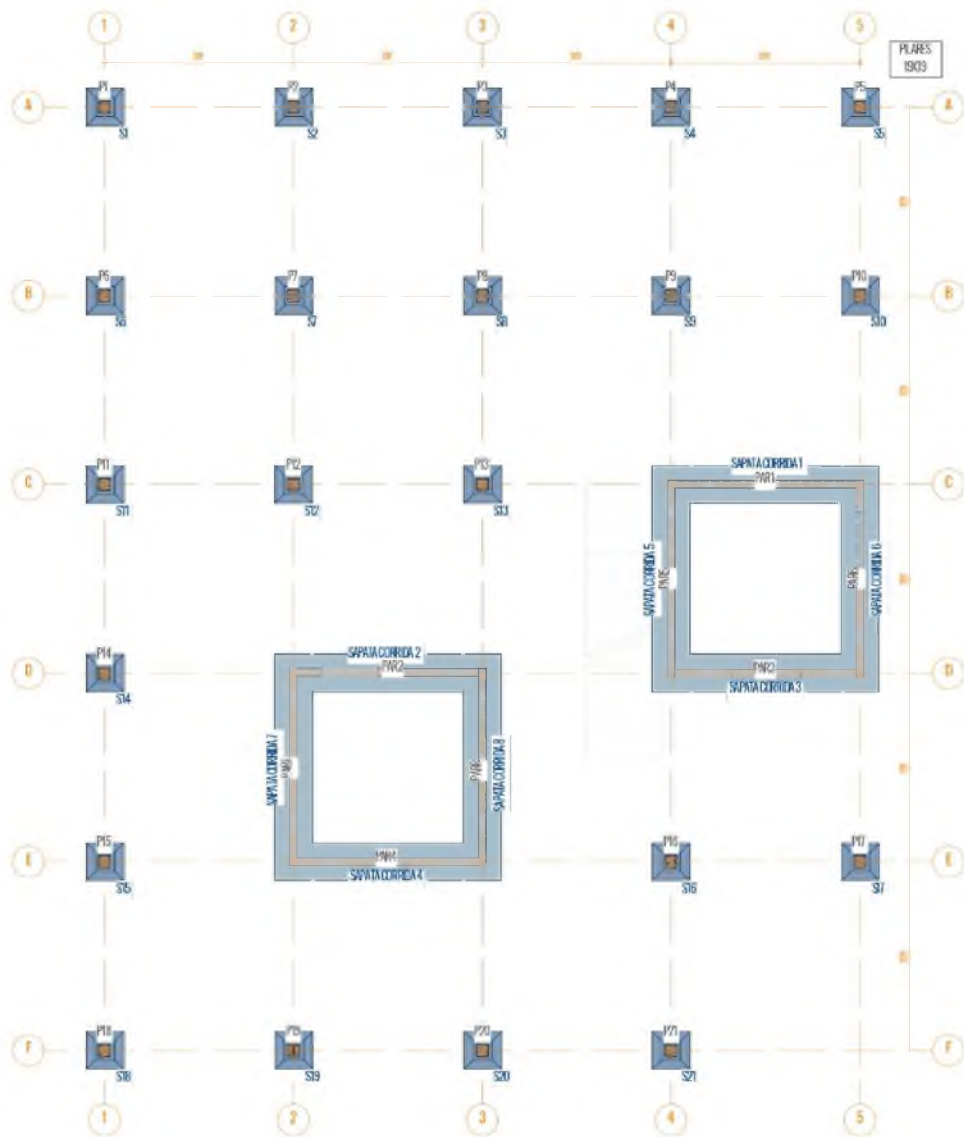
IMAGEM RENDERIZADA\_FACHADA  
FRONTAL



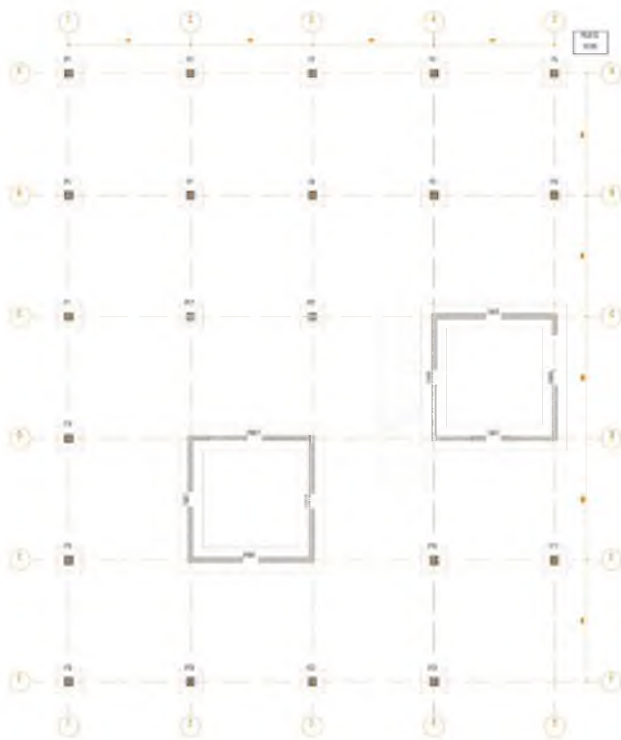
## PLANTAS DE FORMAS E CÁLCULOS (1º PAVIMENTO)

EXCEL COMPLETO

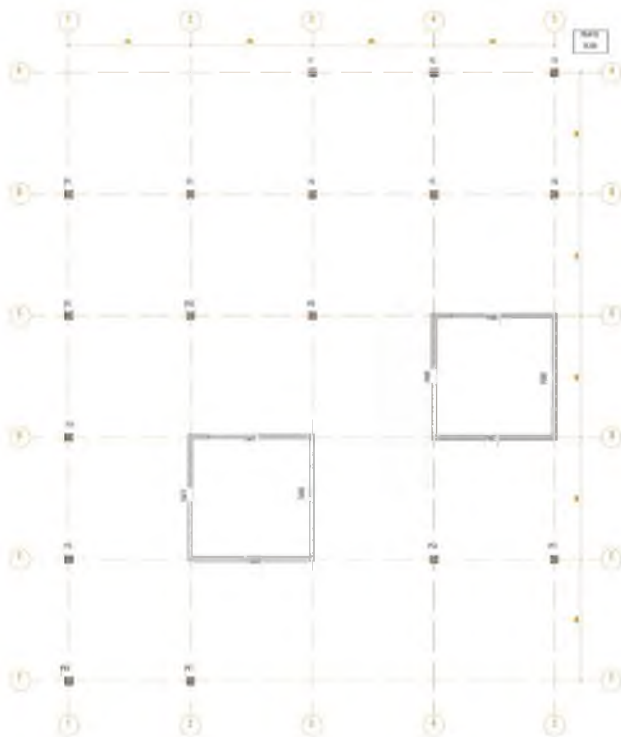




**PLANTA DE FUNDAÇÕES  
ESC. 1:25**



**LOCAÇÃO DE PILARES TÉRREO**  
**ESC. 1:50**

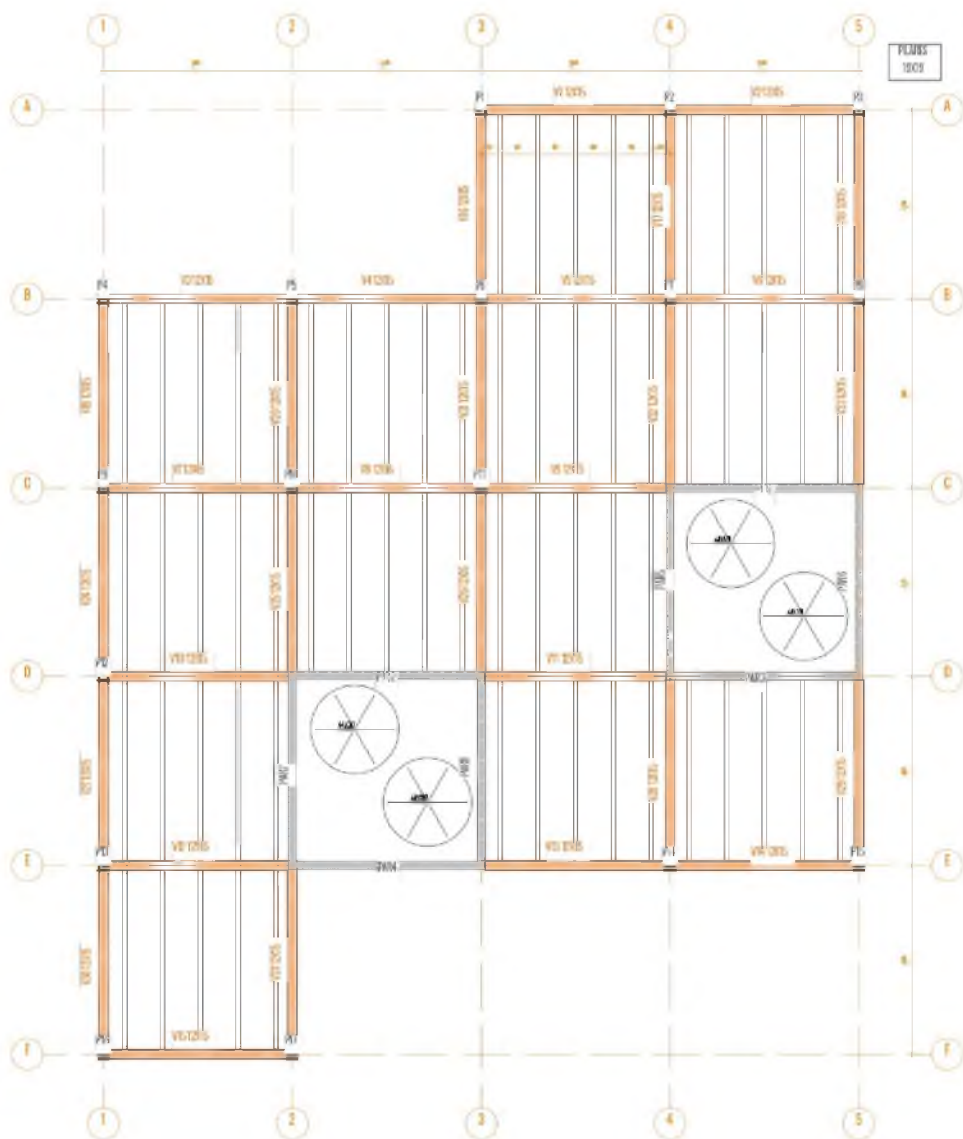


**LOCAÇÃO DE PILARES PAV.1**  
**ESC. 1:50**



**PLANTA DE FORMAS TÉRREO**  
**ESC. 1:25**





**PLANTA DE FORMAS COBERTURA**  
**ESC. 1:25**

**SEÇÕES ESTRUTURAIS:**

- **VIGAS DE COBERTURA:** B = 12cm; H = 15cm
- **VIGAS 1º PAVIMENTO:** B = 15cm; H = 20cm
- **VIGAS BALDRAME:** B = 20cm; H = 35cm
- **PILARES:** 19cm x 19cm
  
- **BARROTES DE COBERTURA:** B = 7cm; H = 10cm
- **BARROTES 1º PAVIMENTO:** B = 7cm; H = 16cm
- **BARROTES TÉRREO:** B = 7cm; H = 16cm
  
- **SAPATAS:** A = 60cm; B = 60cm; ap = 19cm; bp = 19cm; CA = 20,5cm; CB = 20,5cm

PROPRIEDADES FÍSICAS							
Condição	Densidade (g/cm³)			Condição de saturação e seca em estufa			Condição Tangencial/Radial
	total	verde	basica	horizontal	radial	longitudinal	
	8,85	1,24	6,76	-	1,7	1,4	2,26
Condição	Flexão estática (MPa)		Compressão (MPa)		Dureza (N/mm²)		
	Modulo de Ruptura	Modulo de Elasticidade (x1000)	Resistência à flexão	Resistência à Ruptura	Paralela às fibras	Transversal às fibras	
	Verde	107,09	14,02	54,82	9,9	890,02	8463,44
	Seca	107,2	13,39	75,81	11,0	1028,76	10944,25
Condição	Fenômeno (MPa)		Cisalhamento (MPa)		Extração de água		
	Tração	Fenômeno à ruptura	Resistência à ruptura	Paralelas às fibras	Transversal às fibras		
	Verde	6,77	88,88	14,11	-	-	
	Seca	6,67	76,31	15,02	-	-	
Compressão paralela (MPa)		F <sub>c,med,12</sub>	75,81				
Flexão estática (MPa)		F <sub>b,med,12</sub>	107,2				
Cisalhamento (MPa)		F <sub>v,med,12</sub>	15,02				
Modulo de elasticidade (MPa)		E <sub>med,12</sub>	10000				

PROPRIEDADES FÍSICAS			
Compressão paralela (MPa)	F <sub>c,med,12</sub>	75,81	9,9
Flexão estática (MPa)	F <sub>b,med,12</sub>	107,2	14,02
Cisalhamento (MPa)	F <sub>v,med,12</sub>	15,02	6,76
Modulo de elasticidade (MPa)	E <sub>med,12</sub>	10000	1,24

SISTEMA DE LAJE (NBR 6120)			DENSIDADES (kN/m³)	
Laje = (permanentes) + (acidentais)			Concreto	2,5
Sistema de laje	Espessura OSB	Espessura Concreto	OSB	7
Laje OSB + Concreto =	0,02	0,06		
Tipo de carga	Valores em m² e	Resultado		
Carga laje	7 x 0,02 + 12,5 x 0,06 =	0,29		
Impermeabilização	0	0		
Carga acidental	Definido por NBR	1,5		
<b>Q<sub>laje</sub> = (Carga laje + Revest + Carga acidental) =</b>		<b>1,79</b>		

CÁLCULOS - LANÇAMENTO DE DADOS, CÁLCULO DE VALORES DE PROJETO E LAJE

BARROTES		
Cargas (kN/m)		
Qbarrote = Qlaje x distancia entre barrote =		1,074
Pré-dimensionamento		
$h_{min} = \sqrt[3]{Q/b \times (L/27)}$		
hmin =	12,81522506	OBS: D54x10
hadotado (cm) =	16	
Seção do barrote (cm²)		
Seção = h x b =	112	
Inércia em X (cm⁴)		
$I_x = (b \times h^3)/12 =$	2389,333333	
VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS (N/m)		
$Q_{pp} (N/m) = Dv (kg/m^3) \times \text{Área} (m^2) \times \text{gravidade} (m/s^2)$		
$Q_{pp} (N/m) = Dv \times \text{Área} \times \text{gravidade} =$	138,88	
$Q_{pp} (kN/m) =$	0,13888	
$Q_{total} = Q_{pp} + Q_{barrote}$		
$Q_{total} (kN/m) =$	1,21288	
VERIFICAÇÃO DE FLECHA		
$\Delta_{norma} (cm) = L/350 =$	0,857142857	
$\Delta_{máx} (cm) =$	$(5qL^4)/(384EI)$ (unidades em N e cm)	
$\Delta_{máx} (cm) =$		
TRANSFORMANDO UNIDADES		
$Q_{total} = 1,21N/m =$	12,1288	N/cm
L (cm) =	300	cm
Eef = 10913 MPa	1091300	N/cm²
$I_x (cm^4) =$	2389,333333	cm⁴
$\Delta_{máx} (cm) =$	$(5 \times 12,1288 \times 300^4) / (384 \times 1091300 \times 104,1566667)$	
$\Delta_{máx} (cm) =$	0,49059231	ok
VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO		
$M_{máx} = qL^2/8$	136449	Ncm
$\sigma_{máx} = M_{máx} \times h / 2 I_x$	456,8604911	N/cm²
$\sigma_{máx} = M_{máx} \times h / 2 I_x$	4,568604911	MPa
Fbd	37,34	ok
VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO		
$V_{máx} = qL/2$	1819,32	N
$S = bh^2/8$	224	cm³
$T_{máx} = V_{máx} \times S / I_x \times b$	24,36589286	N/cm²
$T_{máx} =$	0,243658929	MPa
$T_{máx} \leq F_{vd}$	0,243658929 $\leq$ 3,9942	ok
ESTABILIDADE LATERAL		
$h \leq 4b$		
$5 \leq 40 (10 \times 4)$		
ok		

Dimensões do barrote (m)		Gravidade (m/s²)
h =	0,16	10
b =	0,07	
Área =	0,0112	
Densidade verde (kg/m³)		
1240		

CALCULOS - BARROTES

VIGAS		
$q_{\text{aprox}} = 2R_{\text{barrote}}/\text{espaço entre barrote}$		
$R_{\text{barrote}} = ql/2$		
$R_{\text{barrote}} =$	1,81932	
$q_{\text{aprox}} =$	6,0644	
VIGAS PRICIPAIS ADOTADAS: b = 10,12,15,20		
$b_{\text{adotado}} \text{ (cm)} =$	15	
$h_{\text{min}} = \sqrt[3]{q/b} \times (L/27)$		
$h_{\text{min}} =$	17,70066912	
$h_{\text{adotado}} \text{ (cm)} =$	20	
Inércia em X (cm <sup>4</sup> )		
$I_x = (b \times h^3)/12 =$	10000	
VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS (N/m)		
$Q_{\text{pp}} \text{ (N/m)} = D_v \text{ (kg/m}^3) \times \text{Área (m}^2) \times \text{gravidade (m/s}^2)$		
$Q_{\text{pp}} \text{ (N/m)} = D_v \times \text{Área} \times \text{gravidade} =$	372	
$Q_{\text{pp}} \text{ (kN/m)} =$	0,372	
$Q_{\text{total}} = Q_{\text{pp}} + Q_{\text{viga}}$		
$Q_{\text{total}} \text{ (kN/m)} =$	6,4364	
VERIFICAÇÃO DA FLECHA		
$\Delta_{\text{norma}} \text{ (cm)} = L/350 =$	0,857142857	
$\Delta_{\text{máx}} \text{ (cm)} =$	$(5qL^4)/(384EI)$ (unidades em N e cm)	
$\Delta_{\text{máx}} \text{ (cm)} =$		
TRANSFORMANDO UNIDADES		
$Q_{\text{total}} = 6,5604\text{N/m} =$	64,364	N/cm
$L \text{ (cm)} =$	300	cm
$E_{\text{ef}} = 10913 \text{ MPa}$	1091300	N/cm <sup>2</sup>
$I_x \text{ (cm}^4)$	10000	cm <sup>4</sup>
$\Delta_{\text{máx}} \text{ (cm)} =$	$(5 \times 65,604 \times 300^4) / 384 \times 1091300 \times 13333,33333$	
$\Delta_{\text{máx}} \text{ (cm)} =$	0,622046241	ok

$L - \text{Comprimento viga (m)}$	3	$L - \text{Comprimento viga (cm)}$	300
$\text{Distância entre barrote (m)} =$	0,6	$\text{Gravidade (m/s}^2)$	10
$\text{ÁREA DA SEÇÃO DA VIGA (cm}^2) =$	300	$\text{ÁREA DA SEÇÃO DA VIGA (m}^2) =$	0,03

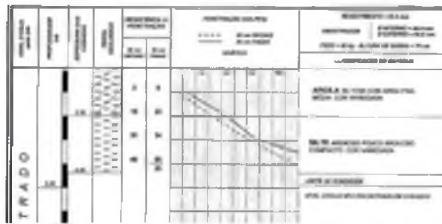
CÁLCULOS - VIGAS



DADOS DE ENTRADA: Lançamento das cargas, geometria e resistência dos materiais		DADOS DE SAÍDA: Resultados	
<b>Cargas</b> Esforço Normal (Nk): 77,2368 kN Tensão admissível do solo ( $\sigma_a$ ): 274 kPa		Área da base da sapata: $A_s = 0,310075 \text{ m}^2$	
<b>Dimensões do pilar</b> Seção lado b (lado menor): 0,19 m Seção lado e (lado maior): 0,19 m Área seção do pilar: 0,361 m <sup>2</sup>		Base da sapata lado "B" (menor): $b = 0,56 \text{ m}$ Base da sapata lado "A" (maior): $a = 0,56 \text{ m}$ Base da sapata lado "B" (totalado): $b = 0,60 \text{ m}$ Base da sapata lado "A" (totalado): $a = 0,60 \text{ m}$	
<b>Redução da resistência dos materiais e majoração</b> Coeficiente de segurança do concreto: 1,4 Coeficiente de segurança do aço: 1,15 Coeficiente de majoração de cargas: 1,4		Área de aço: $A_{oy} = 0,91 \text{ cm}^2$ <input type="button" value="Calcular y"/> $A_{ox} = 0,83 \text{ cm}^2$ <input type="button" value="Calcular x"/>	
Resistência de cálculo do concreto: $f_{cd} = 14,29 \text{ Mpa}$ Resistência de cálculo do aço: $f_{yd} = 434,78 \text{ MPa}$		Armadura mínima: $A_{oy} = 0,77 \text{ cm}^2$ $A_{ox} = 0,77 \text{ cm}^2$	
altura $h_0$ : 0,3 m ângulo $\alpha$ : 30 graus		Diâmetro adotado: $\phi = 8 \text{ mm}$	

### Dimensionamento de sapata de fundação

$N_{pilar} = 77,2368 \text{ kN (P}_s)$   
 $b_{pilar} = 19 \text{ cm}$   
 $h_{pilar} = 19 \text{ cm}$   
 Cota de implantação = 1,5 m  
 $N_{spt} = (6+22) \cdot 2 = 14 \text{ golpes}$



1). Calcular a resistência aproximada:  $\sigma_s = \sqrt{N_{spt}} - 1$

$$\sigma_s = \sqrt{14} - 1 = \frac{3,74}{10} = 0,374 \text{ MPa ou } 274 \text{ kPa}$$

2). Calcular a área da sapata  $N$  (kN) e  $\sigma_s$  (MPa)

$$S_{sap} = 1,1 \cdot \frac{N}{\sigma_s} = 1,1 \cdot \frac{77,2368}{0,274} = 10 = 300,20 \text{ cm}^2$$

3). Calcular o lado menor da sapata: unidades (cm)

$$B = \frac{1}{2}(b_p - a_p) + \sqrt{\frac{1}{4}(b_p - a_p)^2 + S_{sap}}$$

$$B = \frac{1}{2}(25 - 25) + \sqrt{\frac{1}{4}(25 - 25)^2 + 100,75} = 55,81 \text{ cm} \approx \text{aprox. } 60 \text{ cm}$$

4) Calcular o lado maior da sapata

$$A = \frac{S_{sap}}{B} = \frac{100,75}{55,81} = 1,81 \text{ cm} \approx \text{aprox. } 60 \text{ cm}$$

5) altura

$$h_0 = 10 \text{ cm}$$

$$h = \tan \theta \cdot \frac{(A-a)}{2} + h_0$$

$$h = \tan 30 \cdot \frac{(60 - 19)}{2} + 30 = 41,81 \text{ cm} \approx 45 \text{ cm}$$

6) Armadura

Armadura calculada = Excel  $\rightarrow 0,7$

$A_s = 1,72 \text{ cm}^2$

$\frac{1,72 \text{ cm}^2}{0,40 \text{ m}} = 2,37 \text{ cm}^2/\text{m}$

Barra de 6,3 mm de diâmetro a cada 10 cm

Considerar cobrimento de 3 cm

Espaçamento (cm)	Ø diâmetro (mm)					
	8	6,3	8	10	12,5	16
1,5	2,67	4,20	6,67	10,67	16,67	26,67
10,0	2,00	3,15	5,00	8,00	12,50	20,00
12,5	1,60	2,52	4,00	6,40	10,00	16,00
15,0	1,33	2,10	3,33	5,33	8,33	13,33
17,5	1,14	1,80	2,86	4,57	7,14	11,43
20,0	1,00	1,58	2,50	4,00	6,25	10,00
22,5	0,89	1,40	2,22	3,56	5,56	8,89
25,0	0,80	1,26	2,00	3,20	5,00	8,00
27,5	0,73	1,15	1,82	2,88	4,55	7,27
30,0	0,67	1,06	1,67	2,67	4,17	6,67

Seção transversal

$b = 20$  |  $h = 35$  |  $h_f = 0$  |  $g = 32.5$  cm |  $G = 25$  |  $\alpha_f = 0.000$

$A_c = 700$  cm<sup>2</sup> |  $b_c = 71458.33$  cm<sup>4</sup> |  $V_{eq} = 1750$  cm

Materiais

Concreto fcd = 20 MPa | fctk = 2108.33 MPa

fctm = 221 MPa | fctk,inf = 155 MPa

Aço CA-50 (fyk = fytdk = 500 MPa | ftdk = 435 MPa)

»» Peças Simples

Momento de flexão  $M = 15$  \* kN.m<sup>2</sup> / Viga

$M = 948$  kNm |  $M_s = 560$  kNm |  $M_{Ed} = 784$  kNm

$x_{rel,calc} = 0.009$  |  $x_{rel,limite} = 0.450$

$x_{L,Ng,calc} = 125$  cm |  $x_{L,Ng,limite} = 1452$  cm

Domínio (2) |  $\epsilon_{sc} = 10.00\%$  |  $\epsilon_{sc} = 0.40\%$

$A_{s,req}(M_{Ed}) = 0.99$  cm<sup>2</sup> |  $M_{Ed,req} = 9.99$  kNm

$A_{s,req}(V_{Ed}) = 1.05$  cm<sup>2</sup> |  $V_{Ed,req} = 0.150\% * b * h$

$A_{st} = 105$  cm<sup>2</sup> | 3B8.0 ou 2D10.0 ou 1D12.5 ou 1B16.0 ou 1C20.0 ou 1B25.0

$A_{sv} = 0.00$  cm<sup>2</sup>

»» Cálculo (Método de cálculo) => bialaxial (45°)

$V_{Ed} = 750$  kN |  $V_{Ed} = 1050$  kN

$V_{Ed} = 0$  |  $D_{Ed} = 4311$  kN |  $D_{Ed} = 32$  kN

V<sub>Ed</sub>: força cortante resistente de cálculo (NBR 6118:2014, item 17.4.2.2)

$V_{Rd2} = 0.27 * (1 - f_{ctk}/250) * f_{ctd} * b * d$

$V_{Rd2} = 200.66$  kN |  $V_{Ed}/V_{Rd2} = 0.05$

Armadura Transversal

Aço: NBR 6118:2014, item 17.4.1.1

$\rho_{sv,lim} = 0.2 * (f_{ctm} / f_{yk})$  →  $\rho_{sv,lim} = 0.080\%$

$A_{sv,lim} = 0.77$  cm<sup>2</sup>/m |  $(b * h) * \rho_{sv,lim}$

$A_{sv,calc} = (V_{Ed} / (0.9 * d * f_{yk})) * 100 = 2.56$  cm<sup>2</sup>/m

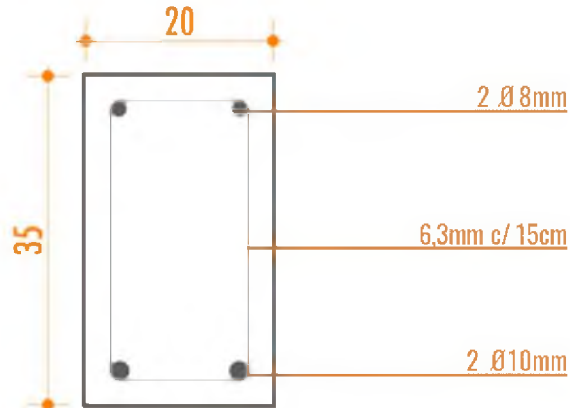
$A_{sv}(adot) = 1.77$  cm<sup>2</sup>/m

Opções de armadura considerando estribos com 2 pernas

05.0x19 ou 06.3x19 ou 08.0x19 ou 010.0x19 ou 012.5x19

\* Espaço entre máximos entre estribos (NBR 6118:2014, item 18.3.3.2)

Como  $V_{Ed} < 0.67 * V_{Rd2}$  →  $S_{max} = 19.5$  cm |  $(= 0.6d < 30$  cm)



# Casa Jatobá - Beatriz Nunes Miranda, Lorenzo Machado Bastos, Mauricio Simionato Arnemann



# CASA JATOBÁ



Projeto de uma residência no Lago Sul produzida para um casal e suas duas filhas. A escolha do sistema estrutural em madeira se deu pela possibilidade de pré-fabricação, o que permite uma obra rápida e limpa.

**Beatriz Nunes Miranda - 221029900**

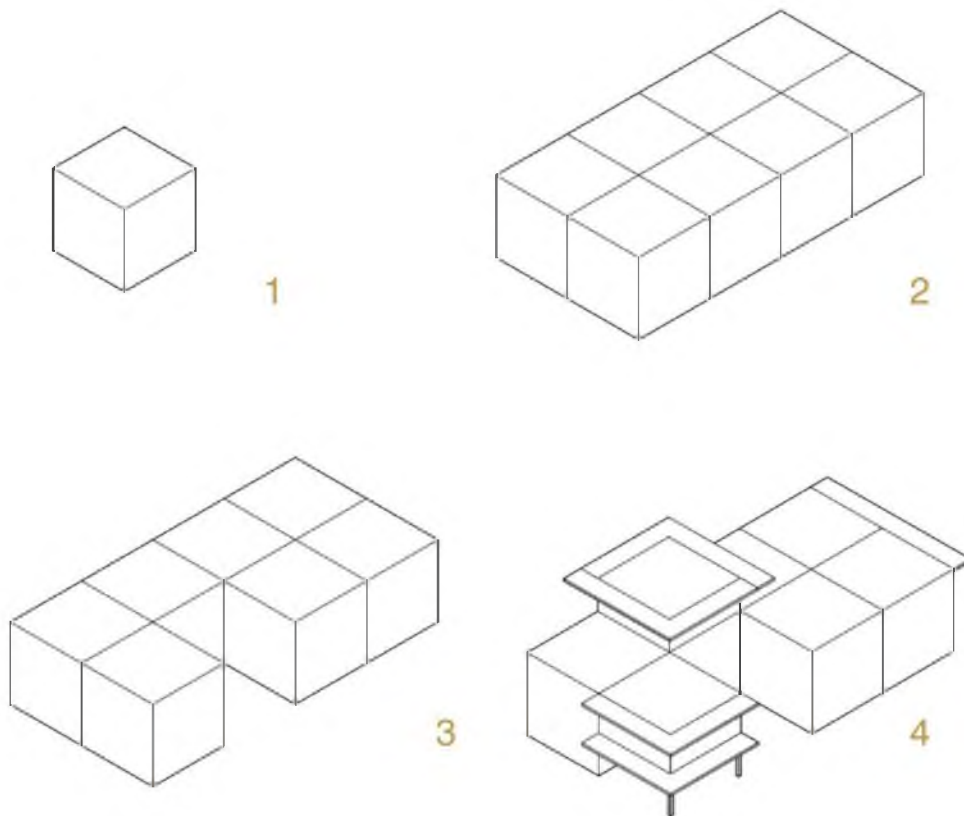
**Lorenzo Machado - 221001210**

**Maurício Simionato - 221001220**

# SUMÁRIO

- 01.** LOCALIZAÇÃO
- 02.** IMPLANTAÇÃO
- 03.** CONCEPÇÃO DA FORMA
- 04.** PROGRAMA DE NECESSIDADES
- 05.** PLANTA DE LAYOUT
- 06.** CORTES E FACHADAS
- 07.** LANÇAMENTO DA ESTRUTURA
- 08.** MODELO ESTRUTURA
- 09.** RENDERIZAÇÕES

# CONCEPÇÃO DA FORMA



A volumetria da proposta foi desenvolvida a partir de um módulo de 5x5 que foi repetido 16 vezes, oito no térreo e oito no primeiro pavimento. Depois, parte de um módulo foi extraída para criar um jardim de inverno envolvido pelas áreas comuns da casa. Por fim, varandas e beirais dão dinâmica à volumetria da casa.

# LOCALIZAÇÃO



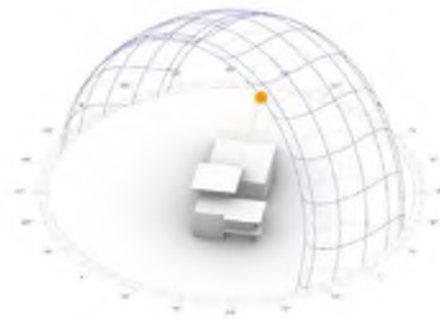
O terreno é localizado em uma zona exclusivamente residencial na QI 26 do bairro do Lago Sul em Brasília - Distrito Federal.



Lote de esquina de 776 metros quadrados totais, com área edificável de 629 M<sup>2</sup> e taxa de ocupação máxima de 70%. O lote apresenta leve declive na direção noroeste.

## Caminho do sol

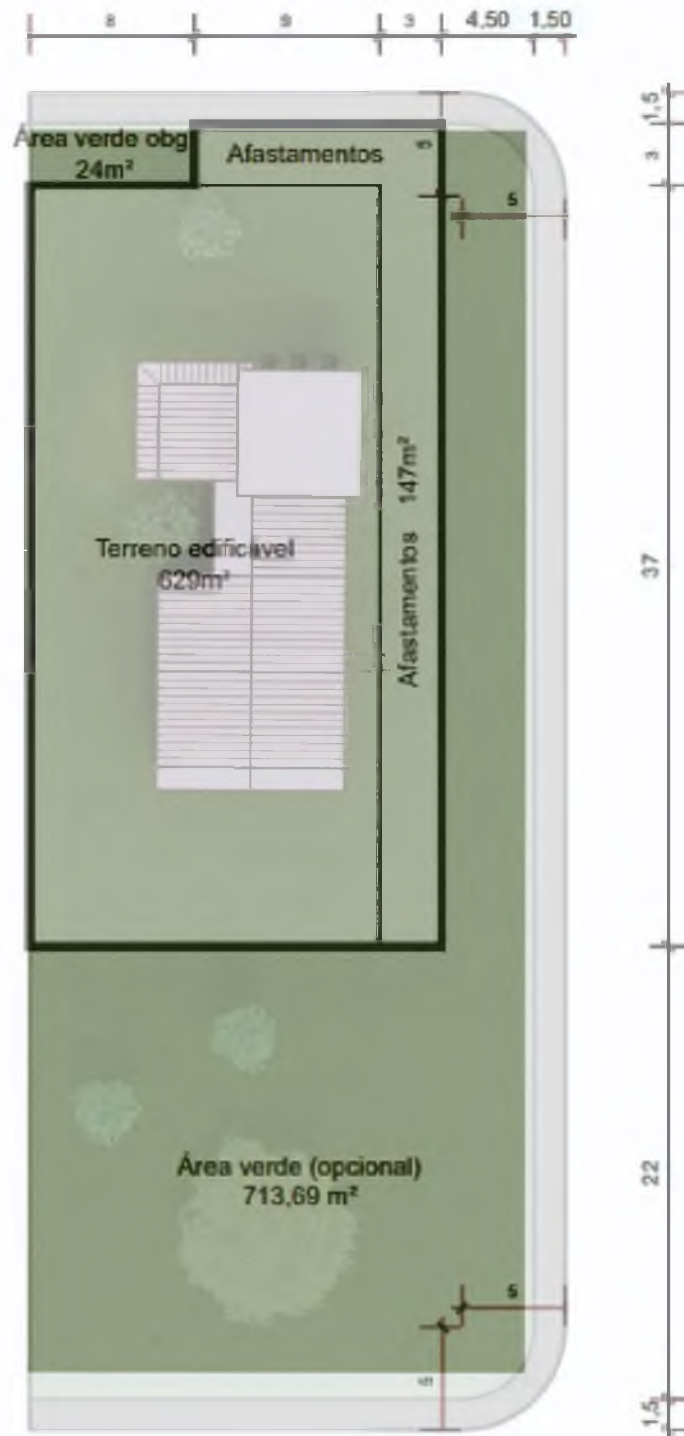
Diagrama representa a posição do sol em relação à proposta



# PROGRAMA DE NECESSIDADES

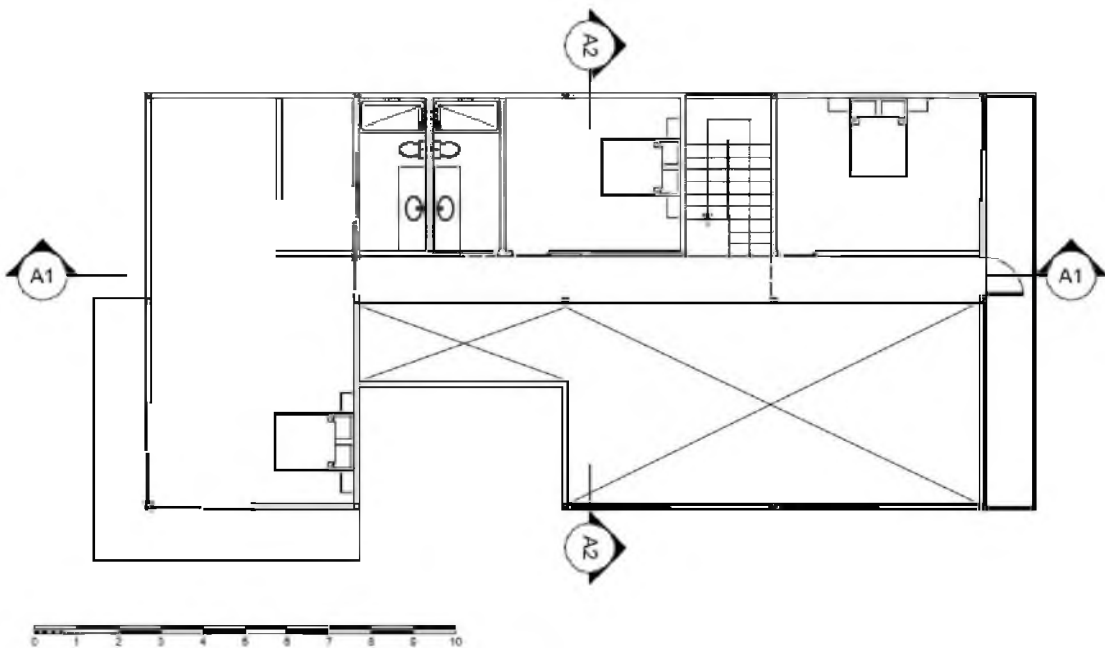
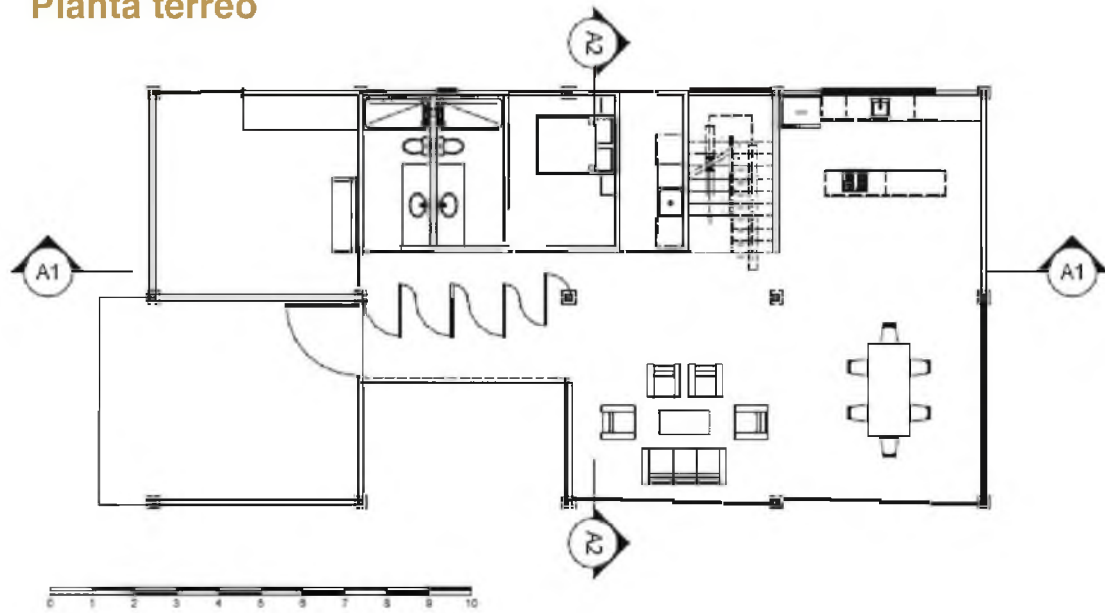
Pavimento	Ambientes	Dimensionamento (m <sup>2</sup> )
Térreo	Garagem	23,34
Térreo	Atelier	23,16
Térreo	Lavabo	5,80
Térreo	Área de serviço	5,43
Térreo	Suíte - Hospedes	15,53
Térreo	Sala de Estar	23,89
Térreo	Sala de jantar	23,89
Térreo	Cozinha	23,52
Térreo	Circulação	10,66
Circ.Vert.	Escada	7,64
1Pav.	Quarto 1	15,15
1Pav.	Quarto 2	17,58
1Pav.	Banheiro	5,80
1Pav.	Suíte Master	53,39
1Pav.	Circulação	16,04

# IMPLANTAÇÃO



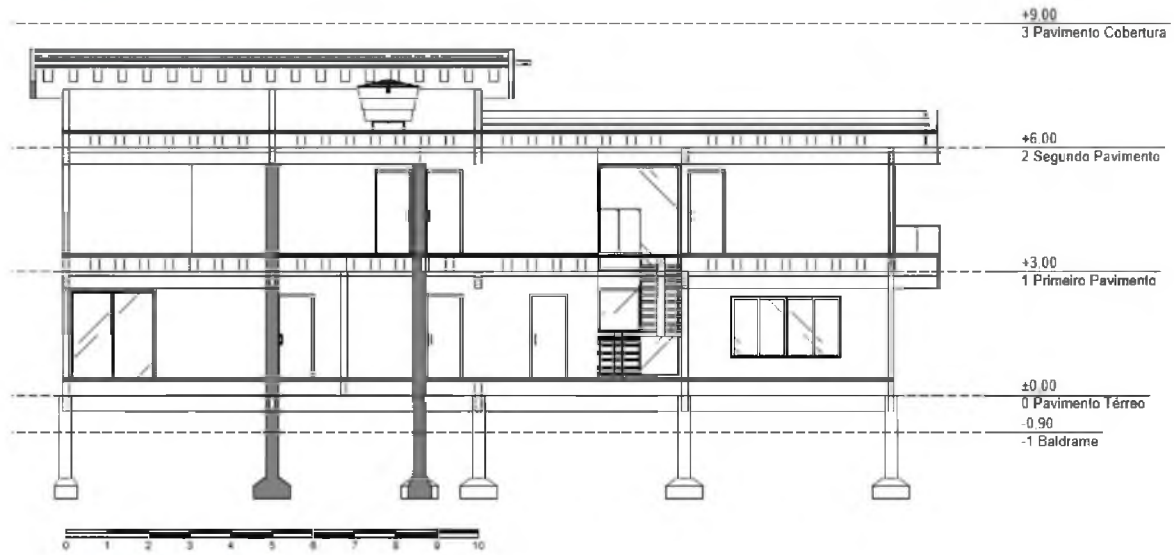
# PLANTA DE LAYOUT

## Planta térreo

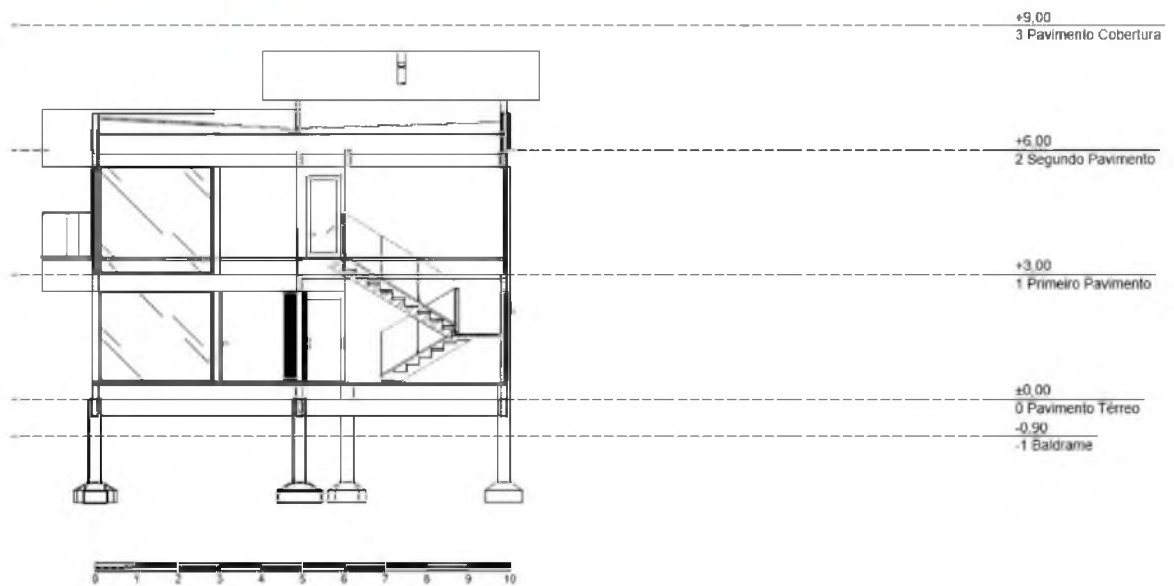


# CORTES

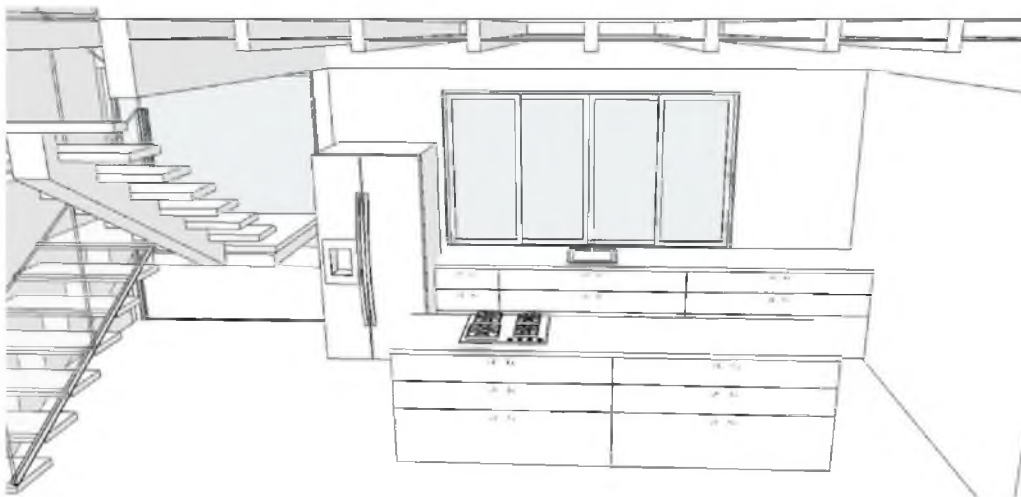
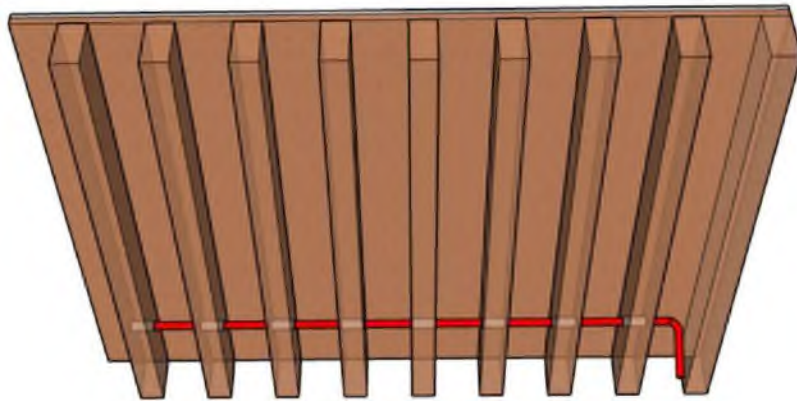
## Corte - A1



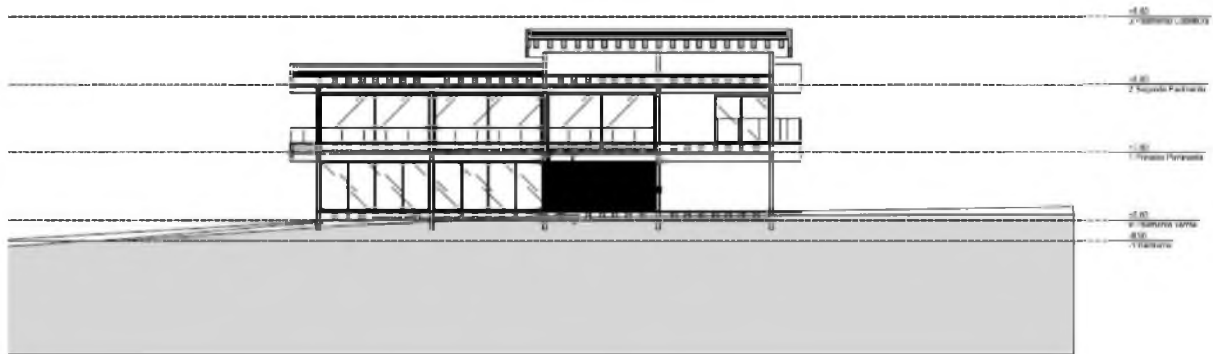
## Corte - A2



# INSTALAÇÕES

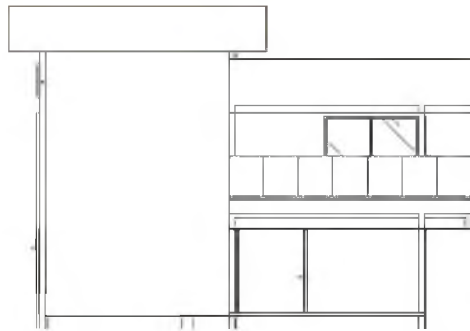


# CORTES DO TERRENO



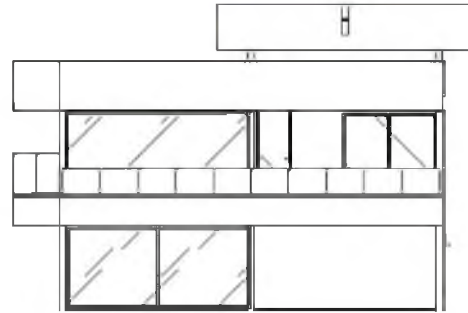
# FACHADAS

Fachada frontal



5 metros

Fachada posterior



Fachada direita



5 metros

Fachada esquerda



5 metros

# RENDERIZAÇÕES





# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## DADOS GERAIS

### Jatobá

#### Propriedades físicas:

Densidade (g/cm³)				Contração-de saturada a seca em estufa (%)			Contração Tangencial/ Contração Radial
Seca	Verde	Básica	Aparente	Tangencial	Radial	Volumétrica	
0,05	1,24	0,76		7,70	3,40	11,40	2,26

#### Propriedades Mecânicas:

Condição	Tração (MPa)		Fendilhamento (N/cm)	Cisalhamento (MPa)	Extração de Pregos (N)	
	Perpendicular às Fibras		Resistência à ruptura	Resistência à ruptura	Paralelas às Fibras	Transversal às Fibras
	Resistência à ruptura					
Verde	6,77		862,99	14,51		
Seca	6,67		745,31	19,02		

Condição	Flexão Estática (MPa)		Compressão (MPa)		Dureza Janka (N)	
	Módulo de Ruptura	Módulo de Elasticidade (x1000)	Paralelas às Fibras	Perpendicular às Fibras	Paralelas às Fibras	Transversal às Fibras
			Resistência à Ruptura	Resistência no L.P.*		
Verde	107,19	14,32	54,82	9,90	8845,62	9463,44
Seca	137,20	15,59	75,81	13,83	12287,76	10944,25

Valores Característicos		Valores de projeto	
Fck	53,067	Fcd	26,5335
Ftk	96,04	Ftd	37,34888
Fvk	10,2708	Fvd	3,9942

Kmod (0,7 / 1 / 1)	0,7
Emed,12	15590
Módulo de elasticidade efetivo	10913
Distância barrotes	40cm

# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## RESISTÊNCIAS

1. CORREÇÃO DOS VALORES DAS MADEIRAS			
DADOS			
$F_{cu}$	75,81	$U\%$	12
$F_{tu}$	137,2		
$F_{vu}$	19,02	$U_{eq}\%$	12
$E_u$	15590		
RESULTADOS			
$F_{med,12}$	$F_{c,12}$	75,81	
	$F_{t,12}$	137,2	
	$F_{v,12}$	19,02	
$E_{med,12}$		15590	

2. VALORES CARACTERÍSTICOS (Fk)		
COEFICIENTES	RESULTADOS	
0,7	$F_{ck,12}$	53,07
0,7	$F_{tk,12}$	96,04
0,54	$F_{vk,12}$	10,27

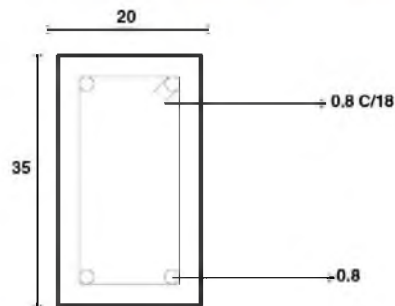
3. VALORES DE PROJETO				
COEFICIENTE DE MODIFICAÇÃO			COEFICIENTES DE MINORAÇÃO	
$k_{mod,1}$	0,70	$k_{mod}$	$\gamma_{wc}$	1,4
$k_{mod,2}$	1,00		$\gamma_{wt}$	1,8
$k_{mod,3}$	1,00		$\gamma_{wr}$	1,8
RESULTADOS				
$F_{cd}$	26,53			
$F_{td}$	37,35			
$F_{vd}$	3,99			
$E_{ef}$	10913,00			

# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## BALDRAME

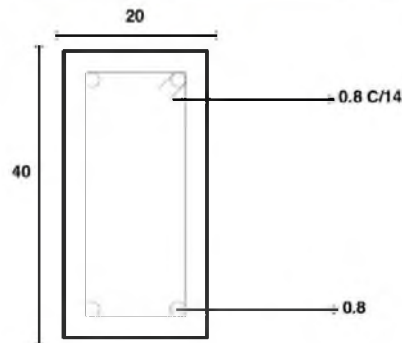
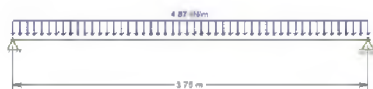
(Fck = 20mp; AÇO CA50)

<b>VIGA BALDRAME DE 5 METROS</b>	
Seção	20x35
Momento fletor	15.2
Força cortante	12.2
As,t= 1.66 cm <sup>2</sup>	4Ø8.0
Asw,min= 1.77 cm <sup>2</sup> /m	Ø8.0c/18



(Fck = 20mp; AÇO CA50)

<b>VIGA BALDRAME DE 3.7 METROS</b>	
Seção	20x40
Momento fletor	8.6
Força cortante	9.1
As,t= 1,88	4Ø8.0
Asw,min= 7,11cm <sup>2</sup> /m	Ø8.0c/14



# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## LAJES

### 1. CARGAS DA LAJE

#### CARGAS PERMANENTES LAJE DE COBERTURA

Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )	Altura (m)	Peso (kN/m <sup>2</sup> )
0,14	1	0,14
0,25	1	0,25
0,05	1	0,05
Peso permanente (kN/m <sup>2</sup> )		0,44

*q<sub>laje</sub>*

0,44

#### CARGAS PERMANENTES LAJE DE PISO

Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )	Altura (m)	Peso (kN/m <sup>2</sup> )
7	0,02	0,14
2,5	0,04	0,1
7	0,02	0,14
Peso permanente (kN/m <sup>2</sup> )		0,38

#### CARGA ACIDENTAL LAJE DE PISO

Peso acidental (kN/m <sup>2</sup> )	1,5
-------------------------------------	-----

*q<sub>laje</sub>*

1,88

# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## BARROTES

### 2. BARROTES DE COBERTURA

CARGAS	
DI (m)	0,4
$q_{\text{barrote}}$ (kN/m)	0,18

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{\text{mín}}$ (cm)
8	500	11,18
$h_{\text{adotado}}$ (cm)		20
Seção do barrote (cm <sup>2</sup> )		160
$I_x$ (cm <sup>4</sup> )		5333,33

VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
Densidade verde (g/cm <sup>3</sup> )	1,24
$q_{pp}$	0,20
$q_{\text{total}}$	0,37

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{\text{norma}}$	1,43
$\Delta_{\text{máx}}$	0,52
OK	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{\text{máx}}$	117000,00
$\sigma_{\text{máx}}$	2,19
OK	

VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO	
$V_{\text{máx}}$	936,00
S	400
$\tau_{\text{máx}}$	0,088
OK	

ESTABILIDADE LATERAL	
OK	

### 2. BARROTES PRIMEIRO PAVIMENTO

CARGAS	
DI (m)	0,4
$q_{\text{barrote}}$ (kN/m)	0,75

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{\text{mín}}$ (cm)
8	500	18,14
$h_{\text{adotado}}$ (cm)		25
Seção do barrote (cm <sup>2</sup> )		200
$I_x$ (cm <sup>4</sup> )		10416,67

VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
Densidade verde (g/cm <sup>3</sup> )	1,24
$q_{pp}$	0,25
$q_{\text{total}}$	1,00

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{\text{norma}}$	1,43
$\Delta_{\text{máx}}$	0,72
OK	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{\text{máx}}$	312500,00
$\sigma_{\text{máx}}$	3,75
OK	

VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO	
$V_{\text{máx}}$	2500,00
S	625
$\tau_{\text{máx}}$	0,188
OK	

ESTABILIDADE LATERAL	
OK	

# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## VIGAS

### 3. VIGAS DE COBERTURA

CARGAS	
$R_{barrote}$	1,0000
$q_{aprox}$	5,00

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{min}(cm)$
14	500	28,31
$h_{adotado}(cm)$		35
Seção da viga (cm <sup>2</sup> )		490
$I_x(cm^4)$		50020,83

VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
$q_{pp}$	0,61
$q_{total}$	5,61

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{norma}$	1,43
$\Delta_{máx}$	0,84
OK	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{máx}$	1752375,00
$\sigma_{máx}$	6,13
OK	

VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO	
$V_{máx}$	14019,00
S	2143,75
$\tau_{máx}$	0,429
OK	

ESTABILIDADE LATERAL	
OK	

### 3. VIGAS PRIMEIRO PAVIMENTO

CARGAS	
$R_{barrote}$	2,5000
$q_{aprox}$	12,50

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{min}(cm)$
20	500	34,11
$h_{adotado}(cm)$		35
Seção da viga (cm <sup>2</sup> )		700
$I_x(cm^4)$		71458,33

VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
$q_{pp}$	0,87
$q_{total}$	13,37

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{norma}$	1,43
$\Delta_{máx}$	1,40
OK	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{máx}$	4177500,00
$\sigma_{máx}$	10,23
OK	

VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO	
$V_{máx}$	33420,00
S	3062,5
$\tau_{máx}$	0,716
OK	

ESTABILIDADE LATERAL	
OK	

# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## PILARES

### 4. PILARES DE CANTO

CARGAS		VERIFICAÇÃO DE TENSÃO	
Nº de vigas apoiadas	2	$\sigma_{pilar}$	1,67
Nº de pavimentos	1		
$Q_{pilar}$	66,84		

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ	
Bitola	20X20	Kmod	0,7
A	400	L (pé direito)	600
$A_{min}$	2,52	$I_x (cm^4)$	10860,08
		$i_x$	5,21
		$\lambda_{peça\ x}$	80,61
		OK	

### 4. PILARES DE BORDA

CARGAS		VERIFICAÇÃO DE TENSÃO	
Nº de vigas apoiadas	3	$\sigma_{pilar}$	5,01
Nº de pavimentos	2		
$Q_{pilar}$	200,52		

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ	
Bitola	20X20	Kmod	0,7
A	400	L (pé direito)	300
$A_{min}$	7,56	$I_x (cm^4)$	10860,08
		$i_x$	5,21
		$\lambda_{peça\ x}$	40,30
		OK	

### 4. PILARES DE CENTRO

CARGAS		VERIFICAÇÃO DE TENSÃO	
Nº de vigas apoiadas	4	$\sigma_{pilar}$	6,68
Nº de pavimentos	2		
$Q_{pilar}$	267,36		

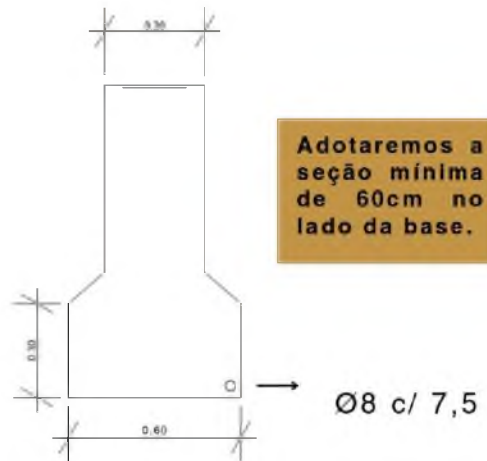
  

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ	
Bitola	20X20	Kmod	0,7
A	400	L (pé direito)	300
$A_{min}$	10,08	$I_x (cm^4)$	10860,08
		$i_x$	5,21
		$\lambda_{peça\ x}$	40,30
		OK	

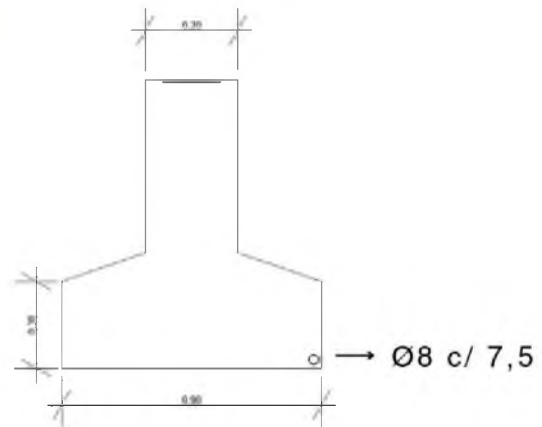
# MEMÓRIA DE CÁLCULO

## SAPATAS

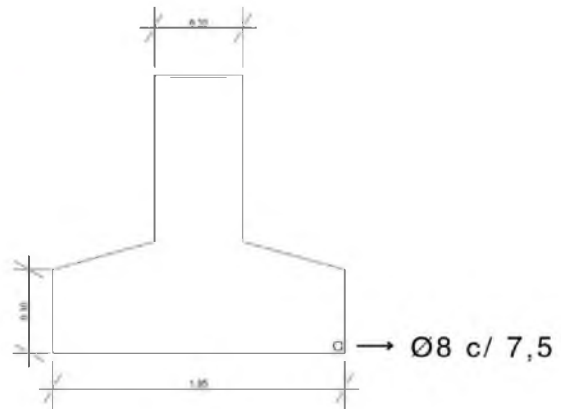
5. SAPATA PILAR DE CANTO	
Carga	67 KN
Tensão admissível do solo	274 kPa
H0	30 cm
Lado da base	55 cm
Área de aço	0.19 cm <sup>2</sup>



5. SAPATA PILAR DE BORDA	
Carga	201 KN
Tensão admissível do solo	274 kPa
H0	30 cm
Lado da base	90 cm
Área de aço	1.01 cm <sup>2</sup>

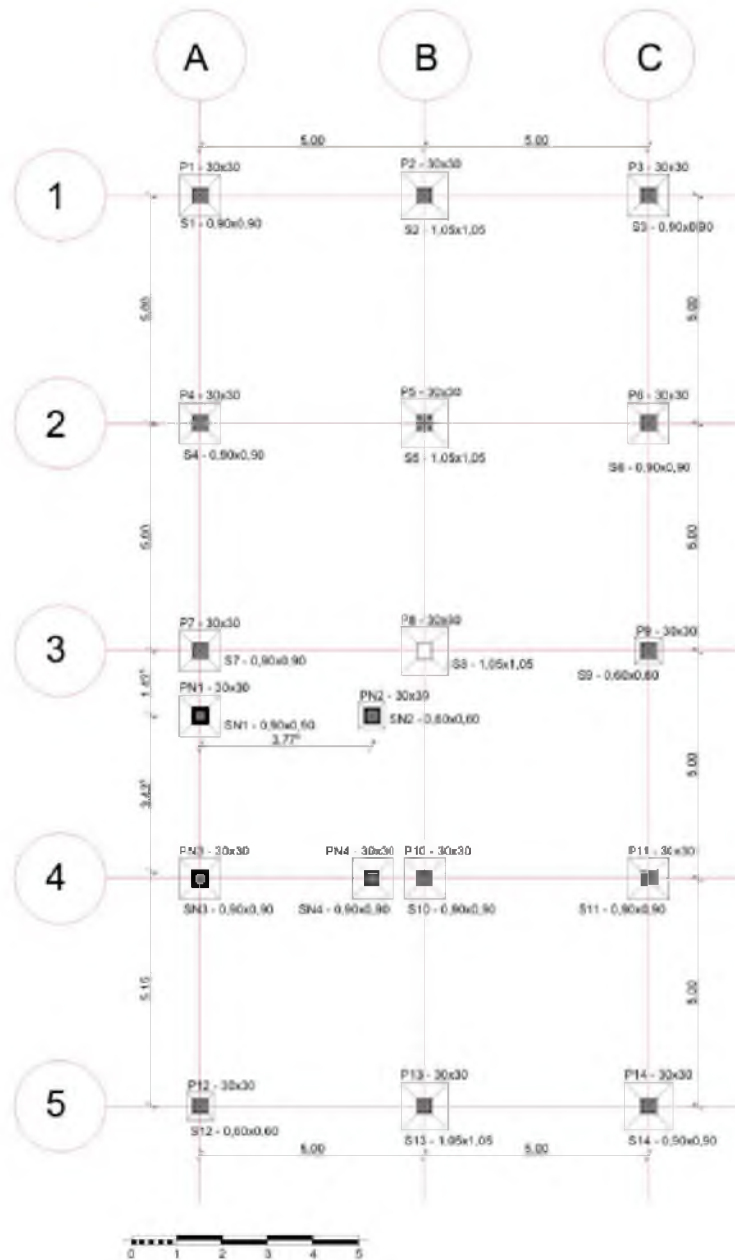


5. SAPATA PILAR DE CENTRO	
Carga	267
Tensão admissível do solo	274 kPa
H0	30 cm
Lado da base	105 cm
Área de aço	1.76 cm <sup>2</sup>

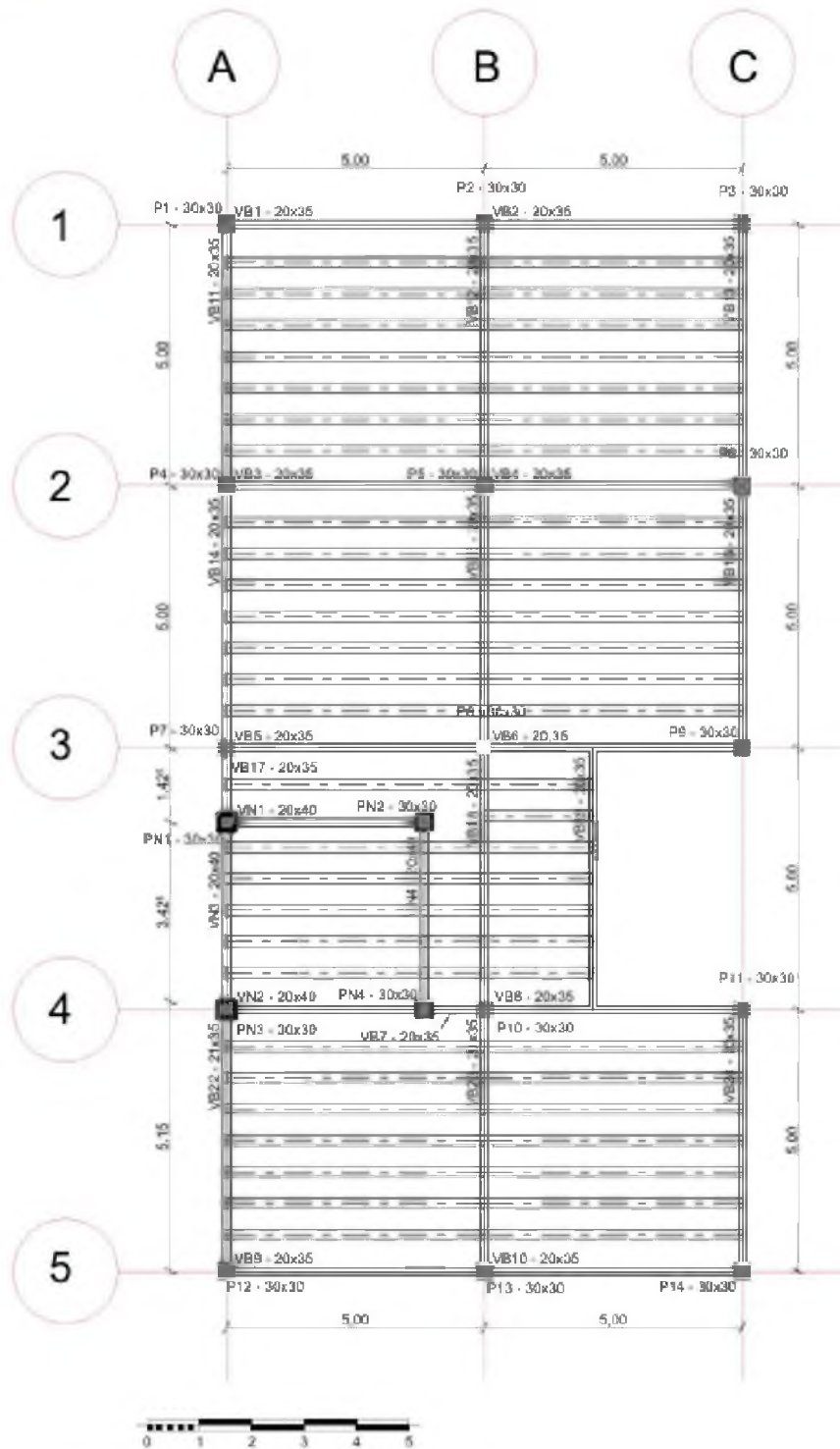


# PLANTAS DA ESTRUTURA

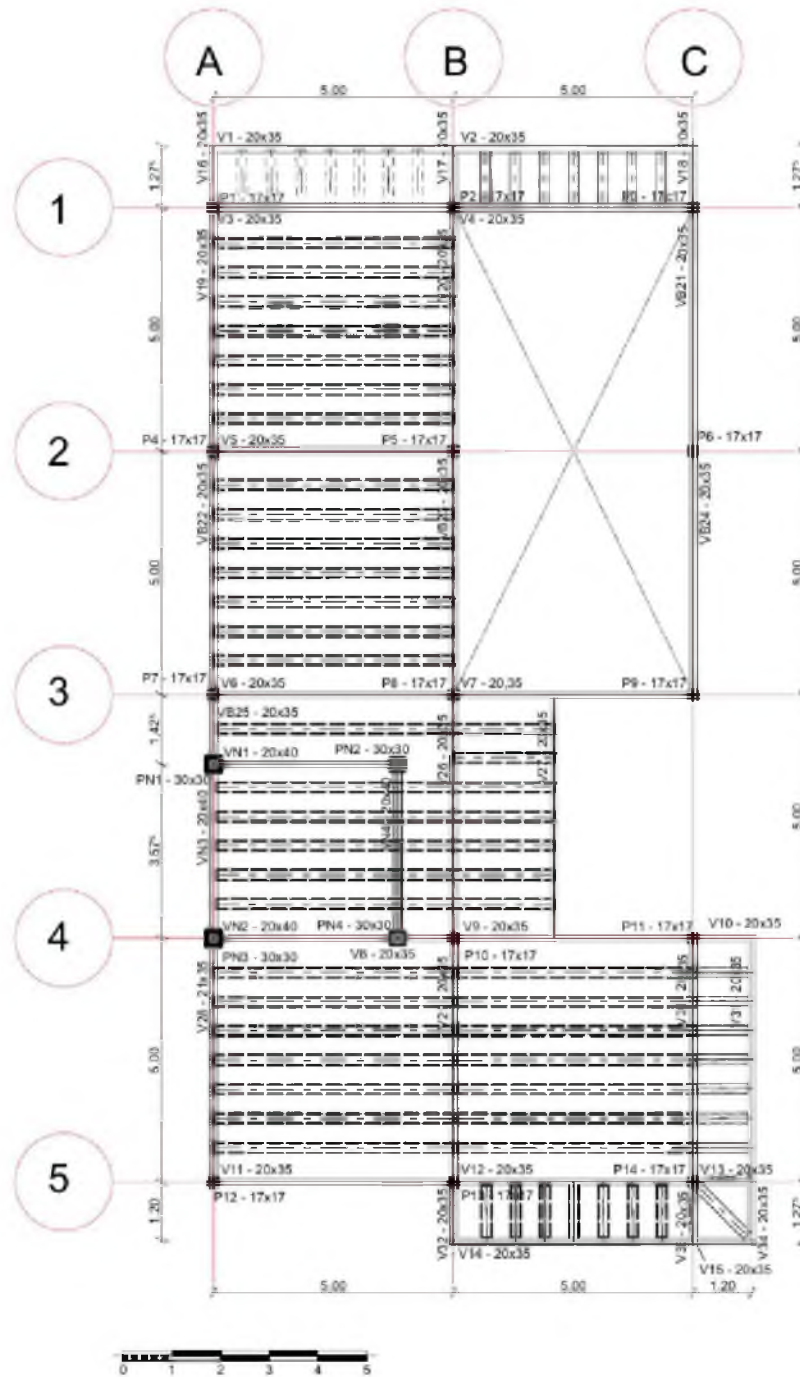
## Localção dos pilares



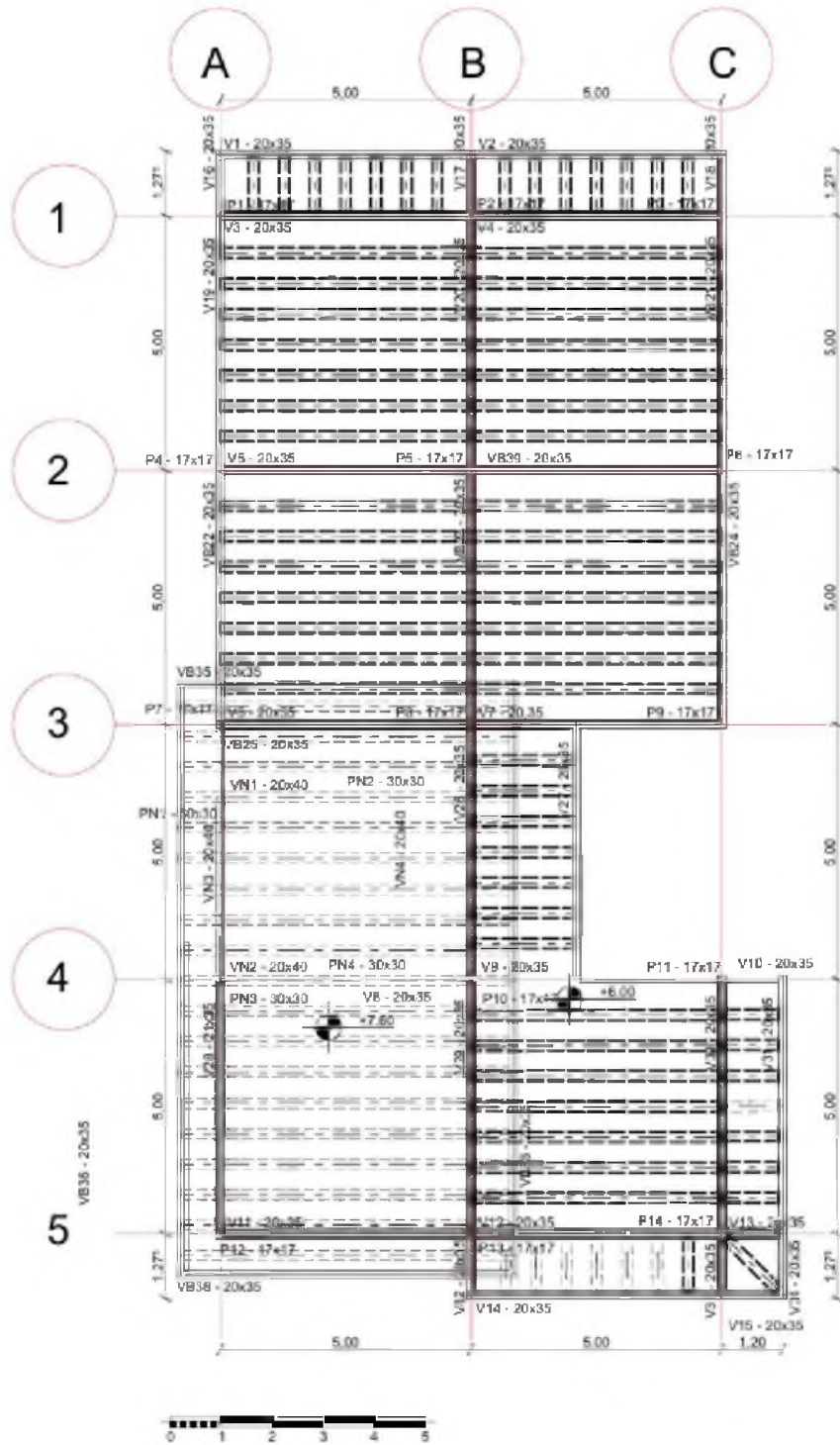
## Térreo



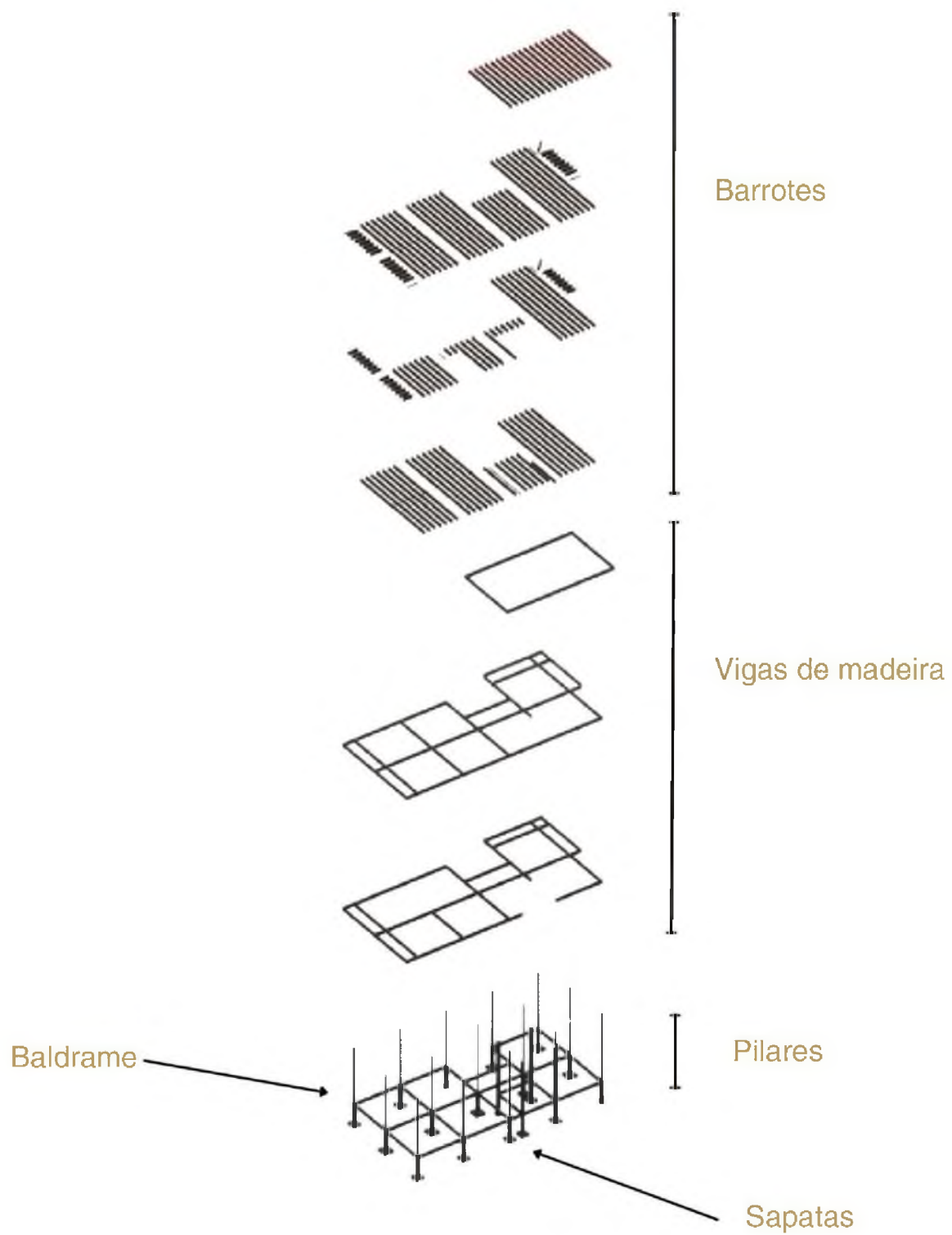
## Primeiro pavimento



## Cobertura

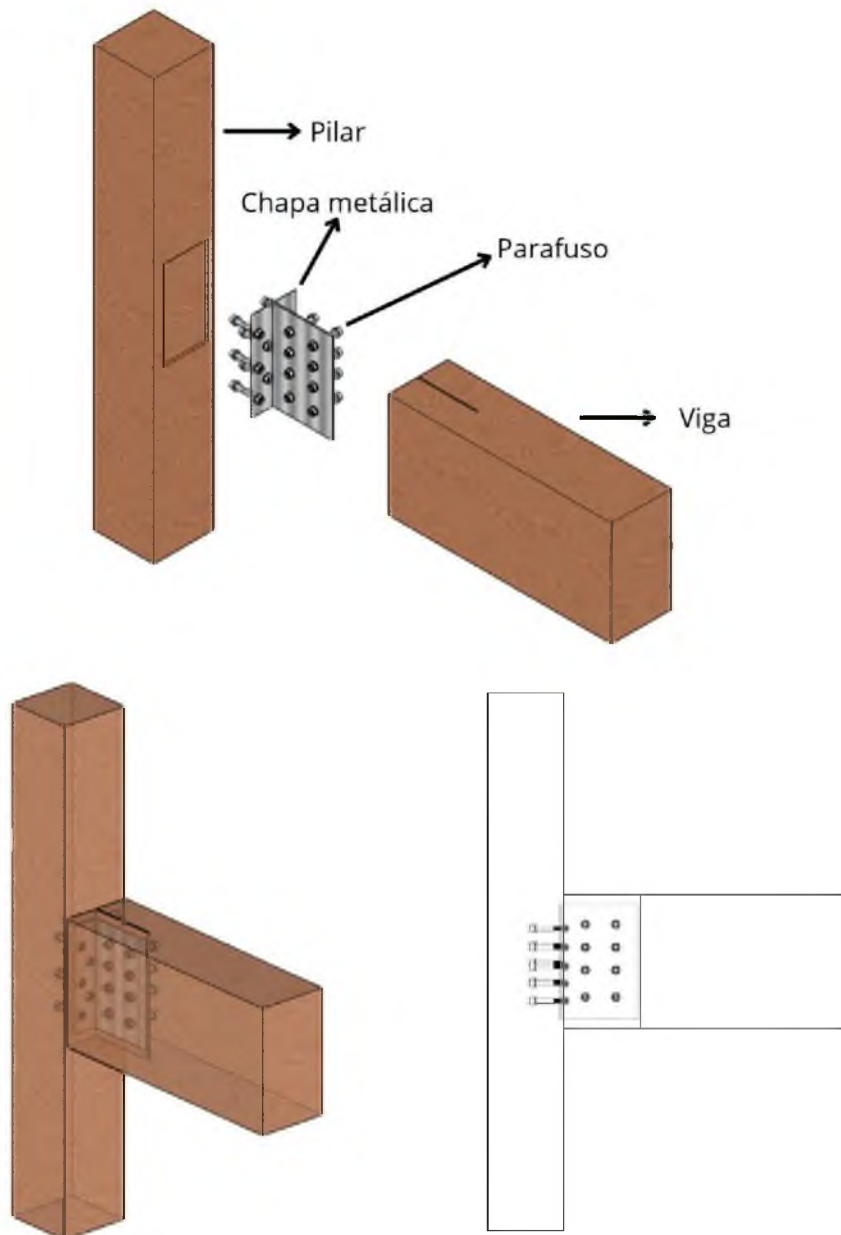


# MODELO ESTRUTURA



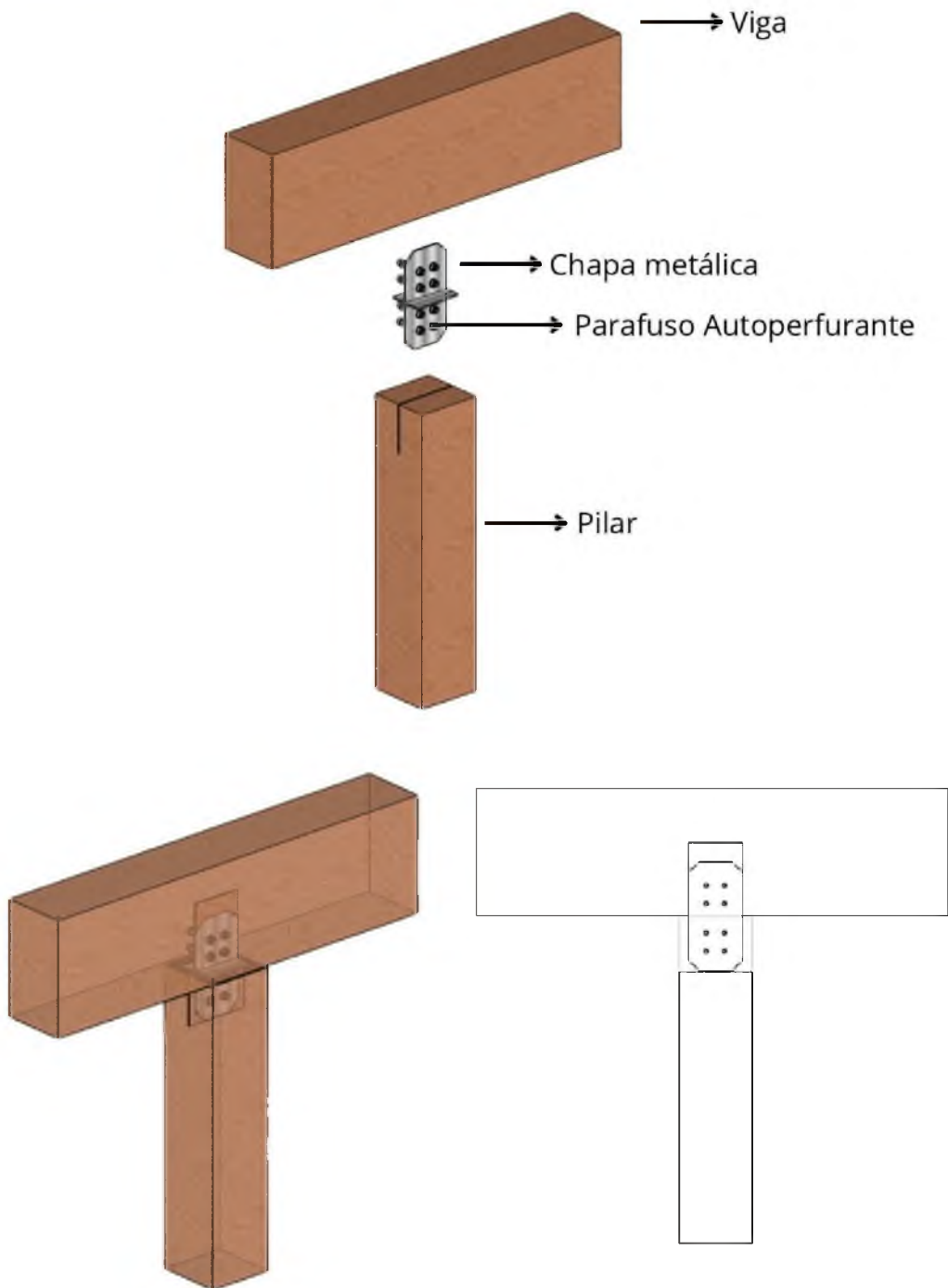
# DETALHES

Lorenzo



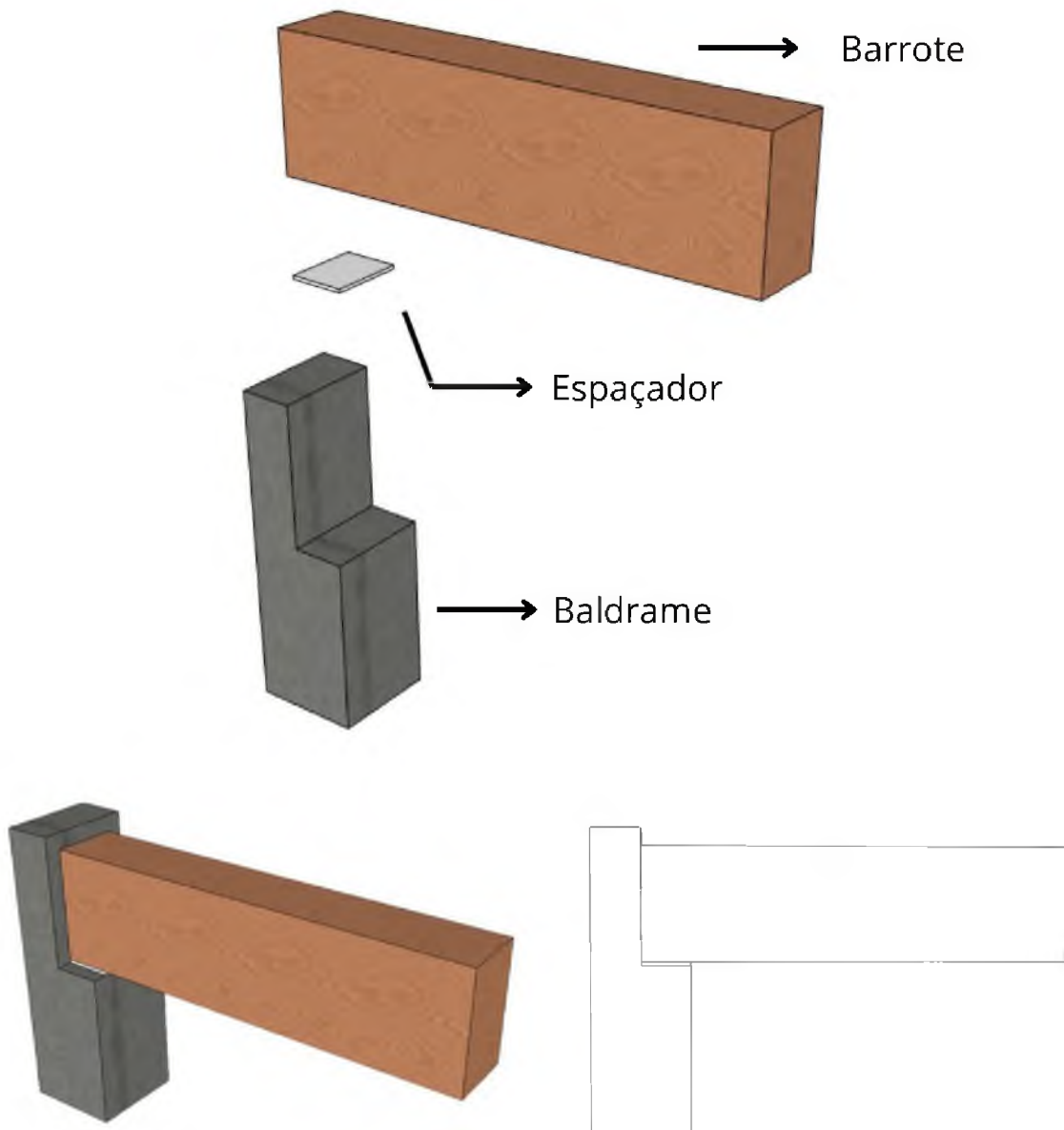
# DETALHES

Beatriz



# DETALHES

Maurício



# Habitação Unifamiliar - Eduarda Gomes de Souza, Bianca Batista Araujo, Stênio Rogers

## Habitação Unifamiliar



Sistemas Estruturais em Madeira

Universidade de Brasília  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Professora; Nathaly Sarasty

Eduarda Gomes 170102181  
Bianca Araujo 190084936  
Stênio Rogers 170156419

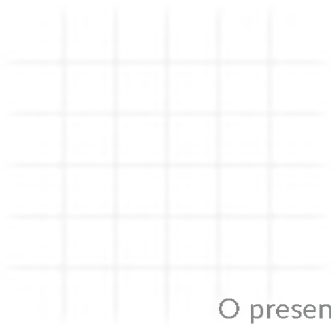


# Sumário


Memorial descritivo  
Localização  
Referências projetuais  
Programa de necessidades  
Implantação  
Setorização  
Pré-lançamento  
Pré-dimensionamento  
Orçamento  
Projeto  
Referências bibliográficas



## Memorial descritivo



O presente trabalho abordará o projeto de uma casa térrea com mezanino e o pé direito duplo, sendo a estrutura de vigas e pilares, a madeira escolhida é a Jatobá. O cliente tem uma família composta por 6 pessoas que residem em Brasília - DF , localizado no Lago Sul.



## Perfil do cliente

### Perfil do cliente;

Seguindo as diretrizes e legislações urbanas vigentes, juntamente com a liberdade criativa para o projeto, os clientes fictícios é uma família composta por pai, mãe e quatro filhos.

### Rotina;

O **pai** advogado com rotinas entre o escritório no plano piloto e atividades em casa.

A **mãe** artista plástica, participa de exposições, eventos, trabalha para uma empresa e também utiliza da moradia pra trabalhar.

O **filho mais velho de 20 anos**, ingressou na faculdade no curso de odontologia, gosta de andar de skate, leva os amigos para casa e cores mais escuras.

A **filha adolescente de 15 anos**, ingressou no ensino médio em período integral e estuda para o vestibular, precisa de um ambiente de estudos em casa.

Os **filhos gêmeos de 5 anos**, começaram na creche , precisa de espaço para brincar em casa e distração.



## Programa de Necessidades

FUNÇÃO	AMBIENTE	ÁREA (M2)	PÉ DIREITO (M)	INFORMAÇÕES	ARQUITETURA & ESTRUTURA
ENTRADA E SOCIAL	SALA DE ESTAR	33,07 M <sup>2</sup>	6,00 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES E TRELIÇAS
PREPARO DE ALIMENTOS	COZINHA	30,90 M <sup>2</sup>	2,80 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES E TRELIÇAS
ESCRITÓRIO HÓSPEDE	MEZANINO	30,90 M <sup>2</sup>	3,10 M <sup>2</sup>	-	
PAI E MAE	QUARTO CASAL SUÍTE	12,44 M <sup>2</sup>	3,00 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES, LAJE DE OSB
FILHO DE 20 ANOS	QUARTO 01 SUÍTE	12,87 M <sup>2</sup>	3,00 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES, LAJE DE OSB
FILHA DE 15 ANOS	QUARTO 02	11,84 M <sup>2</sup>	3,00 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES, LAJE DE OSB
FILHOS GÊMEOS 5 ANOS	QUARTO 03	11,64 M <sup>2</sup>	3,00 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES, LAJE DE OSB
USO SOCIAL	BANHEIRO SOCIAL	3,92 M <sup>2</sup>	3,00 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES, LAJE DE OSB
LAVAR E SECAR PEÇAS E ROUPAS	LAVANDERIA	5,84 M <sup>2</sup>	3,00 M <sup>2</sup>	-	PILARES, VIGAS, TERÇAS, BARROTES, LAJE DE OSB
SOCIAL / LAZER HORTA	ÁREA EXTERNA	18,65 M <sup>2</sup>	4,05 M <sup>2</sup>	-	
SOCIAL / LAZER PLAYGROUND	ÁREA PERMEAVEL	368,70 M <sup>2</sup>	-	-	



## Referência de projeto



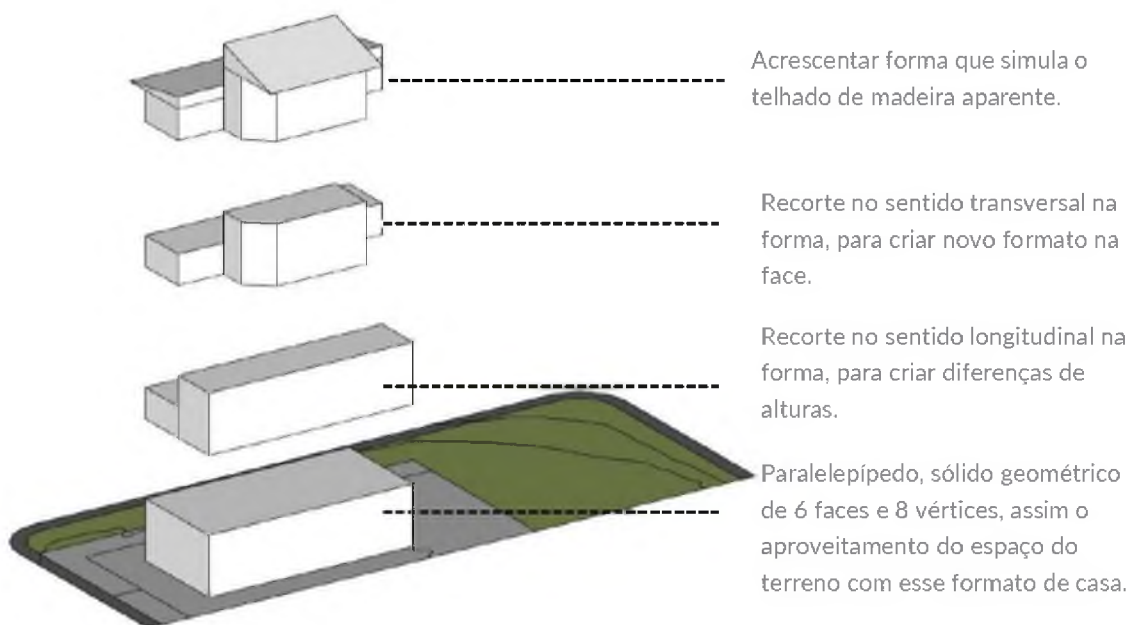
SHIS QL 12 LAGO SUL, Lago Sul, Brasília  
Referência [imovelweb.com.br](http://imovelweb.com.br)



Igreja Presbiteriana - SHIN QL 07/09 - Brasilia - DF  
Referência [pdarquitetos.com](http://pdarquitetos.com)



# Volumetria



# Setorização



## LEGENDA

- Social
- Íntimo
- Banheiros
- Serviço
- Varanda
- Circulação



# Planta

Planta de situação





## Planta

Planta de locação



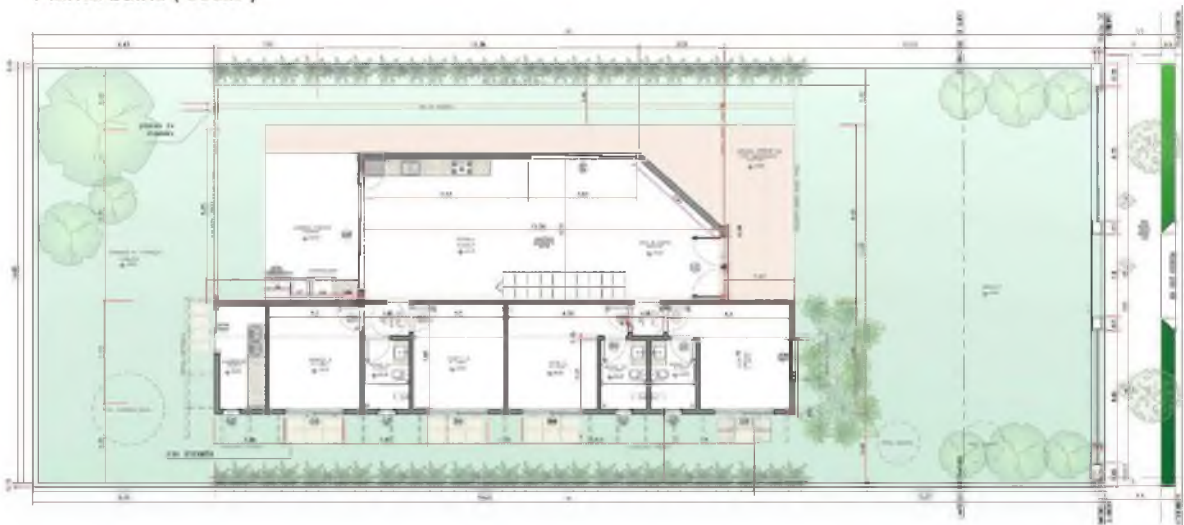
# Planta

Planta de implantação



# Planta

Planta baixa ( cotas )



# Planta

Pavimento térreo ( layout )



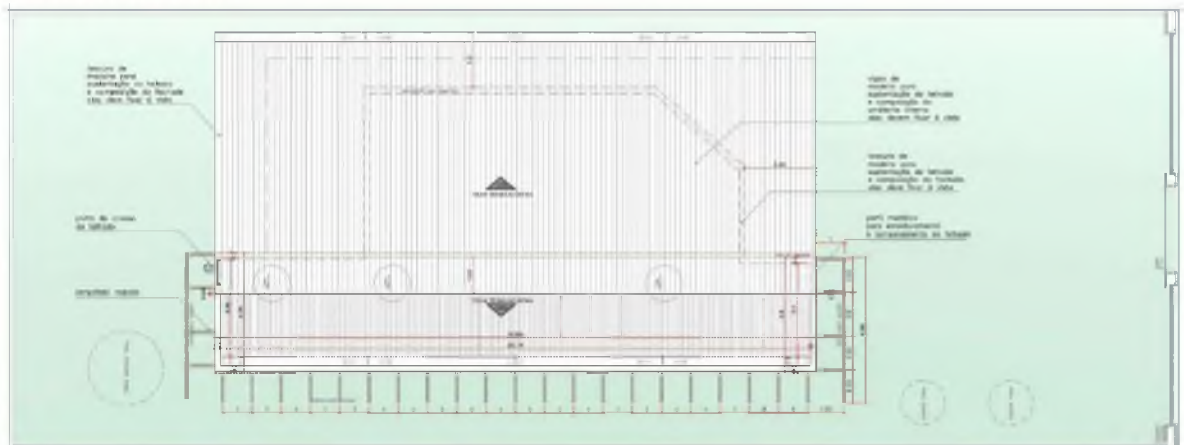
# Planta

Primeiro pavimento



# Planta

## Planta da Cobertura





# Fachada

2



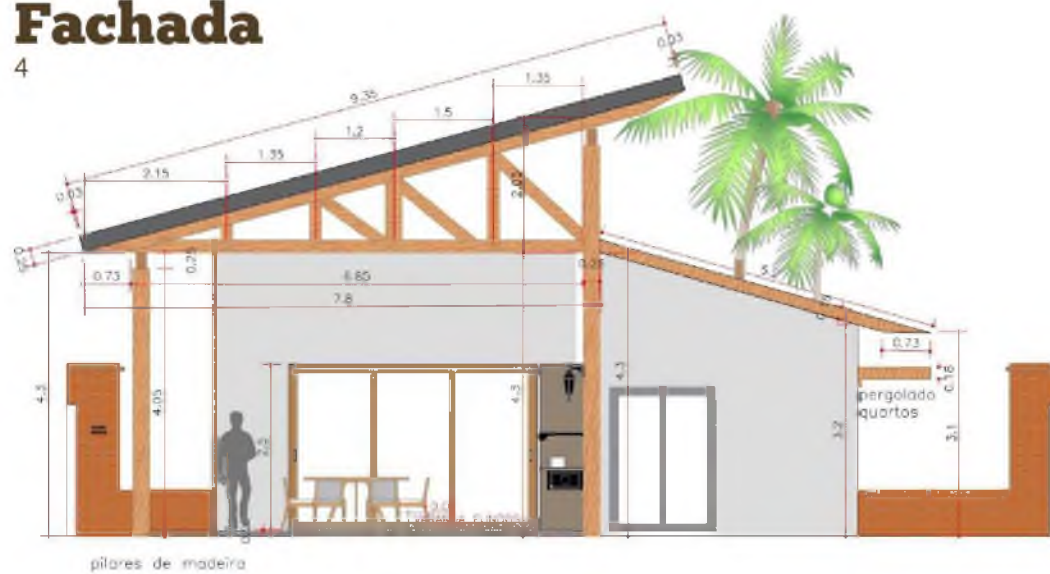
# Fachada

3



# Fachada

4



# Corte transversal

corte a

lesoura de madeira  
H. acabada = 205 cm  
com fechamento em vidro



# Corte longitudinal

corte b



# Lançamento Estrutural

Planta de localização de pilares



# Lançamento Estrutural

Térreo



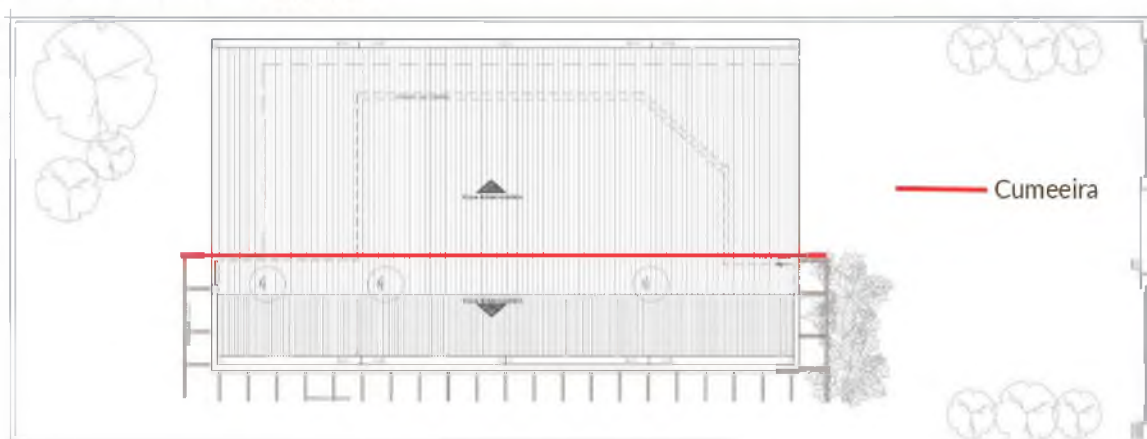
# Lançamento Estrutural

Primeiro Pavimento



# Lançamento Estrutural

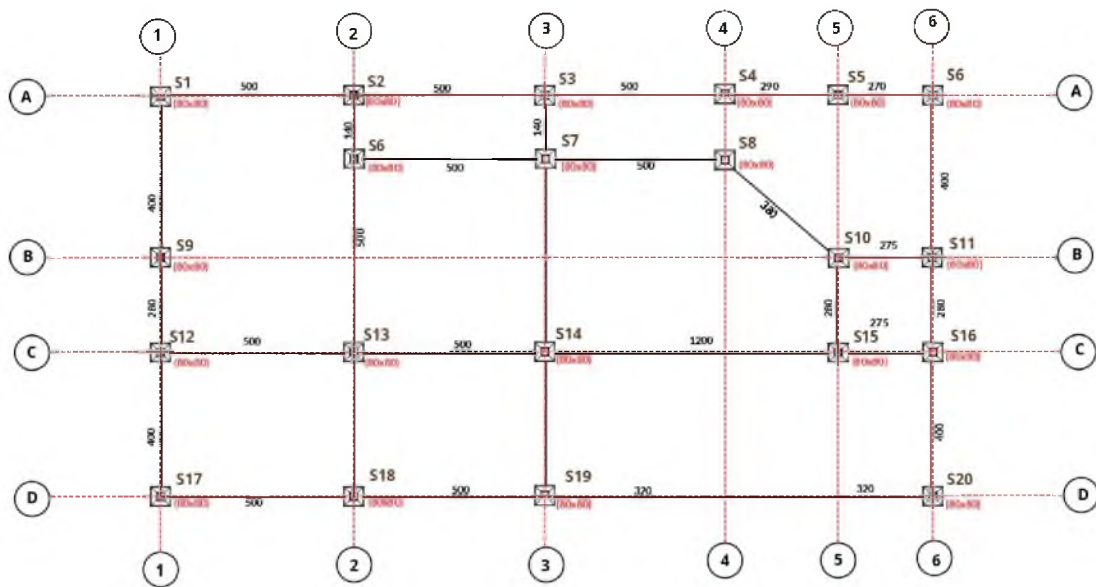
Cobertura



# Projeto Estrutural

Planta da fundação

Unidade : cm



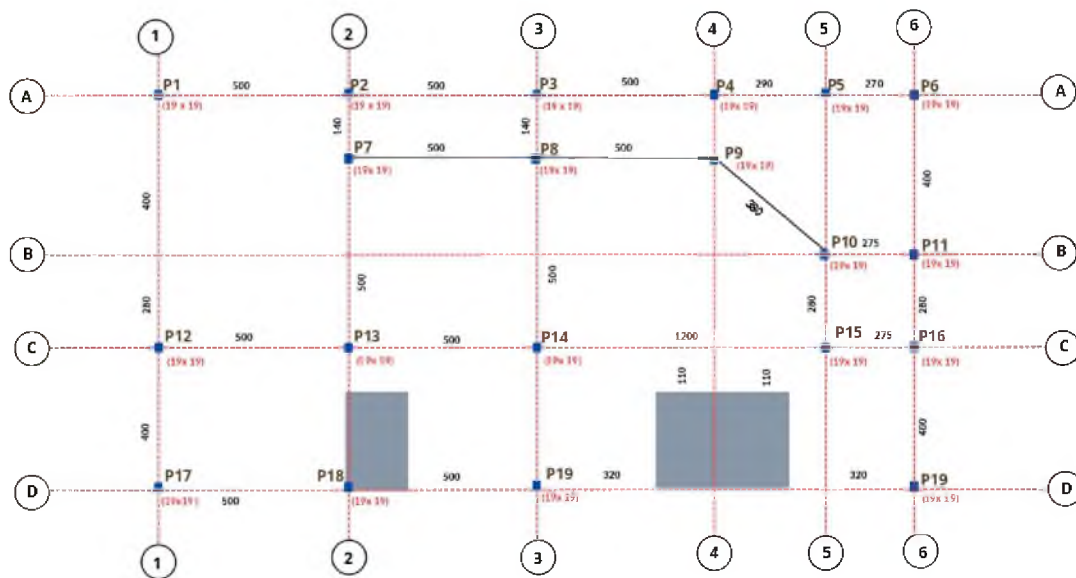
## LEGENDA



# Projeto Estrutural

planta dos pilares

Unidade : cm



## LEGENDA

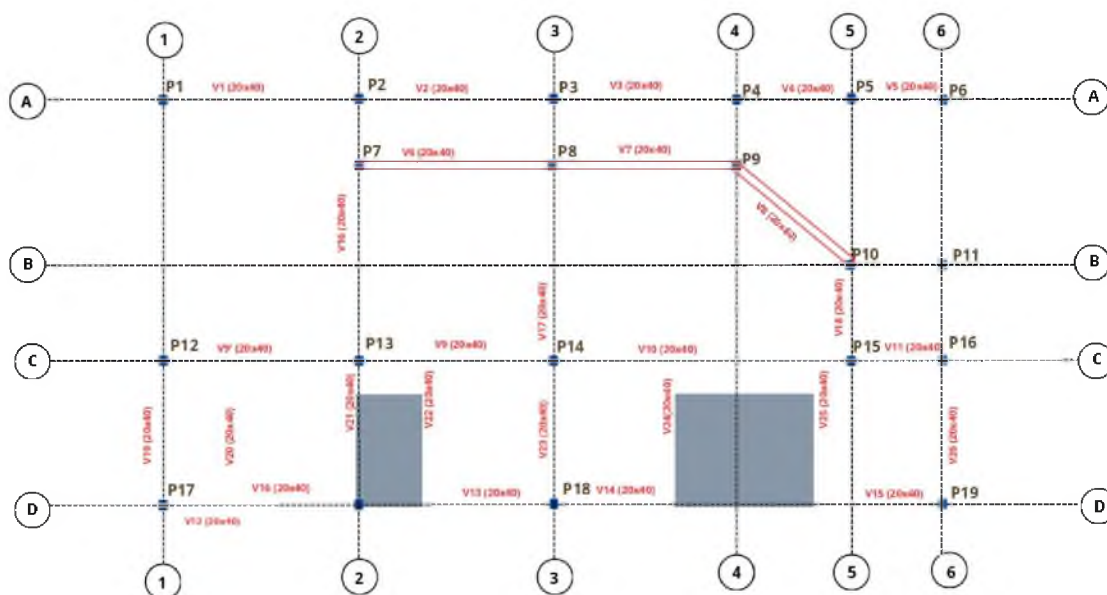
- Pilar
- Núcleo rígido
- ══ Viga baldrame



# Projeto Estrutural

Planta estrutural de forma térreo

Unidade : cm



## LEGENDA

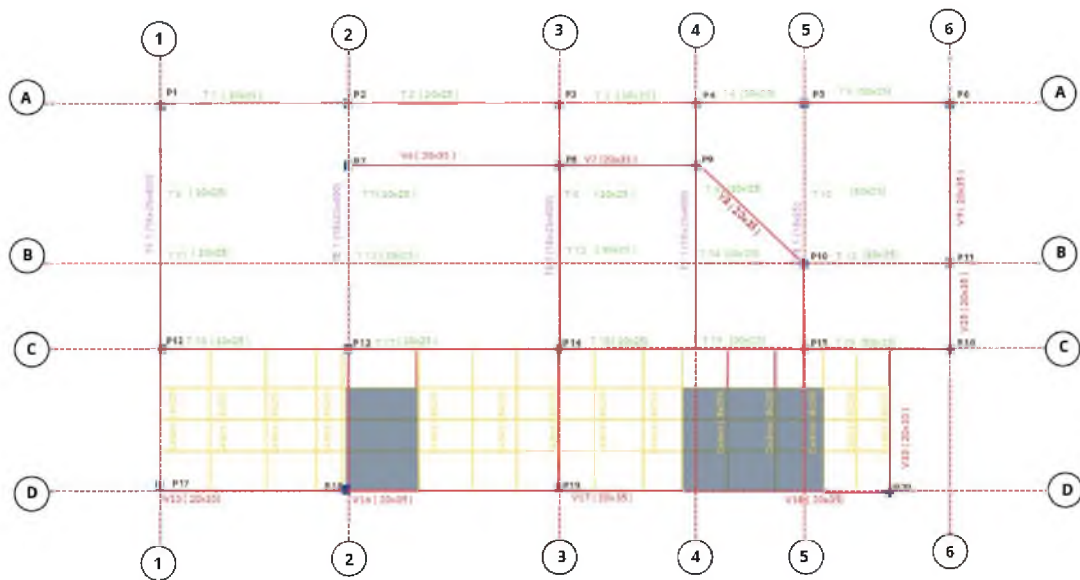
- Pilar
- Viga
- Núcleo Rígido



# Projeto Estrutural

Planta estrutural de forma primeiro pavimento

Unidade : cm



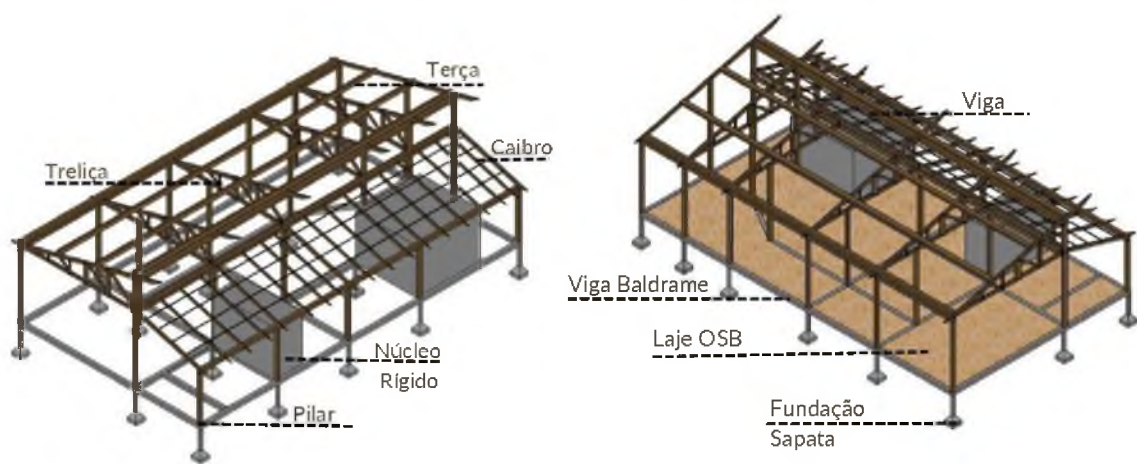
## LEGENDA

- Pilar
- Viga
- Caibro
- Terça
- Treliça



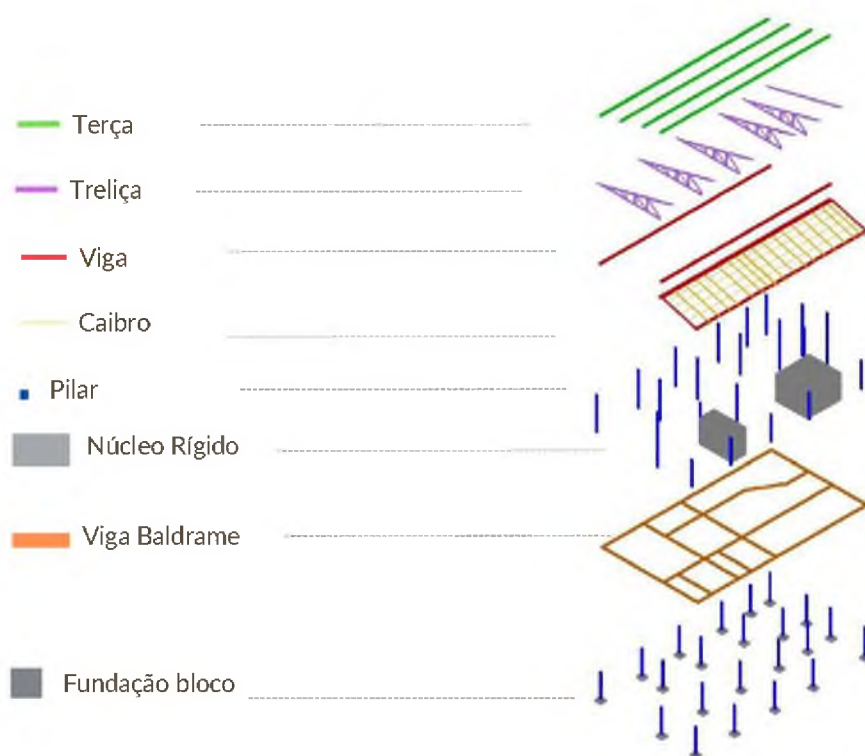
# Projeto Estrutural

Estrutura de madeira jatobá ( Isométrica ) 3D



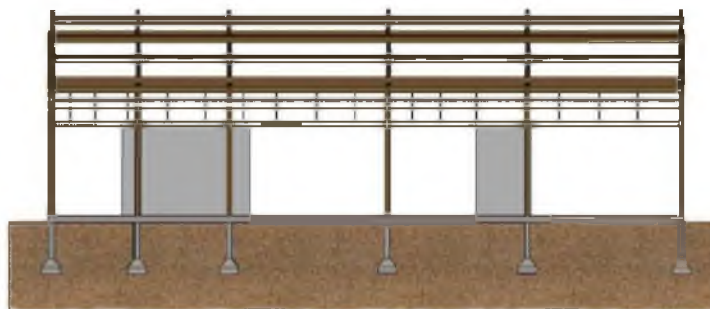
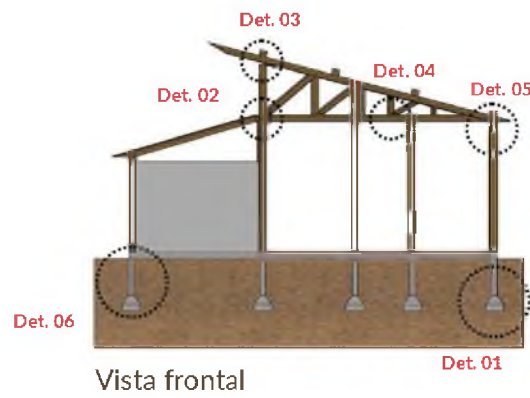
# Projeto Estrutural

Estrutura de madeira jatobá 3D explodido



# Projeto Estrutural

Estrutura de madeira jatobá (Vistas)

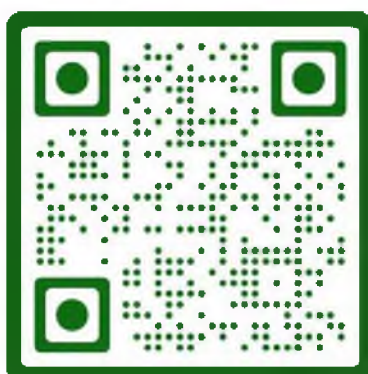


Vista lateral



# Memorial de Cálculo

PRÉ-DIMENSIONAMENTO



PLANILHA EXEL



# Memorial de Cálculo

## PRÉ-DIMENSIONAMENTO

### Informações do Material

Habitação Unifamiliar- Grupo 6				
Tipo de Madeira		Jarobá (HYMENEÁ COURBARIL)		
PASSO 1:				
Valores		Unid. De Medida		
<b>fc,12</b>	75,81			MPa
<b>fv,12</b>	19,02			MPa
<b>ft,fb,fn,12</b>	137,2			MPa
<b>ec,12</b>	15596			MPa
<b>DV</b>	1240			kg/m3
PASSO 2:				
Valores Característicos:				
<b>Fc,k</b>	53,067			
<b>Fv,k</b>	10,2708			
<b>Fb,k</b>	96,04			
PASSO 3:				
Valores do projeto:				
	<i>y</i>	<i>Kmod</i>	RESULTADO	MPa
<b>FCD</b>	1,4	0,7	26,5335	MPa
<b>FVD</b>	1,8	0,7	3,9942	MPa
<b>FBD</b>	1,8	0,7	37,34888888	MPa
<b>EEF (ou ECF)</b>	<i>x</i>	0,7	10913	MPa

PASSO 3:				
Valores do projeto:				
	<i>y</i>	<i>Kmod</i>	RESULTADO	MPa
<b>FCD</b>	1,4	0,7	26,5335	MPa
<b>FVD</b>	1,8	0,7	3,9942	MPa
<b>FBD</b>	1,8	0,7	37,34888888	MPa
<b>EEF (ou ECF)</b>	<i>x</i>	0,7	10913	MPa

### Informações do Projeto:

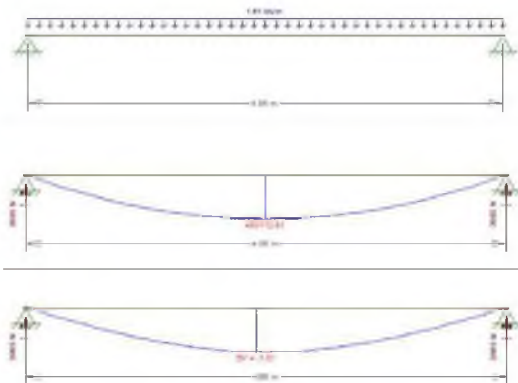
Vedação horizontal: Telha termo acústica

Vedação horizontal: Bloco cerâmico



## Pré-dimensionamento - Barrotes

BARROTE			
carra late em Kcal/m	2,177		
Qbarroto	13,052 N/m		13052 N/m
h (cm)	12		
l (cm)	492		
h min (cm)	18,858953		
h final	20		
q aproximado	1,3052 KN/m		
Verificações 1			
Barroto	(em M)		Vmax (constante) (N) 3909,405
b	0,12		tensão Max (N/cm <sup>2</sup> ) 614,0173359
h	0,2		
Carga critica (total)	0,2576		Mmax (Ncm) 491213,8568
total	1,2033 KN/M		Ix (cm <sup>4</sup> ) 8008
Flecha do FT00L (em CM) OK			
DELTA real	1,61		
DELTA norma	1,41423871		
DELTA MAX	1,43697011		
Verificações 2			
BARROTE			
TENSÃO MAX			
σ max (N/cm <sup>2</sup> )	614,017336	>>>MPA<<<	6,140173359
	6,14017336	< ou =	37,34865889 OK
CISALHAMENTO			
Tmax (N/cm <sup>2</sup> )	24,8087813	>>>MPA<<<	0,248087813
(S (cm))	60		
	0,24808781	< ou =	3,9942 OK
Estabilidade lateral h<4b TRAVAR			
h	20		
4b	40		



## Pré-dimensionamento - Vigas

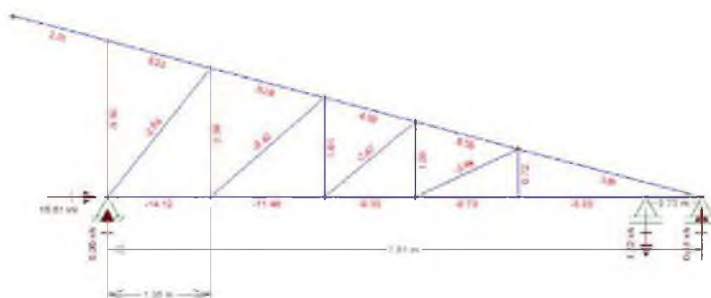
<b>Rbarrota</b>	3.969405	kN/m
<b>b (cm)</b>	20	
<b>L (cm)</b>	500	
<b>q aproximado</b>	6.615675	kN/m
<b>h min (cm)</b>	27.59228257	
<b>h final</b>	40	divisível por 5
<b>Área</b>	800	
<b>Ix (cm<sup>4</sup>)</b>	106666.6667	
Verificações		
viga	(em M)	
<b>b</b>	0,2	
<b>h</b>	0,4	
<b>Carga própria (qpp)</b>	0.992	kN/m
<b>qparede</b>	6.9	kN/m
<b>qtot</b>	14.507675	kN/m
Flecha do FTOOL	(em CM)	OK
<b>DELTA real</b>	0.71	
<b>DELTA norma</b>	1.428571429	
<b>DELTA max</b>	1.014247011	
<b>L</b>	500	
<b>L</b>	500	



## Pré-dimensionamento - Cobertura

Qpermanente (Kn/m2)	0,09
$\alpha$	14,73
Qtelhado (Kn/m2)	0,093
Separação Terças (m)	1,8
Qterça (Kn/m)	0,1674
L (m)	4,95
h min (cm)	9,50822618
h adotado (cm)	20 (barrote)
Área	240
ix	120
Qpp	0,2976
Qtot	0,465
Flecha (em CM)	
DELTA norma	1,41428571
DELTA max	0,00416111
Rterça	1,150875
Fx	2,22610299
Fy	0,58524296

Verificação de elementos comprimidos		Verificação de esbeltez	
b (cm)	12	Áreça	<140
h (cm)	20	ix	5,773502692
Área	240	ly	3,464101615
ix	8000	Áreça	23,3826859
ly	2880	Áreça	38,97114317
Verificação de tensão axial		Verificação à tração	
N max (N)	14120	N max (N)	5290
$\sigma$ axial (N/cm2)	58,8333333	$\sigma$ axial (N/cm2)	22,04166667
$\sigma$ axial (MPa)	0,588333333	$\sigma$ axial (MPa)	0,220416667
$\sigma$ axial	< 26,5335		OK
OK			



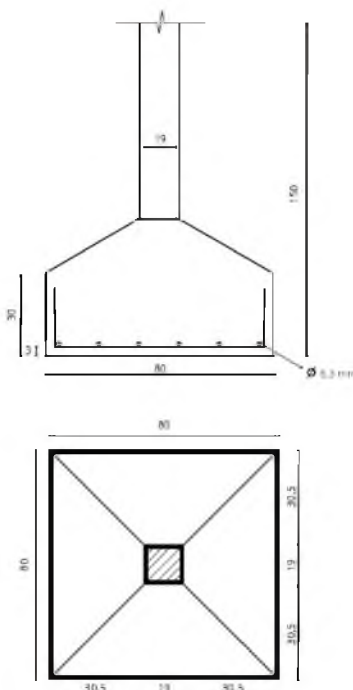
### Pilares

<b>Reação treliça</b>	5,35
<b>R<sub>viga principal</sub></b>	36,2691875
<b>R<sub>viga cobertura 1</sub></b>	0,46035
<b>R<sub>viga cobertura 2</sub></b>	0,46035
<b>P13 (kN)</b>	152,26815
<b>b (cm)</b>	19
<b>h (cm)</b>	19
<b>Área</b>	361
<b>I<sub>x</sub></b>	10860,0833
<b>I<sub>y</sub></b>	10860,0833
<b>Área mínima</b>	5,73871332
<b>Verificação de tensão</b>	
<b>σ pilar (n/cm<sup>2</sup>)</b>	1,27520776
<b>Verificação de esbeltez</b>	
<b>Apeça</b>	<140
<b>I<sub>x</sub> e I<sub>y</sub></b>	10860,0833
<b>I<sub>x</sub> e I<sub>y</sub></b>	5,48482756
<b>Apeça</b>	76,5748778

### Sapatas

<b>N<sub>pilar</sub> (kN)</b>	149,61
<b>b<sub>pilar</sub></b>	19
<b>h<sub>pilar</sub></b>	19
<b>Cota de implantação</b>	1,5 m
<b>N<sub>spt</sub></b>	14
<b>Resistência aproximada</b>	
<b>σ<sub>s</sub></b>	0,274165739
<b>Área da sapata</b>	
<b>S<sub>sap</sub> (cm<sup>2</sup>)</b>	6002,609983
<b>Lado menor da sapata</b>	
<b>B</b>	77,47651246
<b>B adotado (cm)</b>	80
<b>Lado maior da sapata</b>	
<b>B</b>	77,47651246
<b>B adotado (cm)</b>	80
<b>Altura</b>	
<b>h<sub>o</sub> (cm)</b>	30
<b>h (cm)</b>	47,60918321
<b>h adotado (cm)</b>	50
<b>Armadura</b>	
<b>As (cm<sup>2</sup>)</b>	1,83
<b>cm<sup>2</sup>/m</b>	2,2875
Barras de 6,3mm de diâmetro a cada 12,5 cm	

### Pré-dimensionamento - Pilares e Sapatas

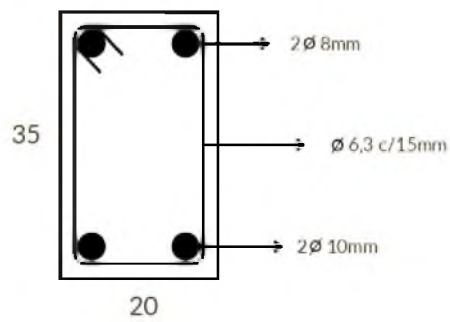


## Pré-dimensionamento - Viga baldrame

---

Carga Parede:  $7\text{kN/m}^3 \times 0,4\text{m} \times 3\text{m} = 0,84\text{kN/m}$   
Viga Baldrame:  $0,2 \times 0,35 \times 25\text{kN/m}^3 = 1,75\text{kN/m}$

2,59 kN/m



CORTANTE: 6,5 kN  
MOMENTO: 8,1 kN/m

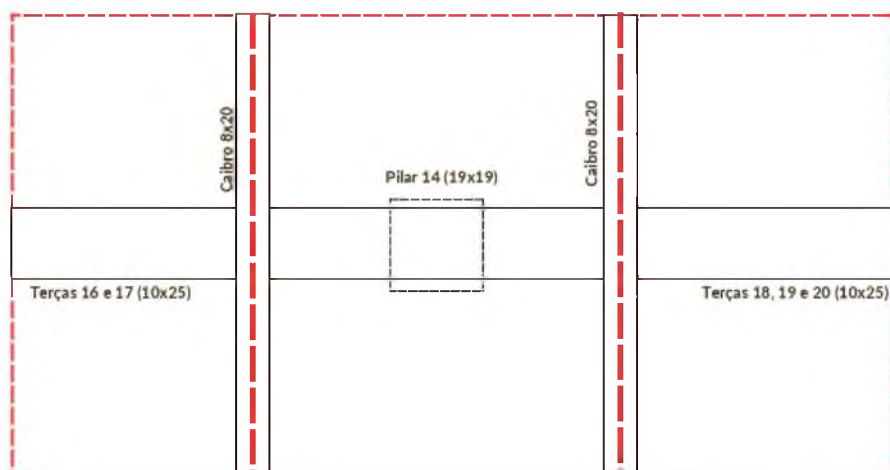


# Detalhamento

Detalhe 01 / Detalhe 02 / Detalhe 03/ Detalhe 04 / Detalhe 05 / Detalhe 06

Ligação de terça e pilar

unidade: cm

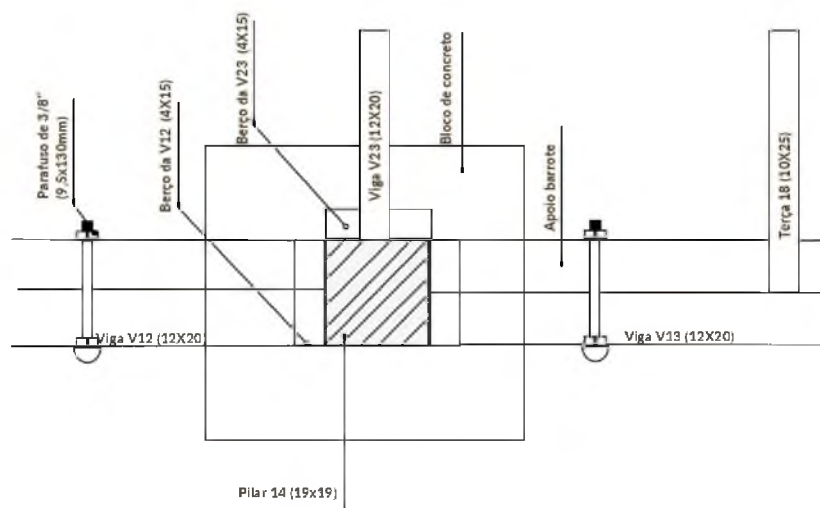


# Detalhamento

Detalhe 01 / **Detalhe 02** / Detalhe 03 / Detalhe 04 / Detalhe 05 / Detalhe 06

Fixação viga e pilar

unidade: cm

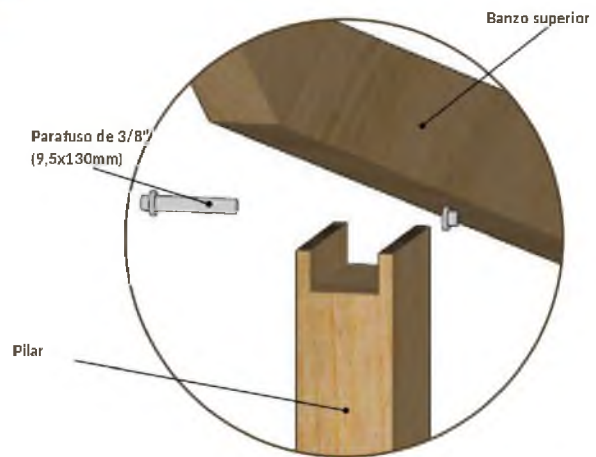
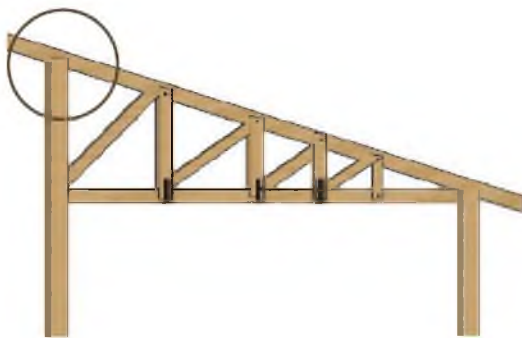


# Detalhamento

Detalhe 01 / Detalhe 02 / **Detalhe 03** / Detalhe 04 / Detalhe 05 / Detalhe 06

Fixação treliça

unidade: cm

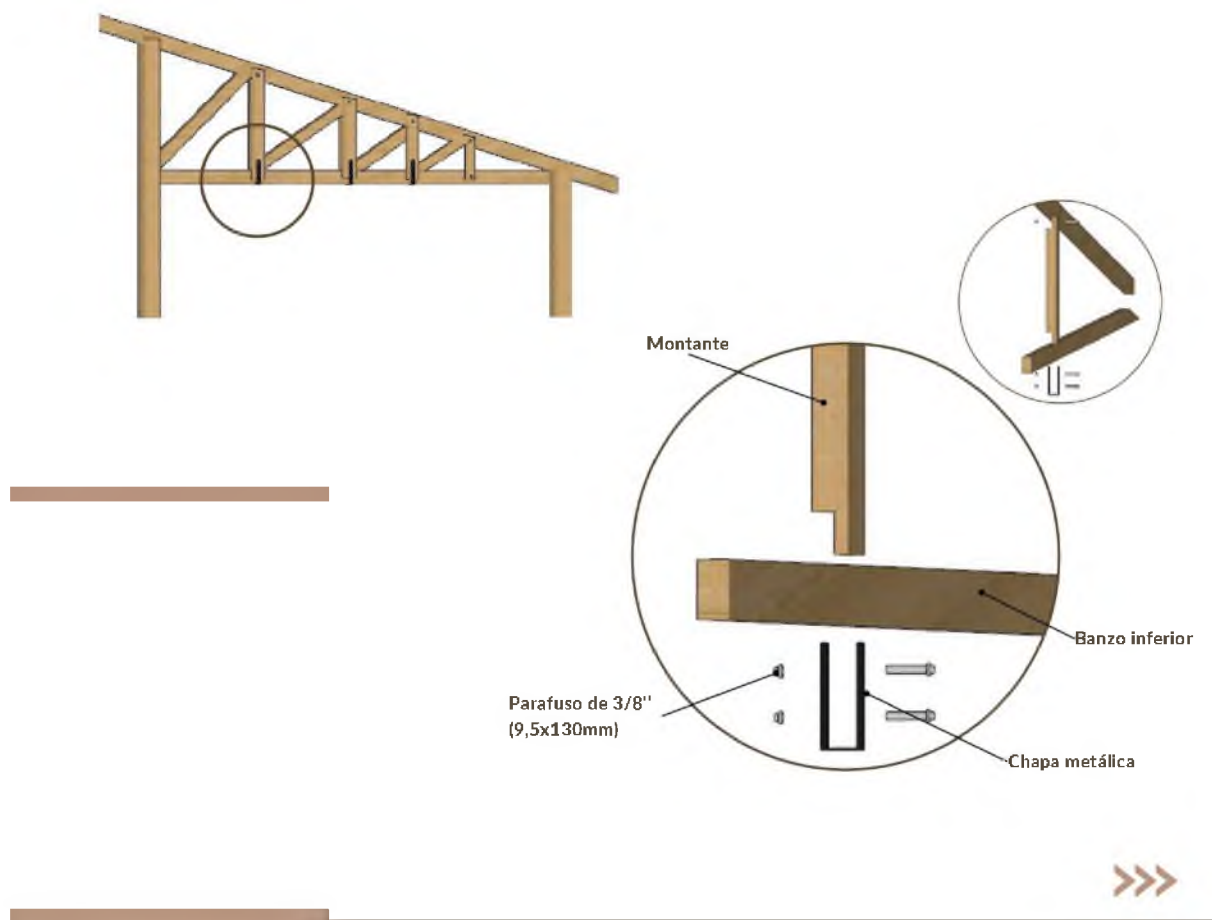


# Detalhamento

Detalhe 01 / Detalhe 02 / Detalhe 03 / **Detalhe 04** / Detalhe 05 / Detalhe 06

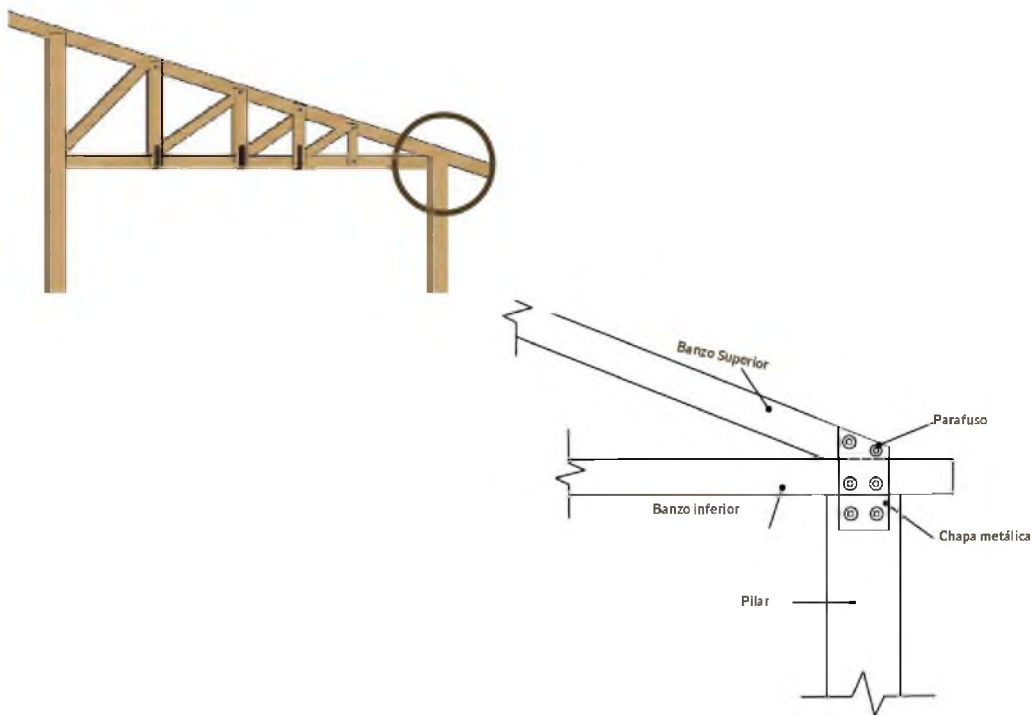
Fixação treliça

unidade: cm



# Detalhamento

Detalhe 01 / Detalhe 02 / Detalhe 03 / Detalhe 04 / **Detalhe 05** / Detalhe 06  
Ligação Banzo superior com banzo inferior  
unidade: cm

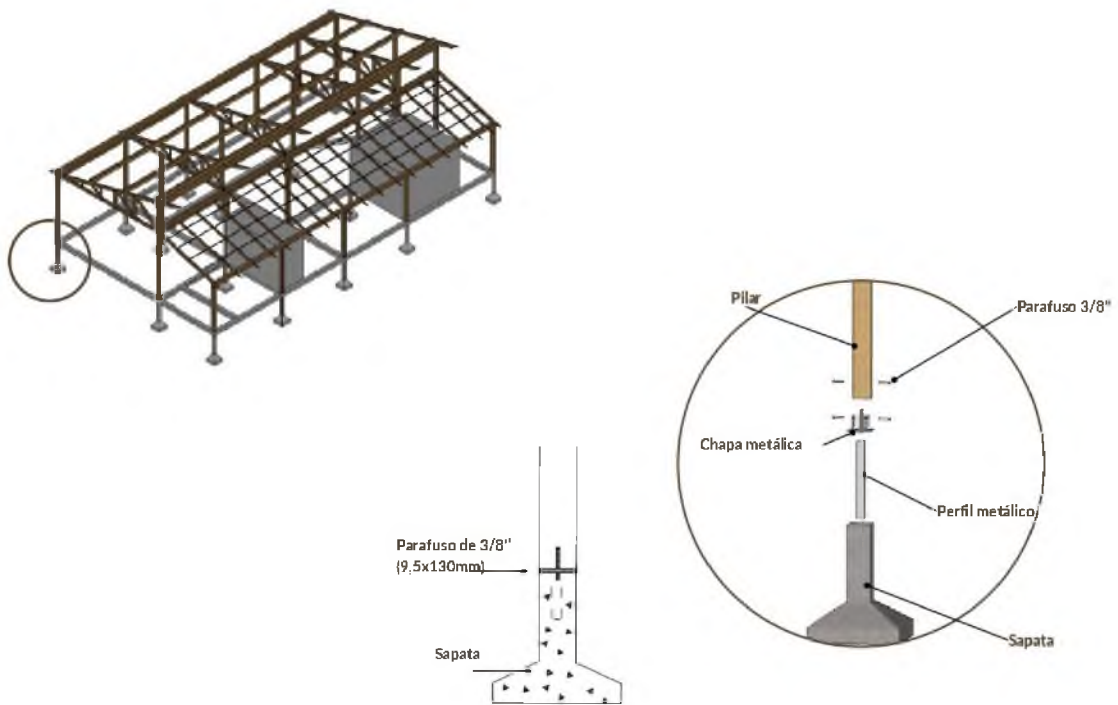


# Detalhamento

Detalhe 01 / Detalhe 02 / Detalhe 03 / Detalhe 04 / Detalhe 05 / **Detalhe 06**

Fixação fundação e estrutura de madeira

unidade: cm



# CASA















# Casa Xilo - Isabela Paganini Navarro De Oliveira, Isabella Guimaraes Lopes Carvalho, Renata Rocha Damasceno



## CASA XILO

Prof. Dra. Nathaly Narváez - Sistemas estruturais em madeira

Isabela Paganini - 221039441

Isabella Guimarães - 221016198

Renata Damasceno - 212008016

# A CASA XILO

## Implantação

A Casa xilo está localizada no Lago Sul, em Brasília, e foi projetada para uma família de seis pessoas, uma idosa, um casal, e seus três filhos, uma adolescente e crianças gêmeas. O terreno fica em uma área privilegiada de esquina, com vista para o lago Paranoá.

Em razão dessa implantação, escolheu-se fazer uma residência com o uso de materiais naturais, o sistema estrutural é todo em madeira, e há uma presença marcante de vegetação por toda a casa. Além disso, primou-se pela permeabilidade entre as áreas internas e externas, a partir das grandes aberturas e ripados.



# A CASA XILO

## Volumetria

A residência é formada por uma volumetria simples, em formato de L, com uma modulação de 5m por 5m, a fim de respeitar os vãos máximos vencidos pelas estruturas de madeira serrada.

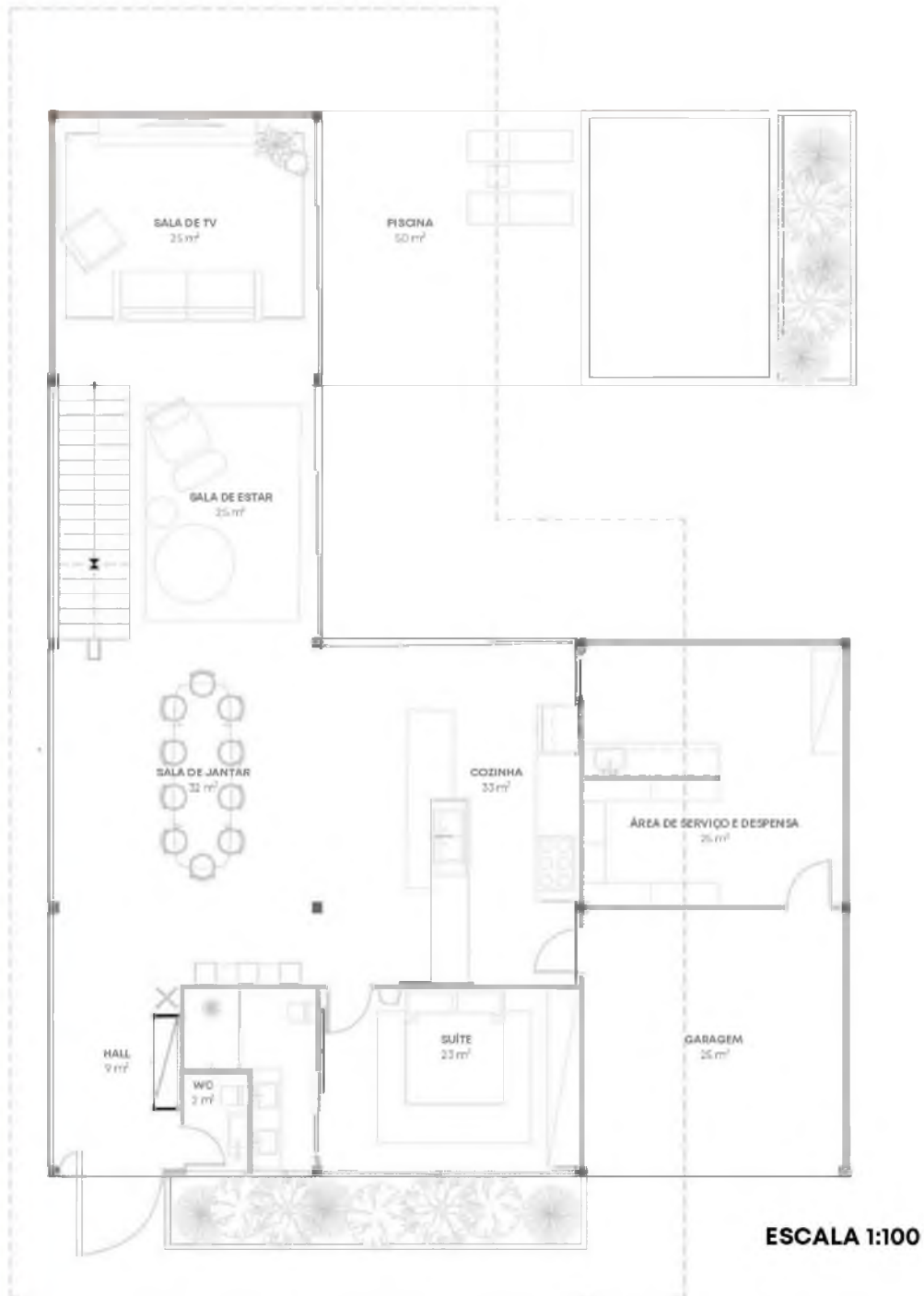


A área social da casa se concentra no pavimento térreo, que é mais permeável, e a área privada no primeiro pavimento, todo envolto por muxarabis.



# PLANTA BAIXA

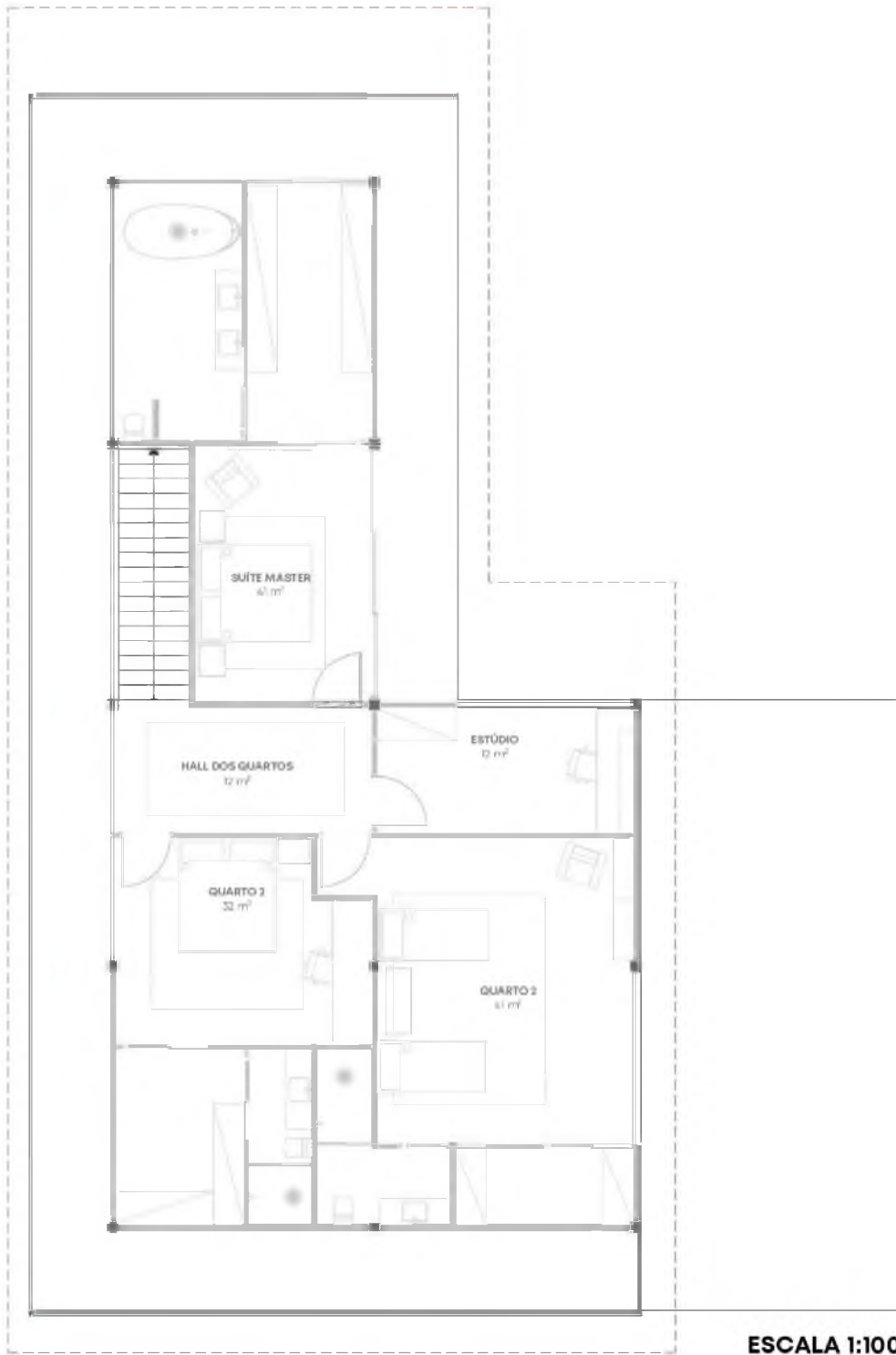
Pavimento Térreo



4

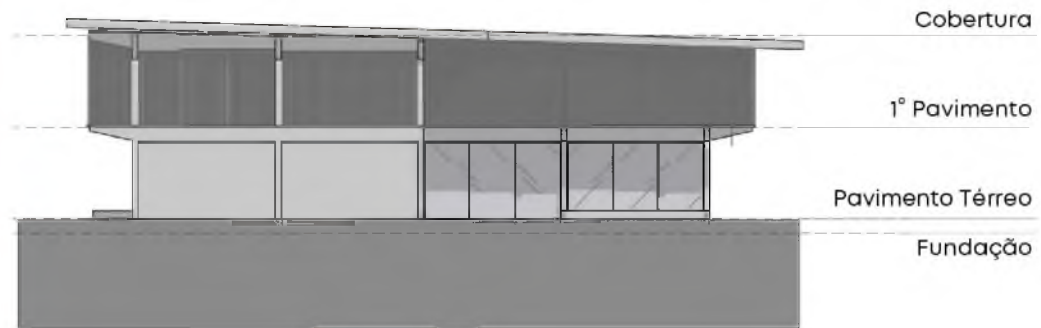
# PLANTA BAIXA

Primeiro Pavimento



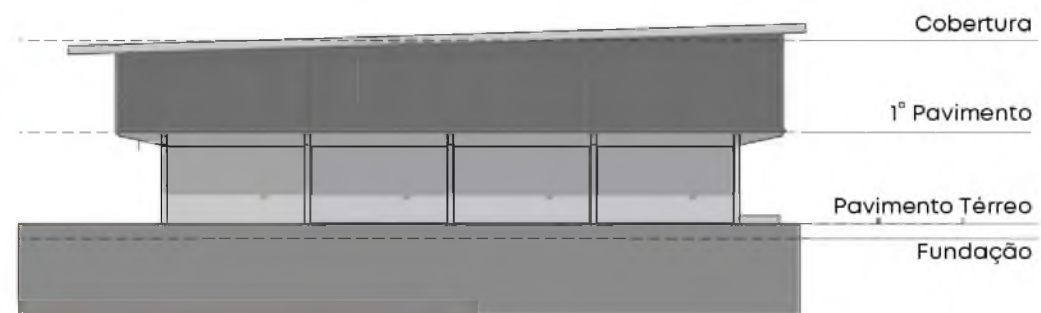
# FACHADAS

## Elevações



### Fachada Lateral Leste

Escala 1:200

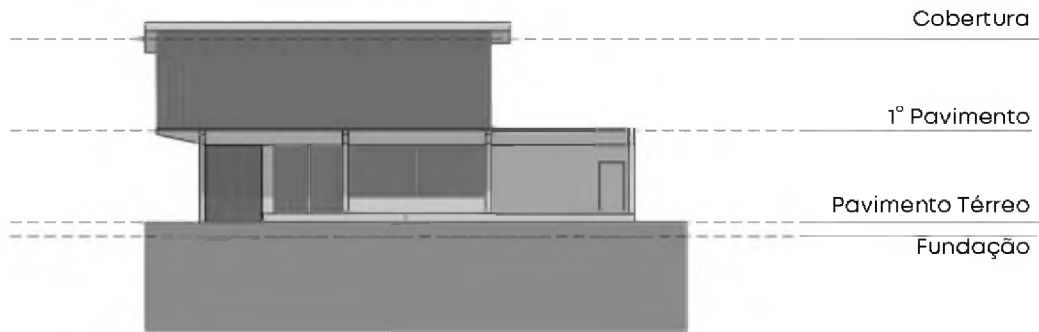


### Fachada Lateral Oeste

Escala 1:200

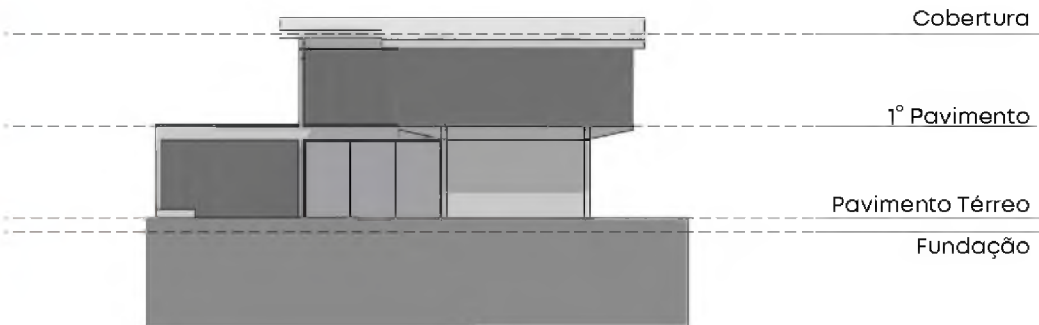
# FACHADAS

## Elevações



### Fachada da frente

Escala 1:200

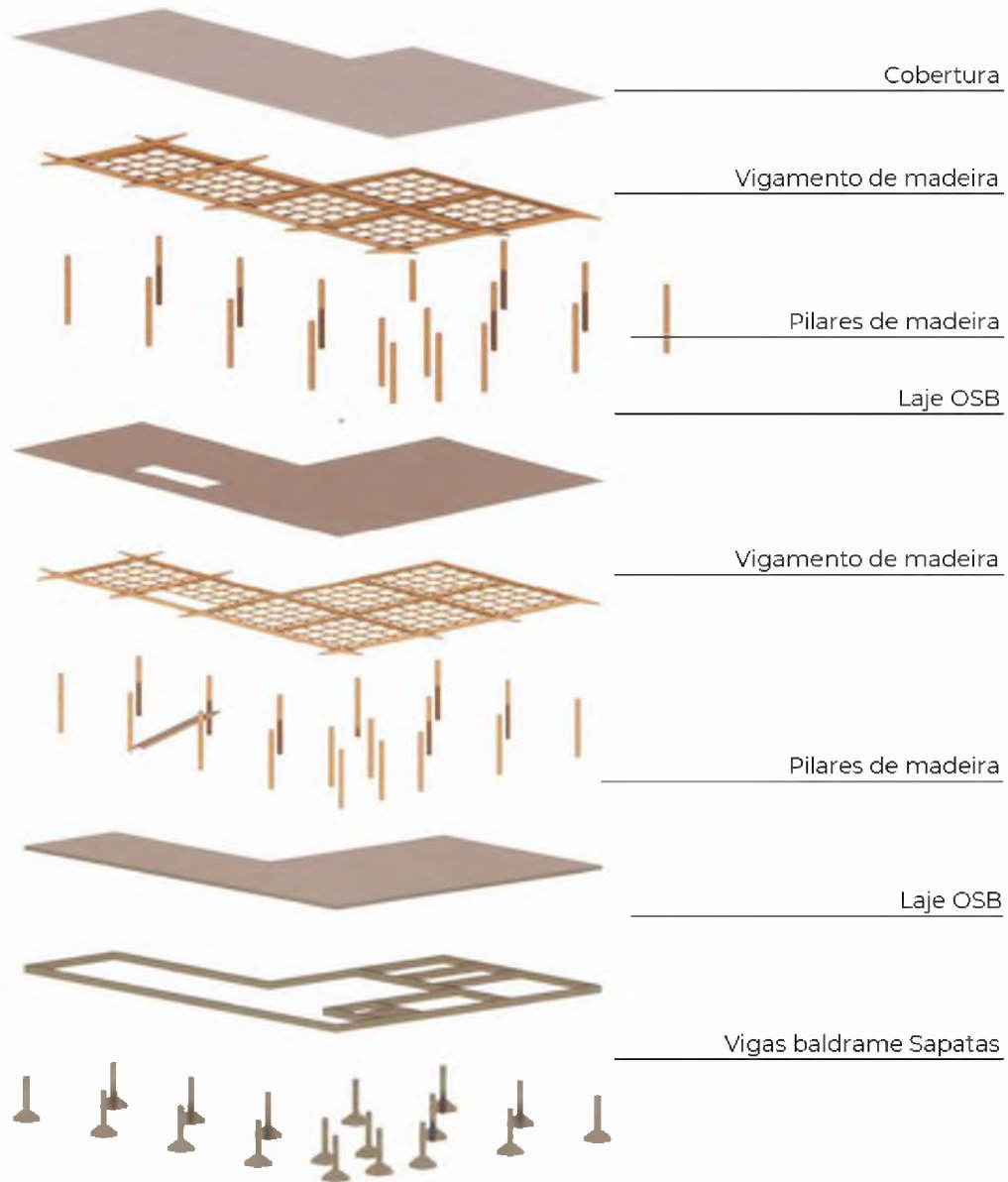


### Fachada dos fundos

Escala 1:200

# ESTRUTURA

Isométrica Explodida



# ESTRUTURA

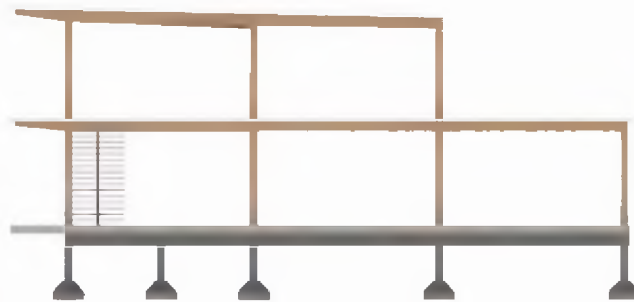
Em Isométrica



# ESTRUTURA

## Em vistas

Para o sistema estrutural foi utilizado o sistema viga-pilar, sendo todos os elementos estruturais, com exceção da fundação, de madeira. Além disso, foi utilizada uma modulação de 5m para posicionar os pilares.



### Vista Frontal

Escala 1:150

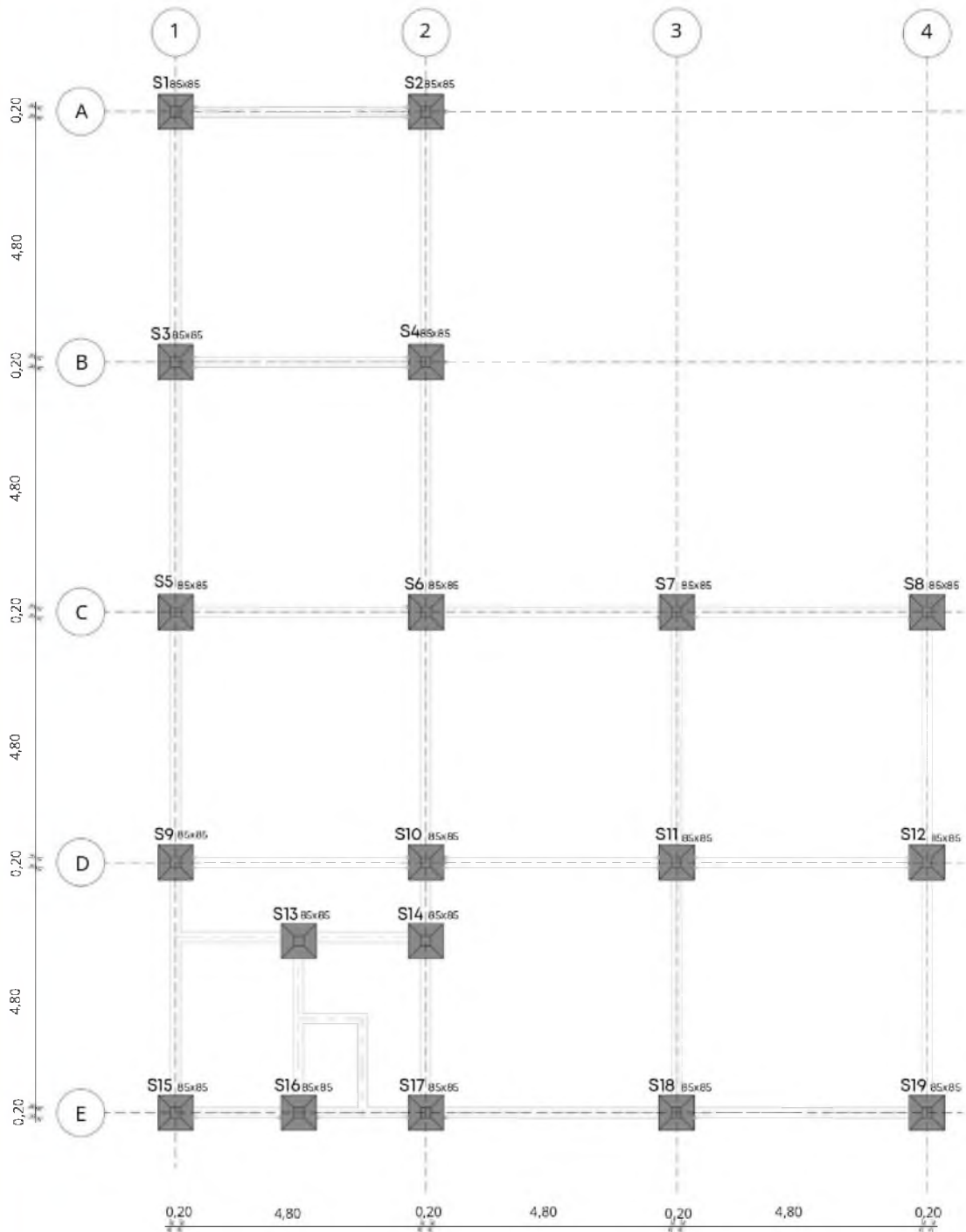


### Vista Lateral

Escala 1:150

# Lançamento Estrutural

## Fundação



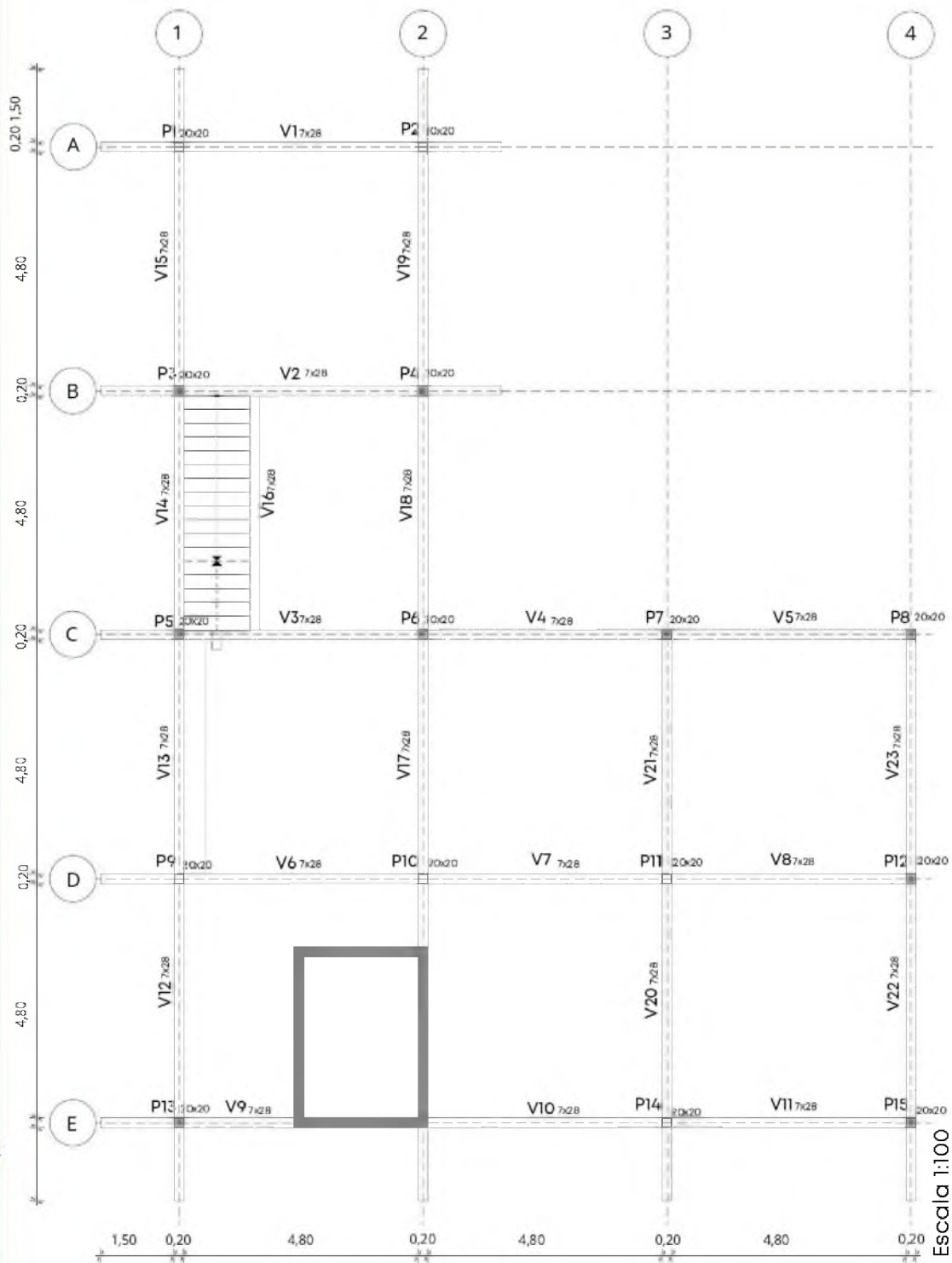
# Lançamento Estrutural

## Pavimento Térreo



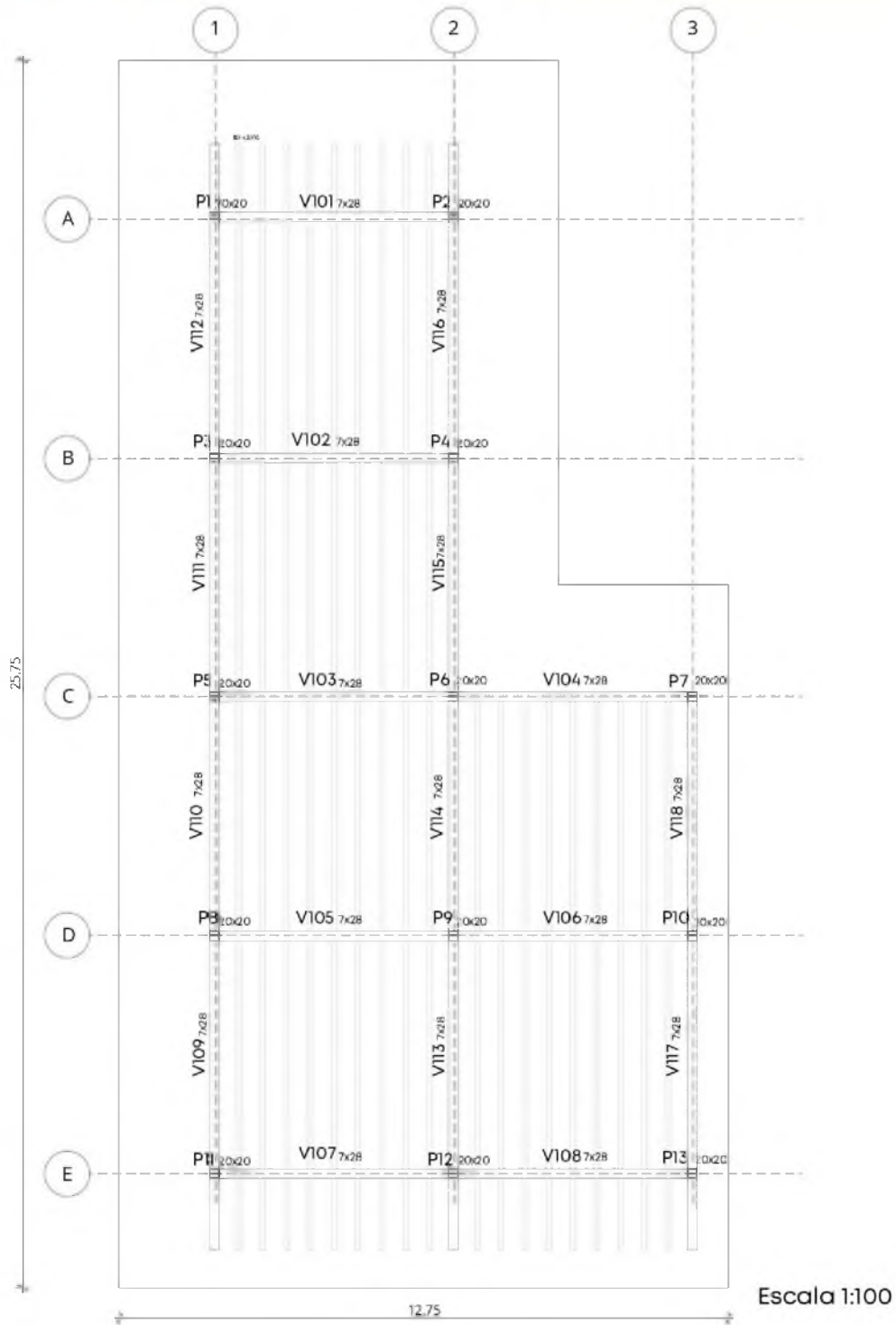
# Lançamento Estrutural

## Primeiro Pavimento

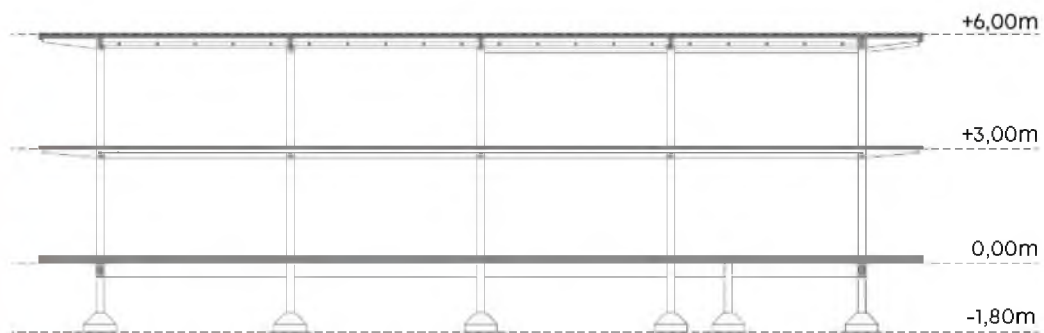


# Lançamento Estrutural

## Cobertura

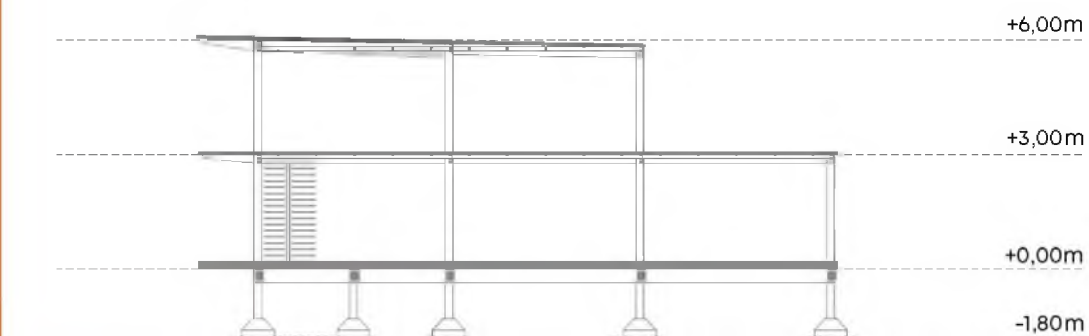


# CORTES ESTRUTURAIS



**Corte Longitudinal**

Escala 1:150



**Corte Transversal**

Escala 1:150

# MADEIRA JATOBÁ

## Especificações

Nome científico: *Hymenaea courbaril*

Família: Caesalpinaceae

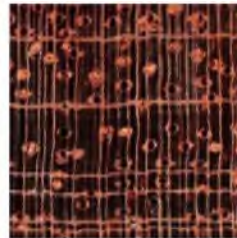
Local de coleta: Curuá-Una, PA



Tora de Jatobá



Casca da árvore



Corte transversal



Corte tangencial

A madeira de Jatobá, proveniente da árvore *Hymenaea courbaril*, é amplamente reconhecida por sua resistência, durabilidade e beleza, sendo uma das mais valorizadas no mercado da construção civil. Originária de florestas tropicais, principalmente da América Latina, esta madeira se destaca por sua densidade elevada, tornando-se extremamente resistente ao desgaste, ao impacto e à ação de agentes biológicos como fungos e cupins.

## Propriedades Físicas e Mecânicas

VALORES CARACTERÍSTICOS		
Fm,K / Fb,K / Ft,K		96,04
(MPa) Fc,K (MPa)		53,07
Fv,K (MPa) Fm,d /		10,27
Fb,d / Ft,d (MPa)		37,35
Fc,d (MPa) Fv,d		26,53
(MPa) Ec,d (MPa)		3,99
		10913

MADEIRA		JATOBÁ ( <i>Hymenaea courbaril</i> )
PROPRIEDADES MECÂNICAS		
Dv (g/m <sup>3</sup> )	Fm12 /	1,24
Fb12 / Ft12 (MPa)		137,2
Fc12 (Mpa) Fv12		75,81
(Mpa) Ec.med		19,02
(Mpa*1000)		15590

# CÁLCULO ESTRUTURAL

## Lajes

LAJE		
OBS e= 3cm	0,14	kN/m <sup>2</sup>
Concreto e= 4cm	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Impermeabilização	0,10	kN/m <sup>2</sup>
Carga de Uso	1,50	kN/m <sup>2</sup>
Caixa d'água	4,00	kN/m <sup>2</sup>
Carga total (perm. e var.)	5,84	kN/m <sup>2</sup>

## Barrotes

BARROTE		
Área de Influência	1	M
Q barrote	5,91	kN/m <sup>2</sup>
b adotato L	4,5	cm
Q barrote	100	cm
h min	59,1	N/cm
h adotado	8,74	cm
Q pp	10	cm
Q total barrote	0,06	kN/m
A seção	5,97	kN/m <sup>2</sup>
Inércia X	45	cm <sup>2</sup>
	375	cm <sup>4</sup>

VERIFICAÇÃO					
$\Delta$ max	0,19	cm	V max	2982,9	N
$\Delta$	0,29	cm	S	56,25	cm <sup>2</sup>
M max	74572,5	N/cm	T max	0,99	MPa
$\sigma$ max	9,94	MPa			

APROVAÇÃO			
b adotato	h	4,50	cm
adotado Flecha		10,00	cm
Flexão			APROVADO
Cisalhamento			APROVADO
Estabilidade lateral			APROVADO
			NÃO PRECISA DE TRAVAMENTO

## Viga Principal

VIGA PRINCIPAL		
Q aprox	14,91	N/cm
L entre barrotes	100	cm
b adotato	7	cm
L	500	cm
h min	23,83	cm
h adotado	28	cm
Q pp	0,24	kN/m
Q total viga principal	1,73	kN/m
A seção	196	cm <sup>2</sup>
Inércia X	12805,33	cm <sup>4</sup>

VERIFICAÇÃO					
$\Delta$ max	1,01	cm	V max	4336,23	N
$\Delta$	1,43	cm	S	686	cm <sup>2</sup>
M max	542028,13	N/cm	T max	0,33	MPa
$\sigma$ max	5,93	MPa			

APROVAÇÃO			
b adotato	h	7	cm
adotado Flecha		28	cm
Flexão			APROVADO
Cisalhamento			APROVADO
Estabilidade lateral			APROVADO
			NÃO PRECISA DE TRAVAMENTO

# CÁLCULO ESTRUTURAL

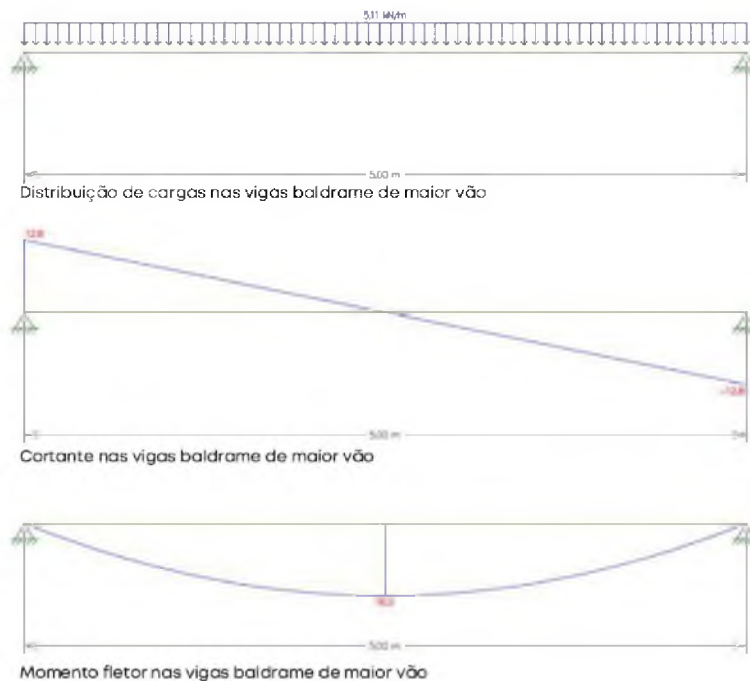
## Pilares

PILAR	
Seção	20*20 cm
b adotado	20 cm
h adotado	20 cm
A	400 cm <sup>2</sup>
Inércia X	13333,33 cm <sup>4</sup>
Inércia Y	13333,33 cm <sup>4</sup>
Lfl	490
L (pd)	700 cm
i	5,77
$\lambda$	84,87
Fint Nº de viga que se apoia	17344,9 N
	4 un

PILAR	
b adotado	20 cm
h adotado	20 cm
Fint	17344,9 N
Verificação	APROVADO

VERIFICAÇÃO		
$\sigma_{fl}$	0,43	MPa
Fc,d	26,53	MPa

## Fundação - sapata e baldrame



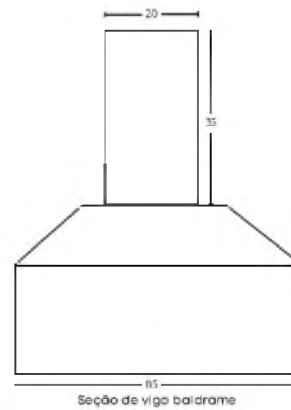
# CÁLCULO ESTRUTURAL

## Fundação - Viga baldrame



## Fundação - Sapata

SAPATA		
N pilar	173,44	kN
b pilar	20	cm
h pilar	20	cm
Cota implantação	1,5	m
N spt (exemplo)	14	golpes
$\sigma_s$	0,274	Mpa
S sapata	6962,915708	cm <sup>2</sup>
B (lado menor)	83,44	cm
A (lado maior)	83,44822277	cm
B (lado menor considerado)	85	cm
A (lado maior considerado)	85	cm
h o	30	cm
h	48,75	cm
h (adotado)	50	cm



# DETALHE ESTRUTURAL

## Ligação Pilar e Fundação

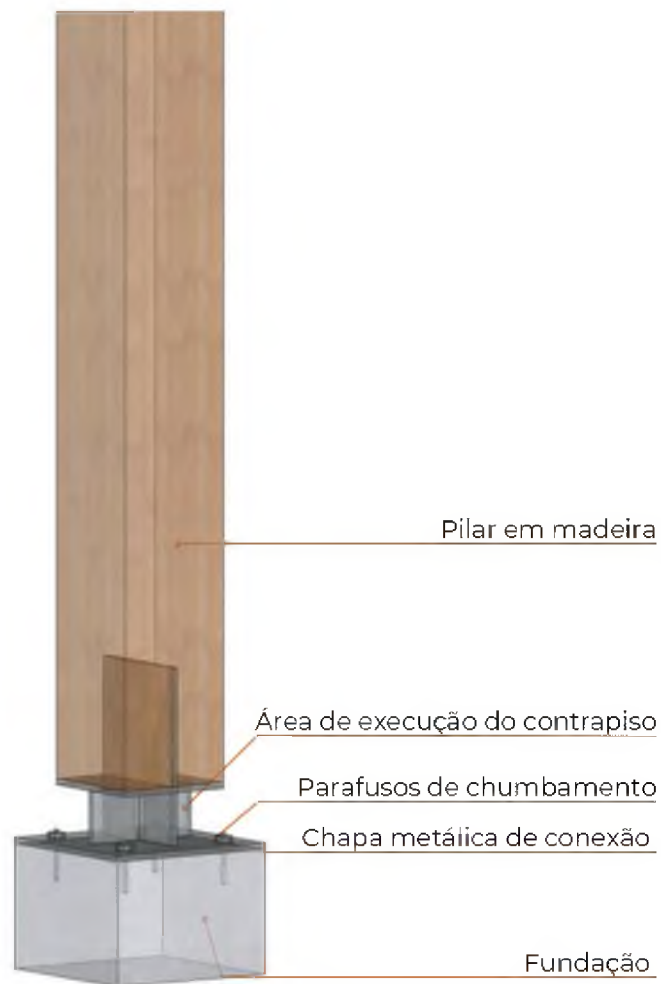
Isabela Paganini



# DETALHE ESTRUTURAL

## Ligação Pilar e Fundação

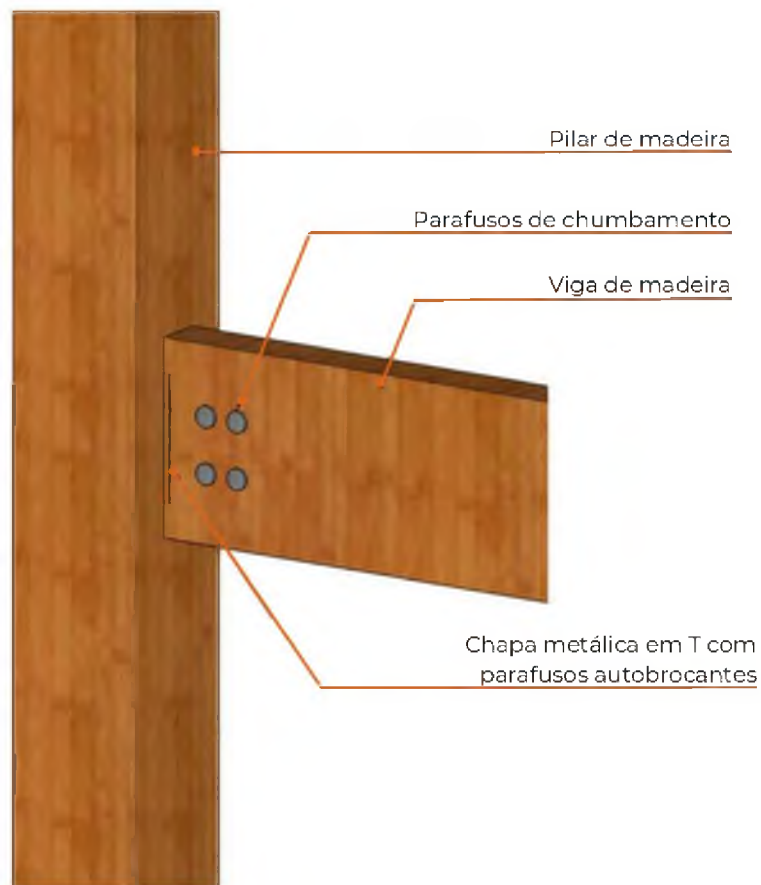
Isabela Paganini



# DETALHE ESTRUTURAL

## Ligação Viga Pilar

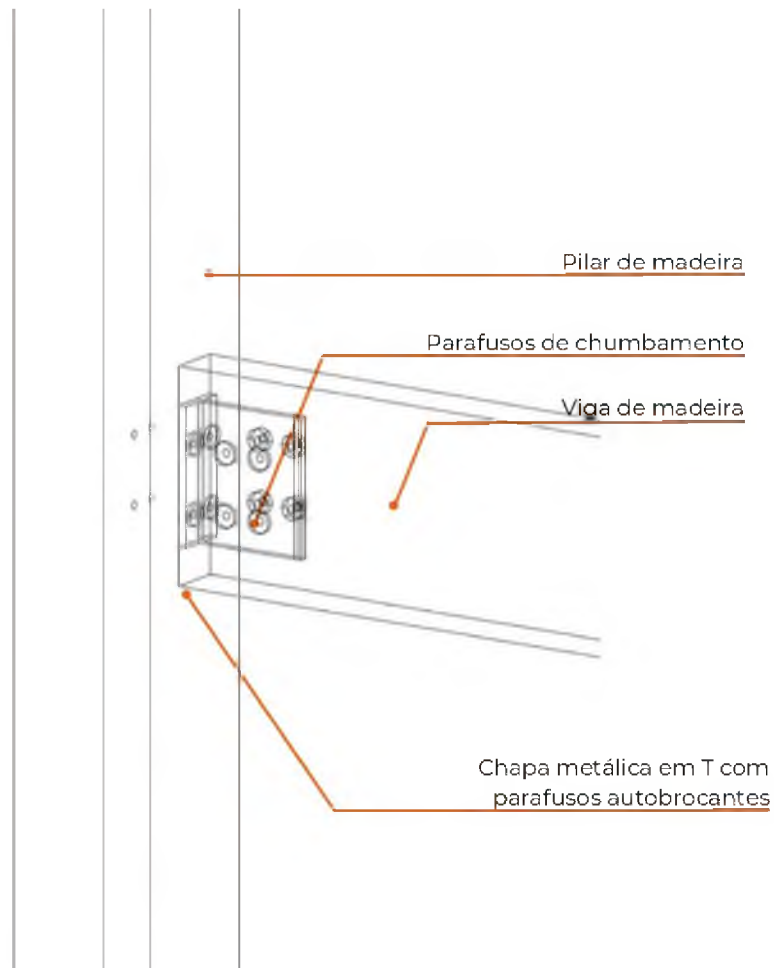
Isabella Guimarães



# DETALHE ESTRUTURAL

## Ligação Viga Pilar

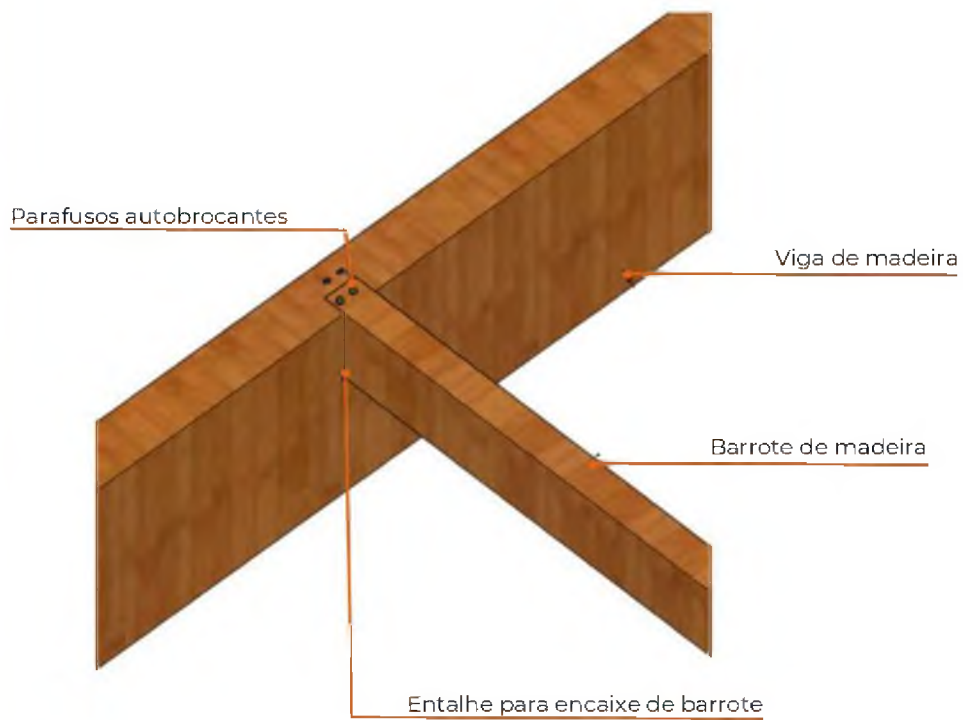
Isabella Guimarães



# DETALHE ESTRUTURAL

## Ligação Barrote e Viga Principal

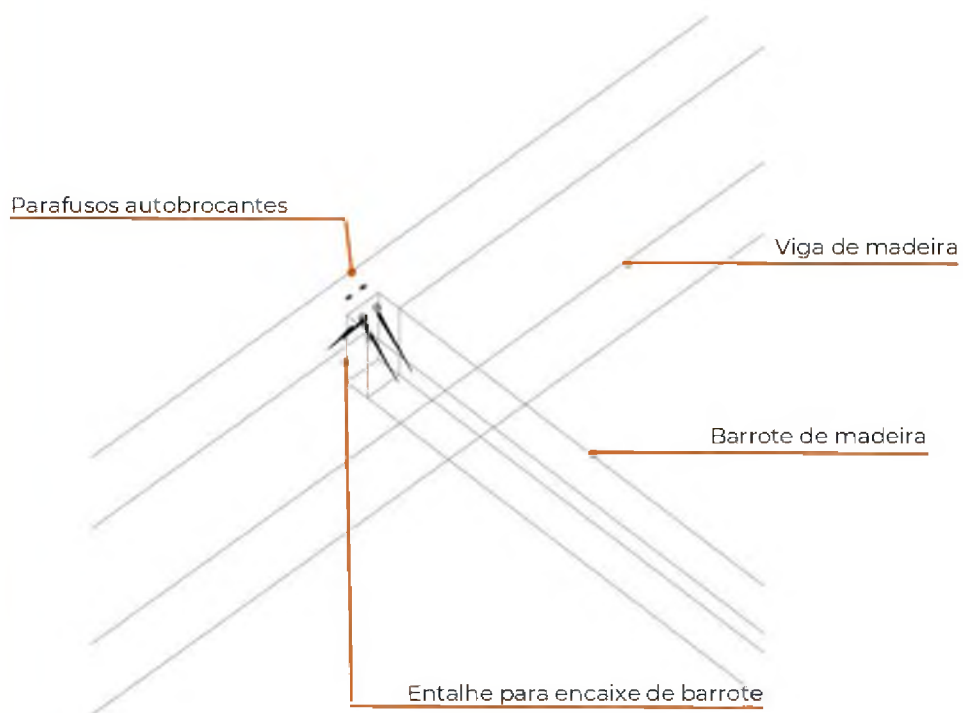
Renata Damasceno



# DETALHE ESTRUTURAL

## Ligação Barrote e Viga Principal

Renata Damasceno



# PERSPECTIVAS

Fachada



# PERSPECTIVAS

Pavimento Térreo



# PERSPECTIVAS

Pavimento Térreo



# PERSPECTIVAS

Primeiro Pavimento



Isabela Paganini - 221039441  
Isabella Guimarães - 221016198  
Renata Damasceno - 212008016

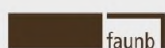
**Casa Sáfica - Daniela Salgado Marcon, Leticia Pimentel  
Garcia, Leticia Tanuy Goncalves, Maria Fernanda Borges  
Sa Fortes**



# CASA SÁFICA

Universidade de Brasília  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
**Sistemas Estruturais em Madeira**

Daniela Marcon - 221001186  
Leticia Pimentel - 221016204  
Leticia Tanuy - 221001201  
Maria Fernanda - 221029928



## MEMORIAL DESCRITIVO

Este memorial descritivo refere-se ao projeto de uma residência unifamiliar de dois pavimentos, localizada em Brasília, no **SHIS QI 26, Conjunto 4, lote 01** com área de 1.838 m<sup>2</sup>. A casa, destinada a uma família composta por Olívia, advogada de 37 anos, Aurora, escultora de 36 anos, e seus filhos Theo e Maria, ambos de 7 anos, busca atender às necessidades específicas dos proprietários. O projeto inclui uma suíte para cada filho, uma suíte para o casal, um ateliê, um escritório, um quarto de visitas, uma brinquedoteca, além de uma área externa de lazer. A estrutura de madeira foi adotada como solução arquitetônica para proporcionar conforto e integrar a residência ao desnível natural do terreno.

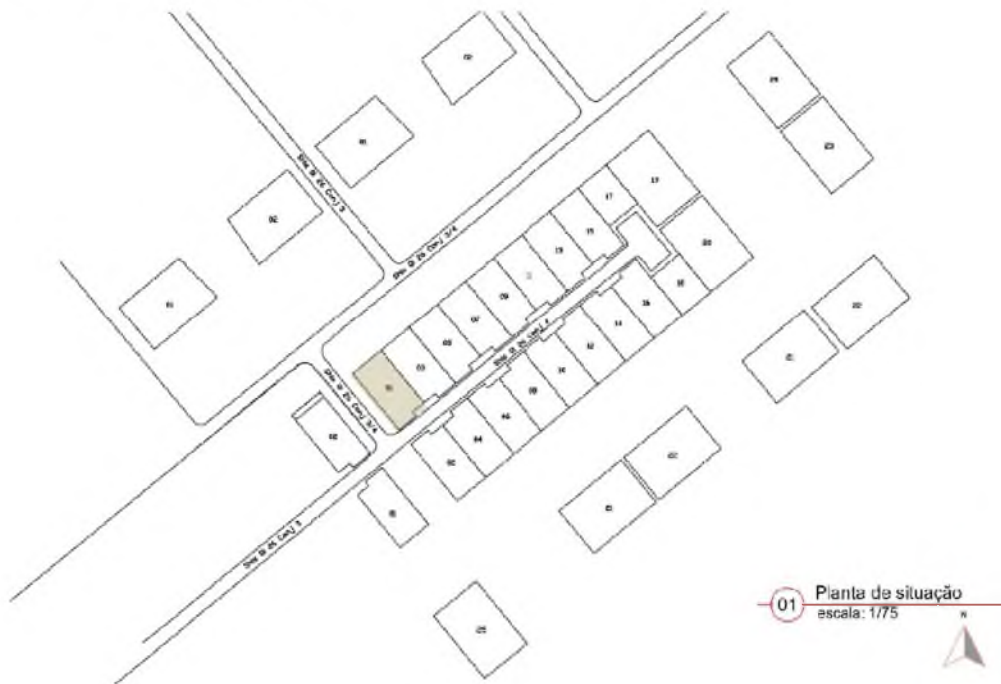
A residência foi concebida com uma distribuição em três níveis, adequando-se aos desníveis do lote. No pavimento térreo superior, encontram-se a garagem, a área de serviço, a cozinha e a sala de jantar, enquanto o pavimento térreo inferior abriga a sala de estar, um banheiro, o ateliê e o quarto de visitas. O primeiro pavimento é destinado à área íntima da casa, com a suíte do casal, duas suítes para os filhos e um escritório que pode ser utilizado como suíte de visitas. Para minimizar o impacto da incidência solar nas fachadas noroeste e nordeste, os espaços de maior ocupação durante a tarde foram estrategicamente posicionados, garantindo conforto térmico e eficiência energética.

Os materiais especificados para a construção foram escolhidos para garantir durabilidade, conforto térmico e acústico. As paredes e lajes e shafts são compostas por Painéis Wall. O sistema estrutural baseia-se em pilares e vigas de madeira, com cobertura com inclinação de 7% em ripas e caibros de madeira e telhas termoacústicas. As fundações do tipo sapata de concreto armado foram projetadas para suportar a edificação. Vidros insulados foram especificados para os quartos que recebem maior incidência solar e para o ateliê, proporcionando maior conforto nas áreas mais expostas ao sol.

## PROGRAMA DE NECESSIDADES

	Térreo		1º Pavimento	1º Pavimento	
	Cômodo	Área		Cômodo	Área
	Garagem	24,30m <sup>2</sup>		Quarto casal	42,44m <sup>2</sup>
	Hall	24,48m <sup>2</sup>		Banheiro casal	5,49m <sup>2</sup>
	Área de serviço	11,47m <sup>2</sup>		Varanda casal	27,08m <sup>2</sup>
	Cozinha	24,28m <sup>2</sup>		Escritório	11,47m <sup>2</sup>
	Sala de jantar	36,44m <sup>2</sup>		Quarto 1	29,78m <sup>2</sup>
	Sala de estar	47,90m <sup>2</sup>		Banheiro 1	5,57m <sup>2</sup>
	Banheiro social	5,55m <sup>2</sup>		Quarto 2	29,78m <sup>2</sup>
	Quarto de hóspedes	23,62m <sup>2</sup>		Banheiro 2	5,57m <sup>2</sup>
	Banheiro de hóspedes	5,78m <sup>2</sup>		Terraço/Brinquedoteca	243,08m <sup>2</sup>
	Ateliê	23,60m <sup>2</sup>			
	Varanda	33,83m <sup>2</sup>			

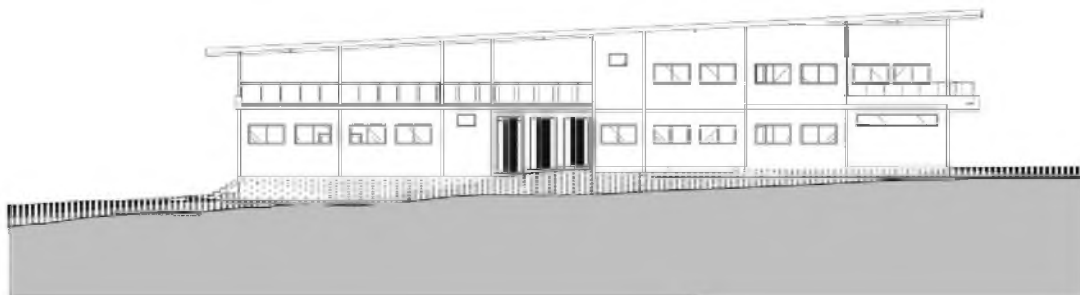
## PLANTA DE SITUAÇÃO



## CORTES TERRENO



Escala 1:200



Escala 1:200

2

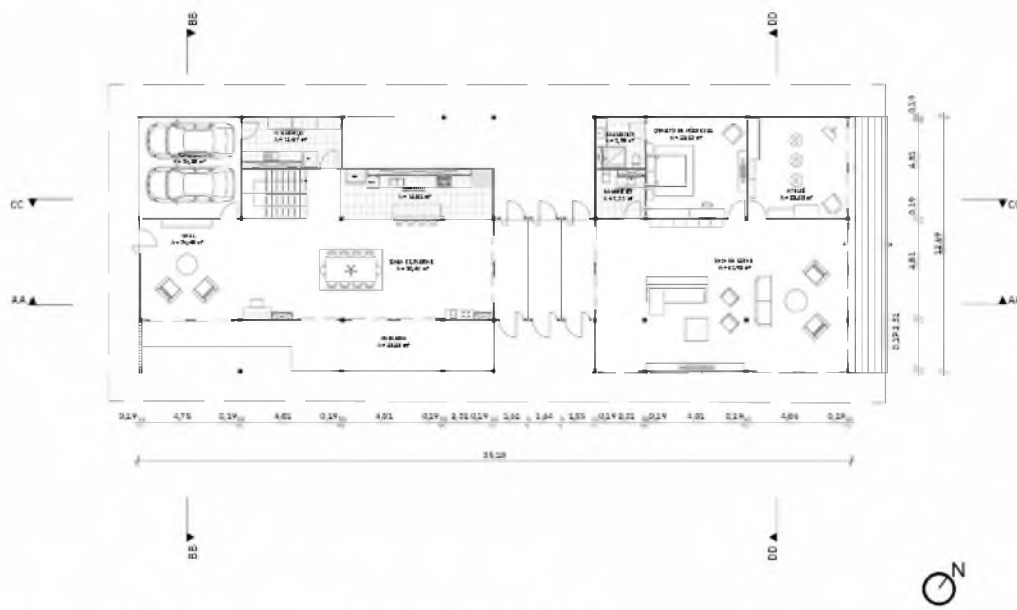
# IMPLANTAÇÃO

Escala 1:200



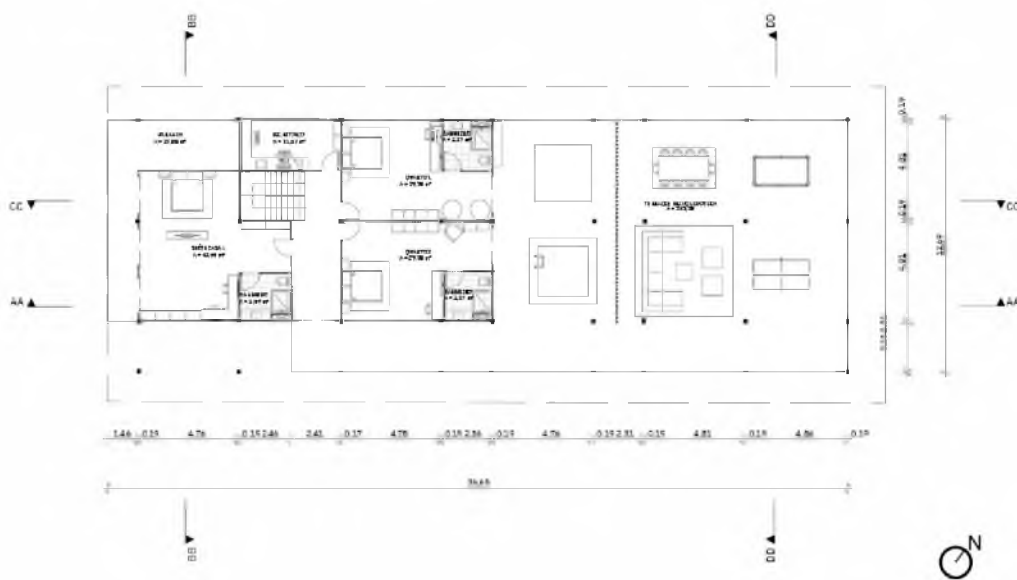
# PLANTA BAIXA PAVIMENTO TÉRREO

Escala 1:200



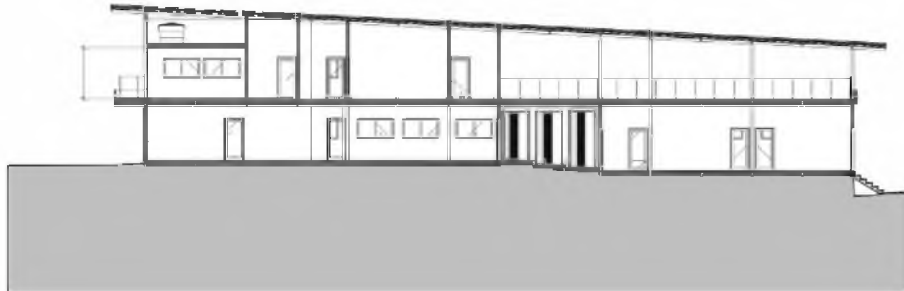
# PLANTA BAIXA PRIMEIRO PAVIMENTO

Escala 1:200



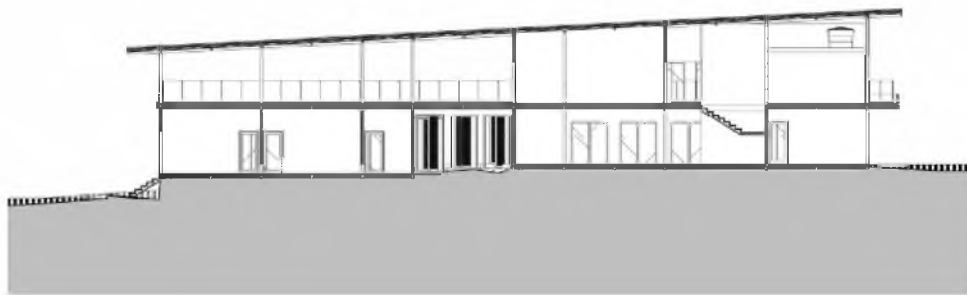
**CORTE AA**

Escala 1:200



**CORTE CC**

Escala 1:200



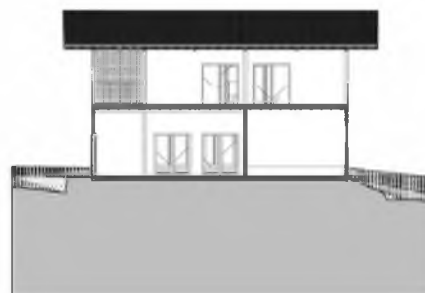
**CORTE BB**

Escala 1:200



**CORTE DD**

Escala 1:200



## FACHADAS



FACHADA FRONTAL



FACHADA POSTERIOR



FACHADA LATERAL 1



FACHADA LATERAL 2

## PERSPECTIVAS



## MATERIAIS

### MADEIRA JATOBÁ

A madeira escolhida para o projeto foi a Madeira Jatobá (*Hymenaea courbaril*). Ela é uma madeira **densa, dura e durável**, com **cerne marrom-avermelhado** e **alta resistência mecânica**. Utilizada em construção, móveis de luxo, pisos e artigos esportivos, é valorizada por sua estética e durabilidade, tanto no mercado interno quanto externo.

#### CARACTERÍSTICAS GERAIS

- **Cerne/alburno:** distintos, com alburno de 4,0 a 10,0 cm de espessura.
- **Cor do cerne:** marrom-avermelhado (2,5YR 5/4 a 2,5YR 4/4).
- **Anéis de crescimento:** distintos.
- **Grã:** cruzada irregular.
- **Textura:** média.
- **Brilho:** moderado.
- **Cheiro:** indistinto.
- **Resistência ao corte transversal manual:** dura.



#### PROPRIEDADES FÍSICAS

Densidade (g/cm <sup>3</sup> )				Contração-de saturada a seca em estufa (%)			Contração Tangencial/ Contração Radial
Seca	Verde	Básica	Aparente	Tangencial	Radial	Voolumétrica	
0,85	1,24	0,76		7,70	3,40	11,40	2,26

#### PROPRIEDADES MECÂNICAS

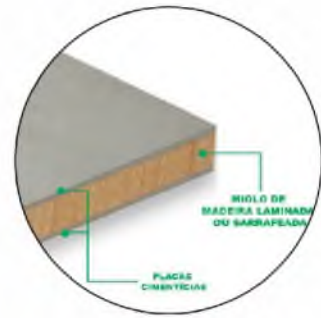
Condição	Flexão Estática (MPa)		Compressão (MPa)		Dureza Janka (N)	
	Módulo de Ruptura	Módulo de Elasticidade (x1000)	Paralelas às Fibras	Perpendicular às Fibras	Paralelas às Fibras	Transversal às Fibras
			Resistência à Ruptura	Resistência no L.P.*		
Verde	107,19	14,32	54,82	9,90	8845,62	9463,44
Seca	137,20	15,59	75,81	13,83	12287,76	10944,25

Condição	Tração (MPa)	Fendilhamento (N/cm)	Cisalhamento (MPa)	Extração de Pregos (N)	
	Perpendicular às Fibras	Resistência à ruptura	Resistência à ruptura	Paralelas às Fibras	Transversal às Fibras
Verde	6,77	862,99	14,51		
Seca	6,67	745,31	19,02		

## MATERIAIS

### PAINÉL WALL

Para as lajes, paredes e shafts optou-se pelo uso de Painéis Wall de **40mm** de espessura. O produto é composto de **miolo de madeira laminada** ou sarrafeada, contraplacado em ambas as faces por **lâminas de madeira e externamente por chapas cimentícias** em CRFS (Cimento Reforçado com Fio Sintético) prensadas.



### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

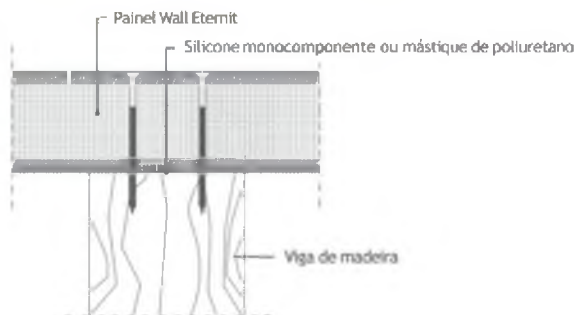
Densidades aproximadas:	40 mm: 800 kg/m <sup>3</sup> 55 mm: 682 kg/m <sup>3</sup>
Resistência à carga distribuída (três apoios, afastados no máx. a cada 1,25 m):	500 kgf/m <sup>2</sup>
Resistência a cargas verticais concentradas:	150 kgf
Resistência à compressão axial:	5.900 kgf
Resistência a cargas suspensas:	50 kgf

### TABELA DE PESO/DIMENSÕES

ESPESSURA (mm)	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)	PESO (kg)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	PESO (kg/m <sup>2</sup> )
40	1,20	2,50	96,0	3,00	32,00
		2,75	105,6	3,30	
		3,05	117,1	3,66	

### PAINÉL WALL EM PISOS

#### FIXAÇÃO EM VIGAS DE MADEIRA



#### VANTAGENS

- Aumento da área útil interna, devido à menor espessura do painel.
- Alta capacidade de carga distribuída (até 500 kg/m<sup>2</sup>).
- Peso reduzido em comparação com lajes convencionais.
- Capacidade de vencer grandes vãos sem comprometer o layout do ambiente.
- Fácil manutenção, compatível com diversos tipos de acabamento.

9

## MATERIAIS

### PAINÉL WALL EM PAREDES

O Painei Wall é ideal para fechamentos, tendo a capacidade de suportar a ação de intempéries, como chuva, sol e variação de temperatura, além de proporcionar perfeita associação a elementos estruturais de concreto, aço ou madeira, proporcionando sempre excelentes resultados com harmonia e estética. Como divisória sanitária, possui elevada robustez, garantindo resistência às ações de vandalismo e impactos, proporcionando durabilidade e economia.

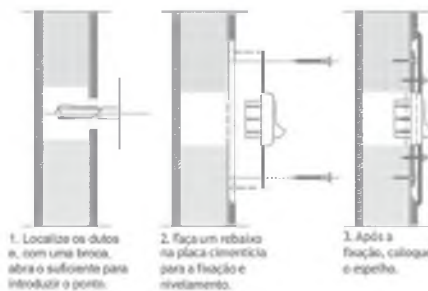
### VANTAGENS

- Bom comportamento acústico;
- Bom isolamento térmico;
- Bom comportamento ao fogo;
- Rápida montagem e desmontagem;
- Pode ser instalado após a colocação de pisos;
- Possibilidade de aproveitamento em caso de remanej;
- Aspecto de concreto aparente;
- Aceita praticamente todos os tipos de revestimento;
- Como parede externa, permite a fixação de letreiros e luminosos.

### JUNÇÃO DE PAINÉIS

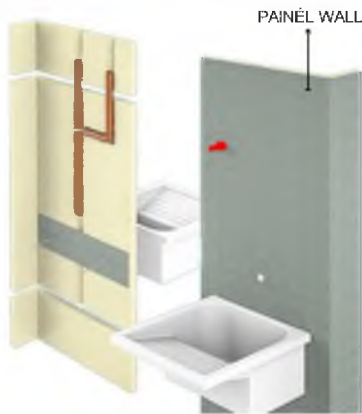


### INSTALAÇÕES ELÉTRICAS



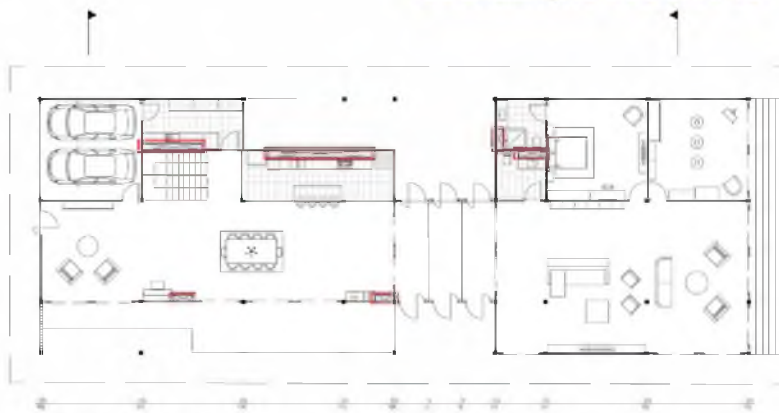
## INSTALAÇÕES

### SHAFTS



Devido à espessura reduzida do Painel Wall e à opção de não utilizar núcleos rígidos de alvenaria ou concreto no projeto, optou-se por implementar shafts para as instalações hidráulicas. Esses shafts permitem a passagem das tubulações por todos os pavimentos da casa de forma eficiente e organizada.

### LOCALIZAÇÃO DOS SHAFTS



PLANTA TÉRREO  
Escala 1:200



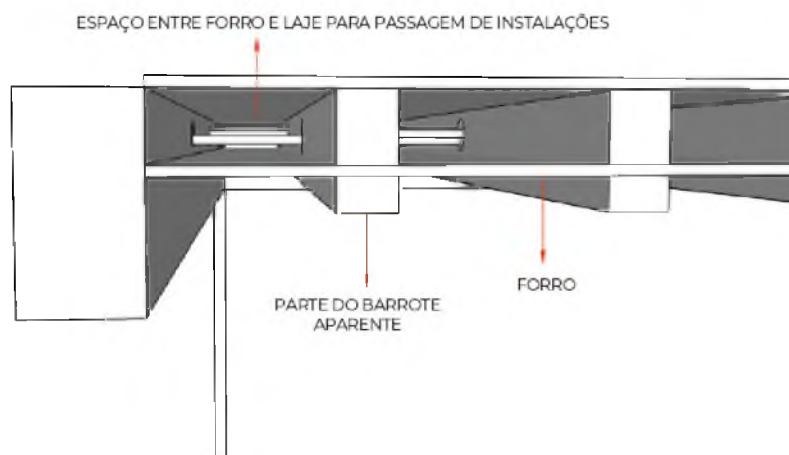
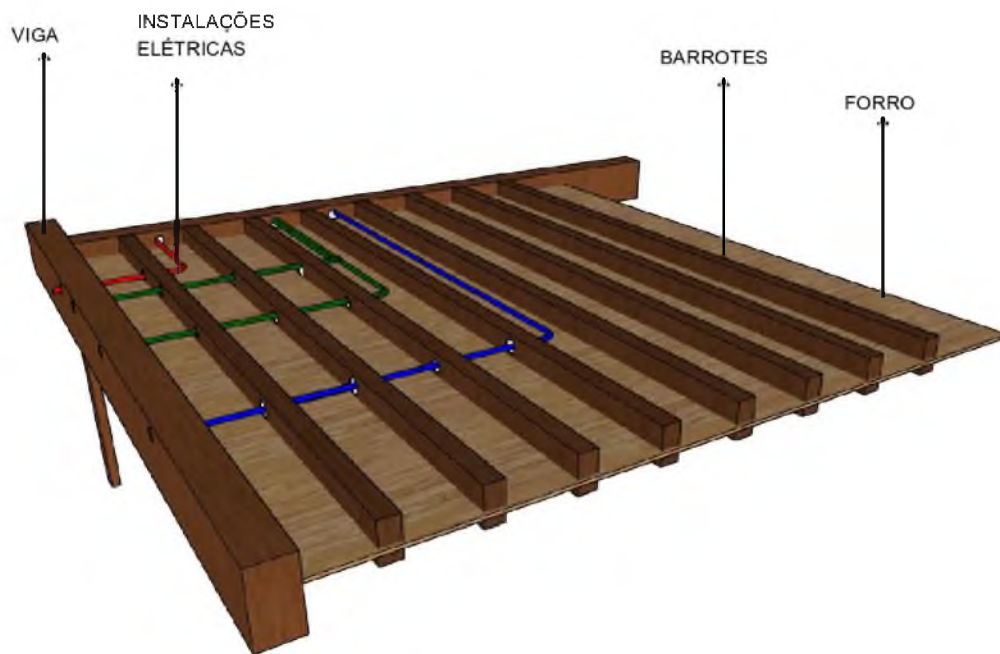
PLANTA PRIMEIRO PAVIMENTO  
Escala 1:200



## INSTALAÇÕES

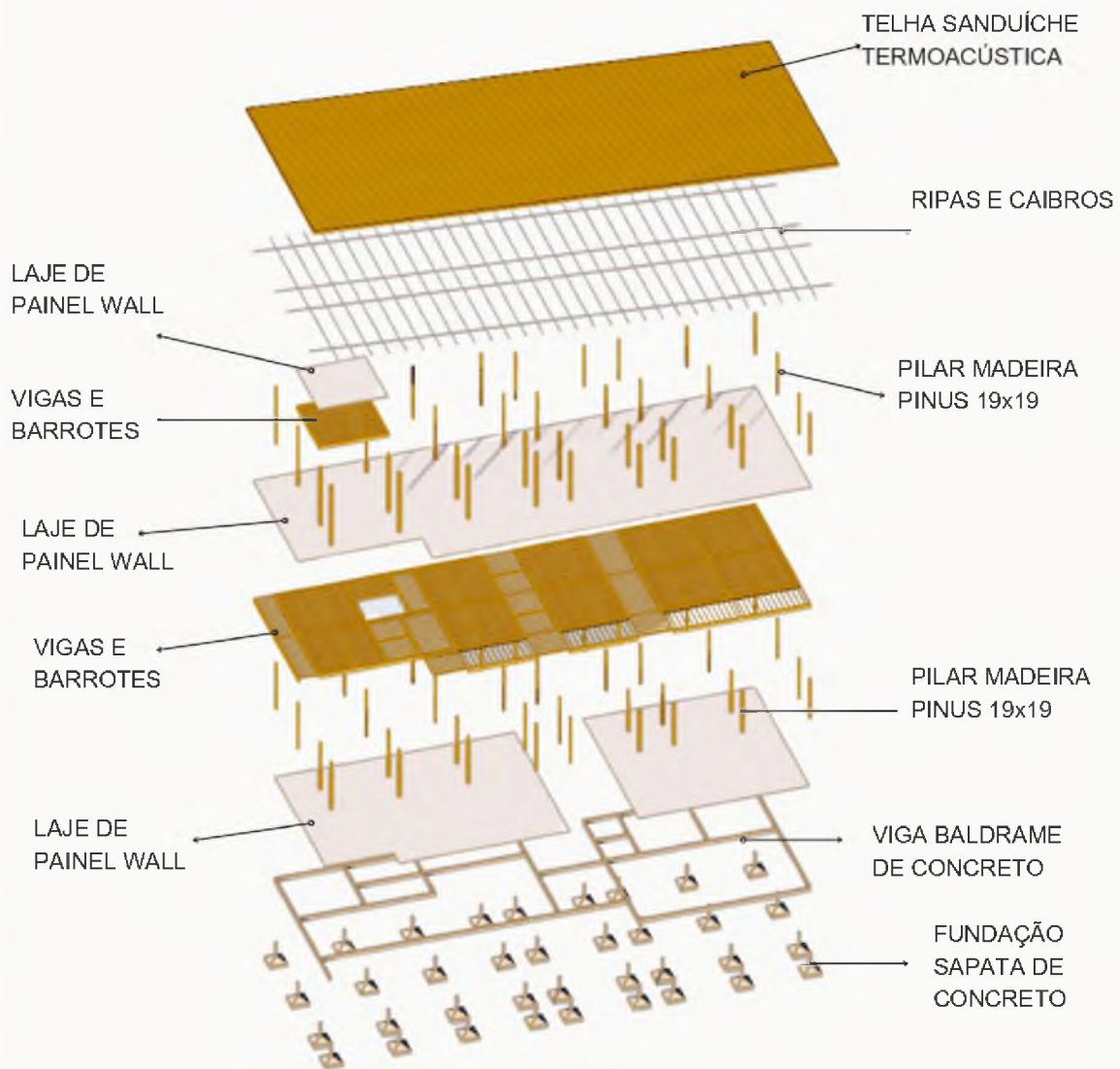
### FORRO

Por razões estéticas e funcionais, optamos por deixar os barrotes aparentes no teto, posicionando o forro a uma altura estratégica. Essa escolha permite o espaço necessário para a passagem das instalações, mantendo o visual desejado e a funcionalidade do projeto.



## ESTRUTURA - 3D








O sistema estrutural baseia-se em pilares e vigas de madeira, com cobertura em treliça de madeira e telhas termoacústicas. As fundações do tipo sapata de concreto armado foram projetadas para suportar a edificação. Vidros insulados foram especificados para os quartos que recebem maior incidência solar e para o ateliê, proporcionando maior conforto nas áreas mais expostas ao sol.



## PLANTA DE LOCAÇÃO DOS PILARES

Escala 1:200



LEGENDA	
	PILAR 14x14 cm
	BARROTE 6x14 cm
	BARROTE 10x20 cm
	VIGA 10x18 cm
	VIGA 20x38 cm
	VIGA BALDRAME 20x35cm
	SAPATA 135x135 cm

# PLANTA DE FUNDAÇÃO

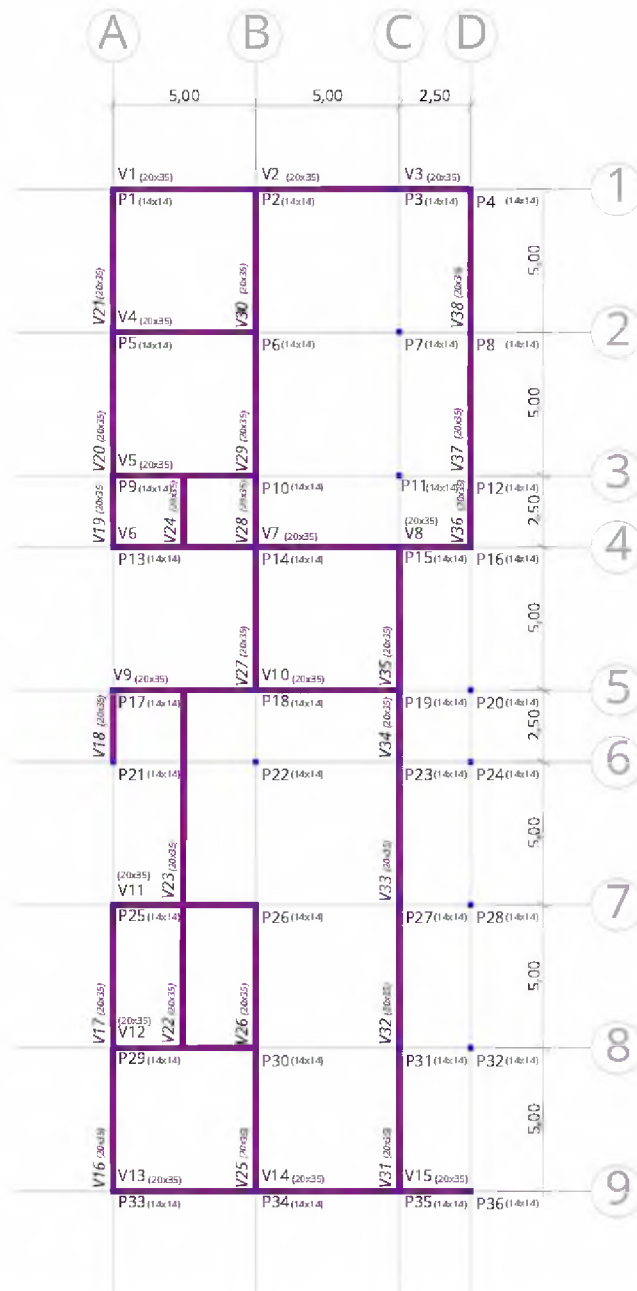
Escala 1:200



LEGENDA	
	PILAR 14x14 cm
	BARROTE 6x14 cm
	BARROTE 10x20 cm
	VIGA 10x18 cm
	VIGA 20x38 cm
	VIGA BALDRAME 20x35cm
	SAPATA 135x135 cm

## PLANTA DE FORMAS PAVIMENTO TÉRREO

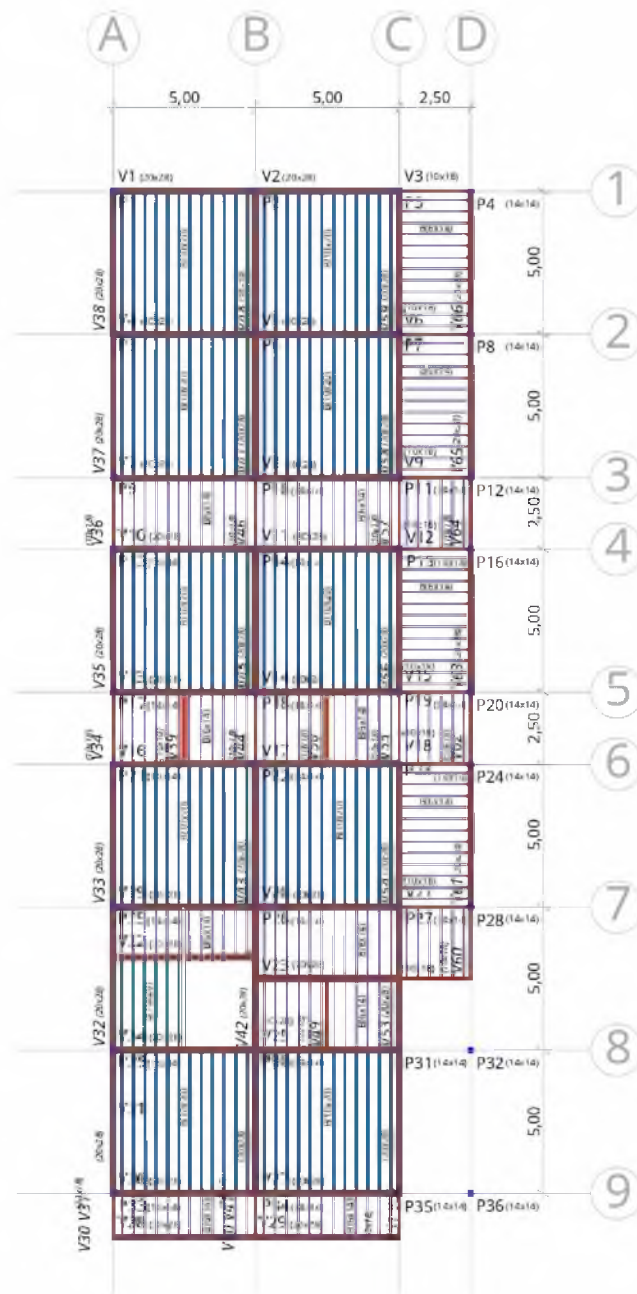
Escala 1:200



LEGENDA	
	PILAR 14x14 cm
	BARROTE 6x14 cm
	BARROTE 10x20 cm
	VIGA 10x18 cm
	VIGA 20x38 cm
	VIGA BALDRAME 20x35cm
	SAPATA 135x135 cm

# PLANTA DE FORMAS PRIMEIRO PAVIMENTO

Escala 1:200



LEGENDA	
	PILAR 14x14 cm
	BARROTE 6x14 cm
	BARROTE 10x20 cm
	VIGA 10x18 cm
	VIGA 20x38 cm
	VIGA BALDRAME 20x35cm
	SAPATA 135x135 cm

## PLANTA DE FORMAS SUSTENTAÇÃO DA CAIXA D'AGUA

Escala 1:200

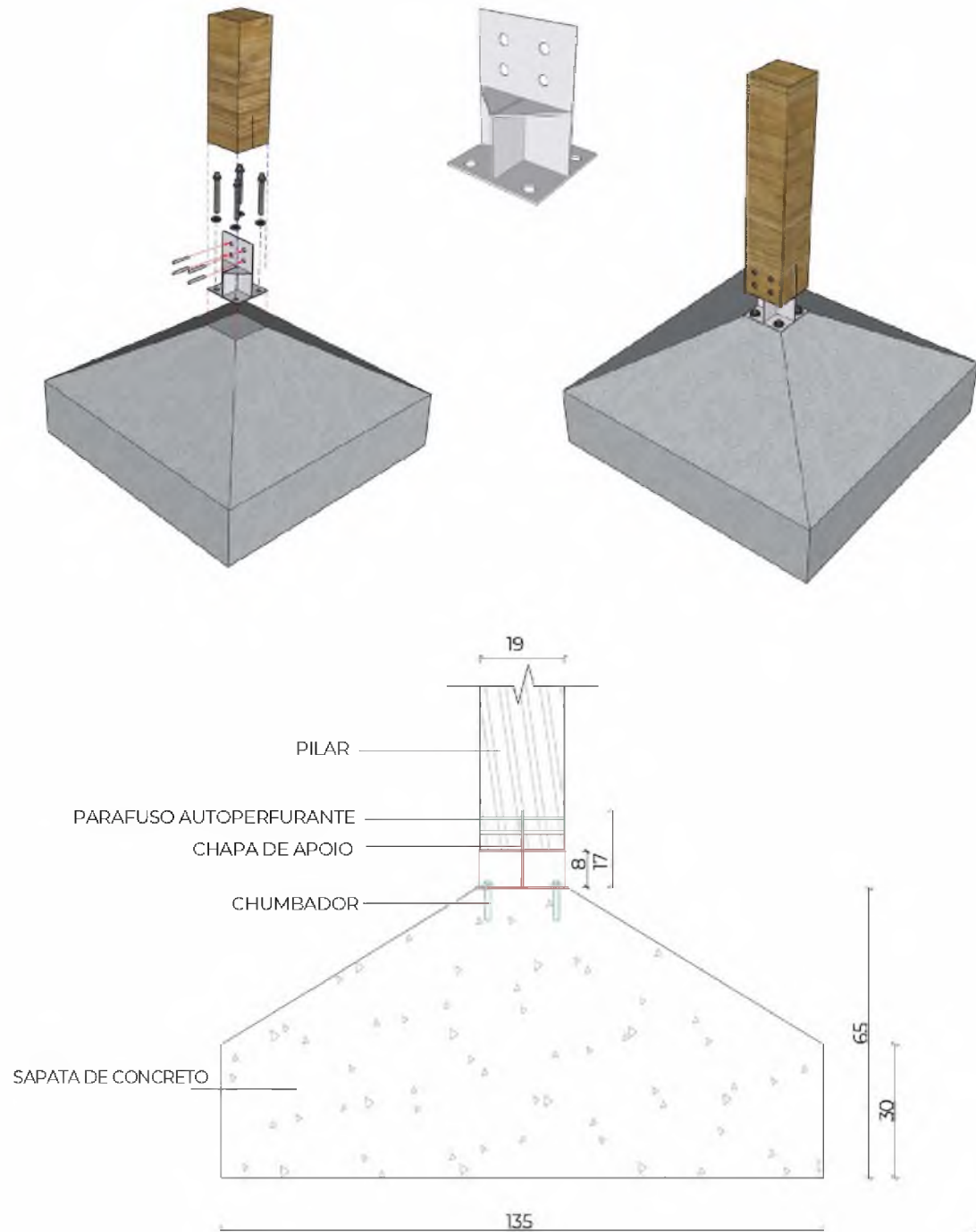


LEGENDA	
	PILAR 14x14 cm
	BARROTE 6x14 cm
	BARROTE 10x20 cm
	VIGA 10x18 cm
	VIGA 20x38 cm
	VIGA BALDRAME 20x35cm
	SAPATA 135x135 cm



## DETALHAMENTO DAS LIGAÇÕES

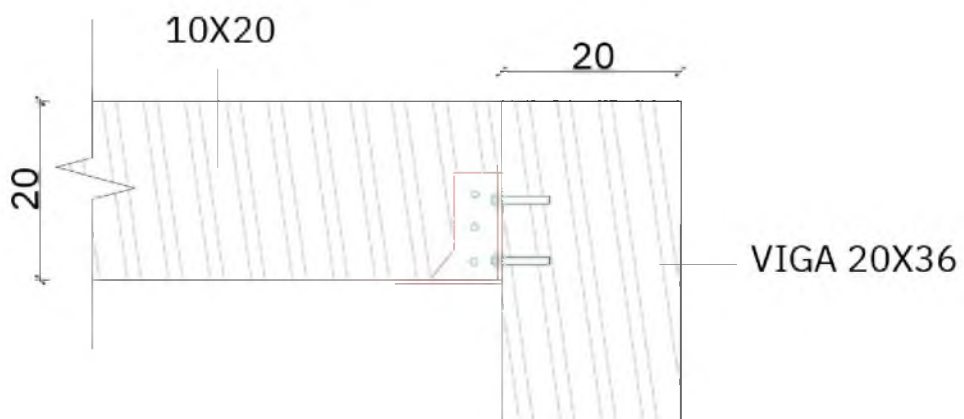
### LIGAÇÃO PILAR E FUNDAÇÃO



20

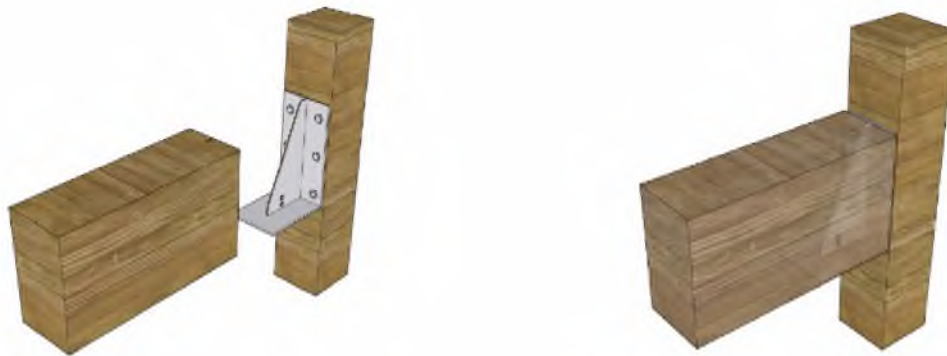
## DETALHAMENTO DAS LIGAÇÕES

### LIGAÇÃO VIGA E BARROTE



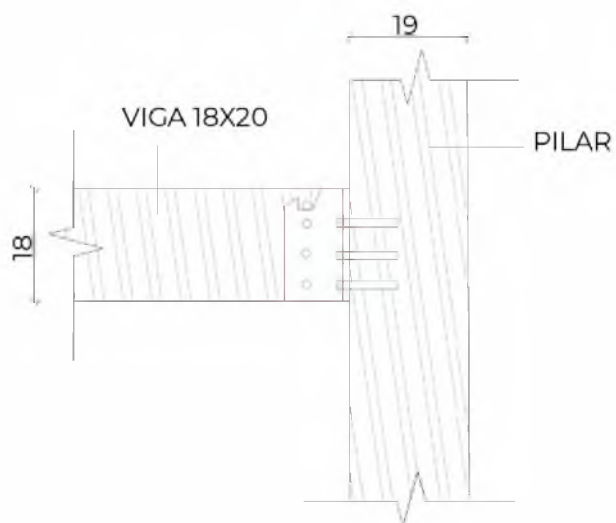
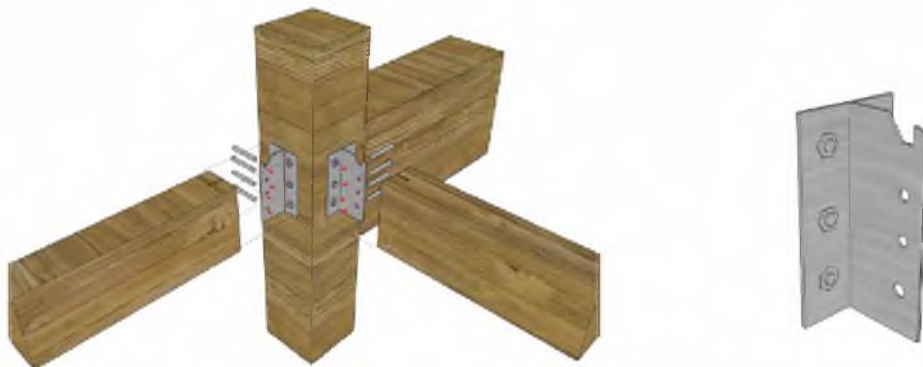
## DETALHAMENTO DAS LIGAÇÕES

### LIGAÇÃO VIGA 36X20 E PILAR



## DETALHAMENTO DAS LIGAÇÕES

### LIGAÇÃO VIGA 18X20 E PILAR



## MEMÓRIA DE CÁLCULO



## MEMÓRIA DE CÁLCULO RESISTÊNCIAS DA MADEIRA

MADEIRA UTILIZADA: **JATOBA**

### VALORES DA MADEIRA

$F_{med,12}$	$F_{c,12}$	<b>75,81</b>
	$F_{t,12}$	<b>137,2</b>
	$F_{v,12}$	<b>19,02</b>
$E_{med,12}$		<b>15590</b>

### VALORES CARACTERÍSTICOS

COEFICIENTES		RESULTADOS	
0,7	$F_{ck,12}$	<b>53,07</b>	
0,7	$F_{tk,12}$	<b>96,04</b>	
0,54	$F_{vk,12}$	<b>10,27</b>	

### VALORES DE PROJETO

COEFICIENTE DE MODIFICAÇÃO			COEFICIENTES DE MINORAÇÃO	
$k_{mod,1}$	0,70	$k_{mod}$	$\gamma_{wc}$	1,4
$k_{mod,2}$	1,00	<b>0,7</b>	$\gamma_{wt}$	1,8
$k_{mod,3}$	1,00		$\gamma_{wv}$	1,8
RESULTADOS				
$F_{cd}$	<b>26,53</b>			
$F_{td}$	<b>37,35</b>			
$F_{vd}$	<b>3,99</b>			
$E_{ef}$	<b>10913,00</b>			

## MEMÓRIA DE CÁLCULO LAJE DE PISO

Painel Wall (e = 40 mm)	0,32 kN/m <sup>2</sup>
Piso porcelanato (e = 6 mm)	0,15 kN/m <sup>2</sup>
Impermeabilização	0,1 kN/m <sup>2</sup>
Carga acidental	1,5 kN/m <sup>2</sup>
<i>q<sub>laje</sub></i>	<b>2,07 kN/m<sup>2</sup></b>

O material escolhido para as lajes de piso foi o Painel Wall de 40 mm de espessura. Os painéis são compostos de miolo de madeira laminada e serrafeada, contraplacado em ambas as faces por lâminas de madeira e externamente por placas cimentícias em CRFS - Cimento Reforçado por Fios Sintéticos.

Escolheu-se um piso de porcelanato de 6 mm de espessura para revestir o piso, além a impermeabilização para ambientes residenciais. Foi considerada uma carga de ações variáveis de 1,5 kN/m<sup>2</sup>.

Os materiais utilizados e seus respectivos pesos estão de acordo com o especificado na ABNT NBR 6120.

## LAJE DE COBERTURA

Telha de aço ondulada superior (e = 0,8 mm)	0,10 kN/m <sup>2</sup>
Telha de aço ondulada inferior (e = 0,8 mm)	0,10 kN/m <sup>2</sup>
Poliestireno expandido (EPS) (e = 30 mm)	0,009 kN/m <sup>2</sup>
Placa OSB (e = 9,5 mm)	0,0665 kN/m <sup>2</sup>
Carga acidental	1 kN/m <sup>2</sup>
<i>q<sub>laje</sub></i>	<b>1,28 kN/m<sup>2</sup></b>

Para a cobertura, escolheu-se a isotelha como revestimento. A isotelha é composta pela união de duas chapas metálicas externas de 0,8 mm de espessura que recebem uma camada de material isolante entre elas. Nesse caso, considerou-se o Poliestireno expandido (EPS) como o material isolante, com uma espessura de 30 mm.

Como revestimento interno, optou-se por placas de OSB de 9,5 mm de espessura.

A carga de 1 kN/m<sup>2</sup> representa a carga acidental prevista na ABNT NBR 6120, que também apresenta todos os pesos utilizados.

## PAREDE PAINEL WALL

Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )	Altura (m)	Espessura (m)
8	3	0,04
<i>q<sub>baldrame</sub></i>	<b>0,96</b>	

Nas paredes, utilizou-se o mesmo material das lajes de piso, o Painel Wall de 40 mm de espessura. O pé direito de ambos os pavimentos é de 3 m.

# MEMÓRIA DE CÁLCULO BARROTES

VÃO DE 2,5 m

CARGAS	
DI (m)	0,4
$q_{\text{barrote}}$ (kN/m)	0,83

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{\text{min}}$ (cm)
6	250	10,31
$h_{\text{adoptado}}$ (cm)	14	
Seção de barrote (cm <sup>2</sup> )	84	
$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	1372,00	

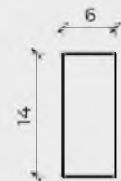
VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
Densidade verde (kg/m <sup>3</sup> )	1,26
$q_{pp}$	0,11
$q_{\text{total}}$	0,93

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{\text{norma}}$	0,71
$\Delta_{\text{máx}}$	0,32
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{\text{máx}}$	72956,25
$\sigma_{\text{máx}}$	3,72
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE CISCALHAMENTO	
$V_{\text{máx}}$	1167,30
S	147
$\tau_{\text{máx}}$	0,208
<b>OK</b>	

ESTABILIDADE LATERAL	
<b>OK</b>	



# MEMÓRIA DE CÁLCULO BARROTES

VÃO DE 5,0 m

CARGAS	
DI (m)	0,4
$q_{\text{barrote}}$ (kN/m)	0,83

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{\text{min}}$ (cm)
10	500	17,39
$h_{\text{adotado}}$ (cm)	20	
Seção do barrote (cm <sup>2</sup> )	200	
$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	6666,67	

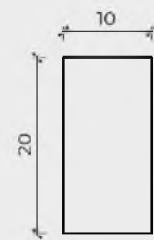
VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
Densidade verde (kg/m <sup>3</sup> )	1,26
$q_{\text{pp}}$	0,25
$q_{\text{total}}$	1,08

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{\text{norma}}$	0,71
$\Delta_{\text{máx}}$	0,32
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{\text{máx}}$	337500,00
$\sigma_{\text{máx}}$	5,06
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO	
$V_{\text{máx}}$	2700,00
S	500
$\tau_{\text{máx}}$	0,203
<b>OK</b>	

ESTABILIDADE LATERAL
<b>OK</b>



# MEMÓRIA DE CÁLCULO VIGAS

VÃO DE 2,5 m

CARGAS	
$R_{barrote}$	1,2000
$q_{aprox}$	<b>7,20</b>

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{min}$ (cm)
<b>10</b>	250	17,88
$h_{adotado}$ (cm)	<b>18</b>	
Seção da viga (cm <sup>2</sup> )	180	
$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	4860,00	

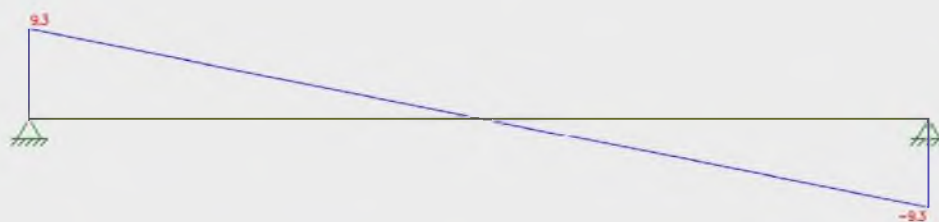
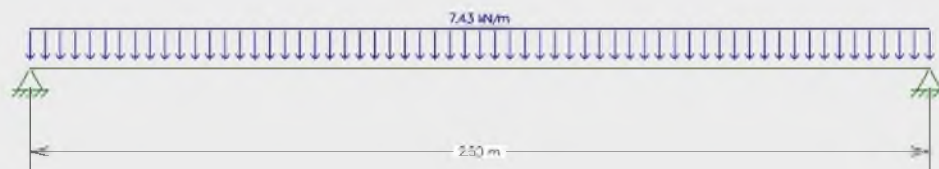
VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
$q_{pp}$	<b>0,23</b>
$q_{total}$	<b>7,43</b>

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{norma}$	0,71
$\Delta_{máx}$	0,71
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{máx}$	580218,75
$\sigma_{máx}$	10,74
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO	
$V_{máx}$	9283,50
S	405
$\tau_{máx}$	0,774
<b>OK</b>	

ESTABILIDADE LATERAL
<b>OK</b>



# MEMÓRIA DE CÁLCULO VIGAS

VÃO DE 5,0 m

CARGAS	
$R_{barraste}$	2,7000
$q_{aprox}$	<b>15,90</b>

PRÉ-DIMENSIONAMENTO		
b (cm)	L (cm)	$h_{min}(cm)$
<b>20</b>	500	36,96
$h_{adotado}(cm)$	<b>38</b>	
Seção da viga (cm <sup>2</sup> )	760	
$I_x(cm^4)$	91453,33	

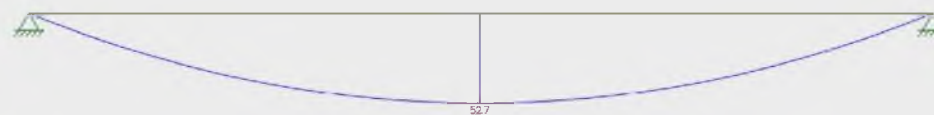
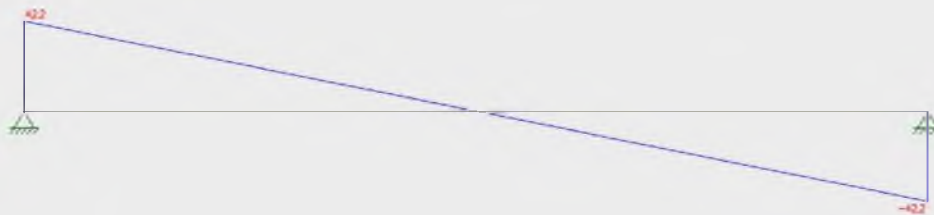
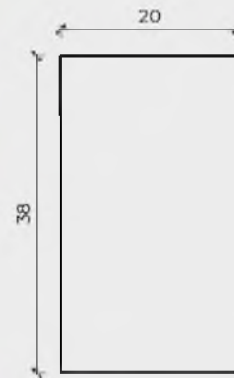
VERIFICAÇÃO DE CARREGAMENTOS	
$q_{pp}$	<b>0,96</b>
$q_{total}$	<b>16,86</b>

VERIFICAÇÃO DA FLECHA	
$\Delta_{norma}$	1,43
$\Delta_{máx}$	1,37
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE FLEXÃO	
$M_{máx}$	5268000,00
$\sigma_{máx}$	10,94
<b>OK</b>	

VERIFICAÇÃO DE CISALHAMENTO	
$V_{máx}$	42144,00
S	3610
$\tau_{máx}$	0,832
<b>OK</b>	

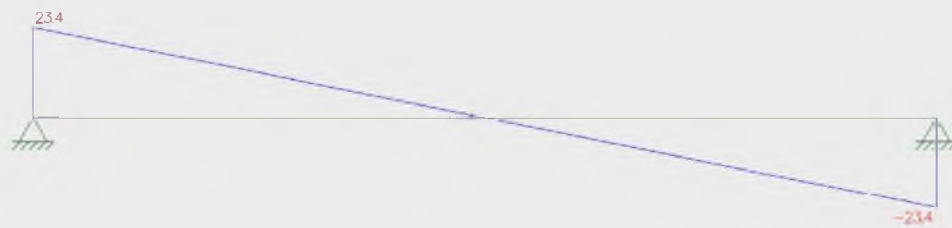
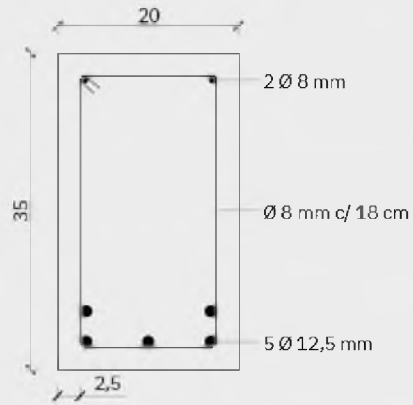
ESTABILIDADE LATERAL
<b>OK</b>



# MEMÓRIA DE CÁLCULO VIGAS

## BALDRAME - VÃO 7,5 m

1. CARGAS BALDRAME		
Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )	Altura (m)	Espessura (m)
10	3	0,15
25	0,35	0,20
$q_{baldrame}$	6,25	



## MEMÓRIA DE CÁLCULO PILARES

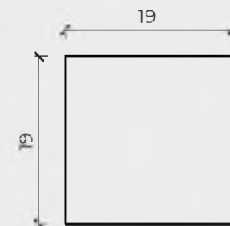
### DE CANTO

CARGAS	
Nº de vigas apoiadas	2
Nº de pavimentos	2
$Q_{pilar}$	<b>154,44</b>

PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
Bitola	<b>19X19</b>
A	361
$A_{min}$	5,82

VERIFICAÇÃO DE TENSÃO	
$\sigma_{pilar}$	4,28
OK	

VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ	
K	0,7
L (pé direito)	300
$I_x (cm^4)$	10860,08
$i_x$	5,48
$\lambda_{peça x}$	38,29
OK	



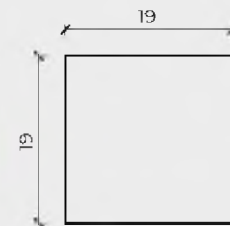
### INTERMEDIÁRIO

CARGAS	
Nº de vigas apoiadas	4
Nº de pavimentos	3
$Q_{pilar}$	<b>447,39</b>

PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
Bitola	<b>19X19</b>
A	361
$A_{min}$	16,86

VERIFICAÇÃO DE TENSÃO	
$\sigma_{pilar}$	12,39
OK	

VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ	
K	0,7
L (pé direito)	300
$I_x (cm^4)$	10860,08
$i_x$	5,48
$\lambda_{peça x}$	38,29
OK	



## MEMÓRIA DE CÁLCULO PILARES

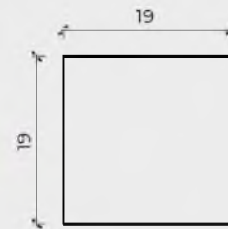
### DE EXTREMIDADE

CARGAS	
Nº de vigas apoiadas	3
Nº de pavimentos	3
$Q_{\text{ pilar}}$	<b>337,53</b>

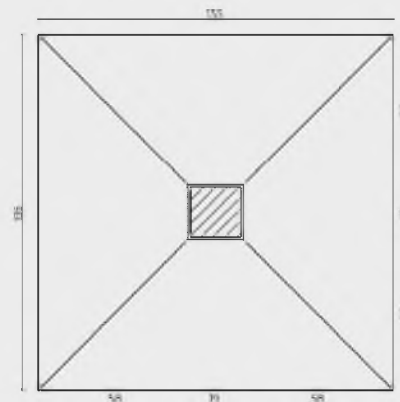
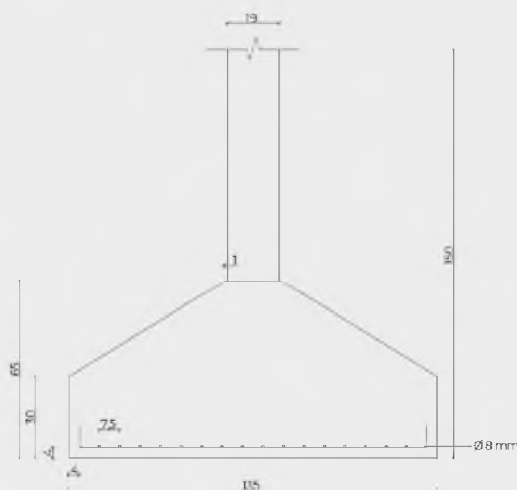
PRÉ-DIMENSIONAMENTO	
Bitola	<b>19X19</b>
A	361
$A_{\text{mín}}$	12,72

VERIFICAÇÃO DE TENSÃO	
$\sigma_{\text{ pilar}}$	9,35
OK	

VERIFICAÇÃO DA ESBELTEZ	
K	0,7
L (pé direito)	300
$I_x (\text{cm}^4)$	10860,08
$i_x$	5,48
$\lambda_{\text{peça x}}$	38,29
OK	



## SAPATAS



## Organizadores do livro

### João da Costa Pantoja



Graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Brasília (1991). Mestrado em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília (2003). Doutor na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC (2012) com estágio doutoral na University of Illinois at Urbana-Champaign, IL, Estados Unidos. Pós-doutorado na Universidade do Porto-FEUP (2018). Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia na área de Estruturas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, desde agosto de 2014. No ensino tem especialização nas áreas de modelos numéricos aplicados a estruturas, patologia das estruturas, inspeções especializadas, reabilitação estrutural visando a conservação patrimonial, modelos multicritérios para avaliação de imóveis urbanos e bens singulares além de modelos para certificação de empreendimentos. Coordenador do Laboratório de Reabilitação do Ambiente Construído LabRAC da Universidade de Brasília. Coordenação de vários projetos de pesquisa nas áreas de Arquitetura e Engenharia nas áreas de reabilitação de edificações. Experiência científica no agrupamento de modelos qualitativos e quantitativos para avaliação dos vários sistemas representativos da edificação, tanto localmente como globalmente. É autor e coautor em mais de 180 publicações em livros, capítulos de livros, artigos científicos e conferências nas áreas de reabilitação de edificações e modelagem numérica das estruturas. Pesquisador associado ao Instituto da Construção da Universidade do Porto/PT e da Fundação para Ciência e Tecnologia FCT de Portugal, além de revisor de vários periódicas nacionais e internacionais.

CV: <http://lattes.cnpq.br/6879105340639188>

### Luis Alejandro Pérez Peña



Professor Adjunto do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (FAU/UnB). Formado em Engenharia Civil pela Universidad del Cauca (Colômbia, 2009), Mestre (2012) e Doutor (2017) em Estruturas e Construção Civil pela Universidade de Brasília. Possui experiência consolidada na área de Engenharia Civil e atuação em duas principais linhas de pesquisa: Dinâmica Estrutural e Construções em Madeira. Na área de Dinâmica Estrutural, desenvolve pesquisas em análise numérica e experimental de estruturas resistentes a sismos, interação dinâmica solo-estrutura e controle de vibrações em edificações. Na área de Construções em Madeira, atua como especialista em estruturas de Madeira Natural e Engenheirada (MLC e MLCC), desenvolvendo projetos de pequenos e grandes vãos com aplicação específica em ambientes educacionais, habitacionais e arquitetura de espaços públicos.

CV: <http://lattes.cnpq.br/6212456883960705>

## Nathaly Sarasty Narváez



Formada em Engenharia Civil pela Universidade de Nariño, Colômbia, possui Mestrado em Engenharia Civil na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Desenvolveu seu Doutorado em Estruturas e Construção Civil na Universidade de Brasília, Como docente, tem atuado no Centro Universitário de Brasília, CEUB, desde 2013 nos departamentos de Engenharia Civil, Arquitetura, Engenharia Elétrica e Computação, além de integrar o corpo docente do Mestrado em Arquitetura na disciplina de Sistemas Construtivos, materiais e tecnologias. Também atua como docente e palestrante no MBA em Projeto, Desempenho e Construção de Estruturas e Fundações do Instituto de Pós-graduação de Goiânia (IPOG) desde 2015.

CV: <https://lattes.cnpq.br/1472992513998298>

## Colaboração

### Lívia Tolentino de Araújo



Graduanda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília.

CV: <http://lattes.cnpq.br/3469952065237528>

### Lucas Carvalho Mendes



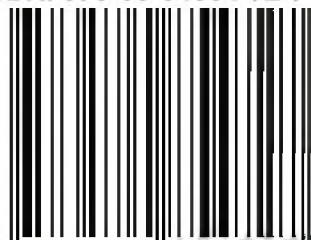
Graduando em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília.

CV: <https://lattes.cnpq.br/0093654696721215>



ISBN: 978-65-84854-72-7

700



9 786584 854727