

BRASÍLIA 2024

ISBN 978-85-7267-160-6

**Coordenação**

**Nathaly Sarasty Narváez**

**CADERNO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

# **SISTEMAS ESTRUTURAIS**

**AÇO, CONCRETO E MADEIRA**

**Organização**

**Nathaly Sarasty Narváez  
Myrna Cunha Pereira Raw**

**CEUB**

EDUCAÇÃO SUPERIOR

*Coordenação*

Nathaly Sarasty Narváez

## Caderno de Arquitetura e Urbanismo

# SISTEMAS ESTRUTURAIS

## Aço, Concreto e Madeira

### *Autores*

**Antônio José Rodrigues Passarelli**

**Amanda Breder**

**Amanda Brom**

**Ana Beatriz Gywer de Azevedo**

**Ana Paula**

**Beatriz Moraes**

**Bianca Rafaela Silveira Freire**

**Bruna Andrade**

**Bruno Bersan**

**Camila Alves**

**Camilla Rodrigues**

**Carla**

**Carolina Junqueira Guimarães**

**Carolina Pedroza**

**Cauê César Maurício**

**Eduardo Melo Filho**

**Gabriela Galvão Malheiros**

**Helena Cavalcanti Borges**

**Júlia Moraes**

**Juliana Anjos**

**Lídia Lima Vidal**

**Lucas Vasconcelos**

**Marcella Schiavoni**

**Mariana Correa**

**Mariana Zago**

**Natália Gabrielle**

**Nathaly Sarasty Narváez**

**Paula Caeiro Silva**

**Paula Madeira**

**Pedro Leonardo**

**Pedro Prôtilho**

**Priscila de Freitas Calheiros**

**Priscila Medeiros**

**Raíssa Santos**

**Renato Rodrigues dos Santos**

**Rodrigo Piovesan**

**Suzane Maria Oliveira da Silva**

**Tháisa Martins Pasqua**

**Victor Dax**

### *Organização*

**Nathaly Sarasty Narváez**

**Myrna Cunha Pereira Raw**

**Brasília**

**2024**

## **CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB**

### **Reitor**

Rafael Mesquita Lopes

## **INSTITUTO CEUB DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO - ICPD**

### **Diretor**

João Herculino de Souza Lopes Filho

### **Diretor Técnico**

Rafael Aragão Souza Lopes

### **Diagramação**

Biblioteca Reitor João Herculino

### **Capa**

Myrna Cunha Pereira Raw

### **Comissão Organizadora**

Myrna Cunha Pereira Raw, mestranda Programa de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo do CEUB

Link lattes - <http://lattes.cnpq.br/3545415580695376>

Nathaly Sarasty Narváez, Doutora em Estruturas e Construção Civil pela UnB, professora do CEUB

Link lattes - <https://lattes.cnpq.br/1472992513998298>

### **Comissão Técnico-Científica**

Eliete de Pinho Araujo, 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

<http://lattes.cnpq.br/5622336829690537>

Andrea Juliana Alarcón Posse, Doutora em Geotecnia pela UnB

<http://lattes.cnpq.br/9771882230371198>

Daniela Toro Rojas, Mestre em Geotecnia pela UnB

<http://lattes.cnpq.br/0328998300988742>

Jocinez Nogueira Lima, Mestre em Estruturas e Construção Civil pela UnB

<http://lattes.cnpq.br/9484416685641895>

### **Equipe Técnica**

Myrna Cunha Pereira Raw

Nathaly Sarasty Narváez

**Os trabalhos foram avaliados e revisados pela Comissão Técnico-Científica.**

**Disponível no link:** [repositorio.uniceub.br](http://repositorio.uniceub.br)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Caderno de Arquitetura e Urbanismo: Sistemas Estruturais – Aço, Concreto e Madeira / Nathaly Sarasty Narváez, coordenação - Brasília: CEUB; ICPD, 2024.

254 p.

ISBN 978-85-7267-160-6

I Arquitetura e Urbanismo. I. Nathaly Sarasty Narváez. II. Centro Universitário de Brasília. III. Caderno de Arquitetura e Urbanismo: Sistemas Estruturais - Aço, Concreto e Madeira.

CDU 720

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Reitor João Herculino

Centro Universitário de Brasília – CEUBSEPN 707/709

Campus do CEUB

Tel. (61) 3966-1335 / 3966-1336

# APRESENTAÇÃO

Este caderno representa uma compilação dos trabalhos realizados por alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo do CEUB ao longo dos anos em que tenho ministrado a disciplina de Sistemas Estruturais. Cada projeto, resultado do empenho dos estudantes ao término do semestre, oferece uma visão aprofundada no pré-dimensionamento estrutural de residências e edifícios, com destaque para as versatilidades proporcionadas pelas estruturas de aço, concreto e madeira.

Ao explorarmos estas páginas, nos deparamos com uma diversidade de propostas, cada uma surgida da criteriosa escolha entre projetos próprios e obras concebidas por renomados escritórios de arquitetos. O projeto final da disciplina tem início no lançamento estrutural, um ponto crucial em que cada projeto arquitetônico é analisado para selecionar o sistema estrutural mais adequado. Posteriormente, avançamos para o cálculo simplificado dos elementos estruturais, seja por meio de métodos manuais tradicionais ou com a eficácia proporcionada por softwares especializados como *Ftool*, *VisualMetal* e *Jwood*.

Convido a todos à leitura destas páginas, onde a seleção criteriosa de cada edificação e seu respectivo sistema estrutural convergem para a criação de projetos que transcendem a funcionalidade, buscando a harmonia entre economia e estética. Este livro destaca o comprometimento dos estudantes com a integração entre a arquitetura e a engenharia estrutural.

**Nathaly Sarasty Narváez**  
Professora do Mestrado em Arquitetura e Urbanismo | CEUB

Este caderno compila os resultados dos trabalhos finais de semestre realizados pelos alunos de Arquitetura e Urbanismo do CEUB. Os projetos abrangem edificações concebidas tanto pelos próprios alunos quanto por escritórios de arquitetura renomados. 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 trilharão o mesmo caminho no próximo semestre.

**Palavras-chave:** Sistema Estrutural. Aço. Concreto. Madeira.

# ABSTRACT

This book compiles the results of the projects carried out by the Architecture and Urbanism students at CEUB. The projects encompass buildings conceived by the students themselves or by renowned architecture firms. The central focus of these works lies in the selection of the most suitable structural system for each architectural design. The process includes the structural layout of elements and the simplified calculation of dimensions for elements such as beams, columns, and slabs. Developed in groups, following stages guided by the professor of the discipline, the projects are subsequently presented to the class. The results not only reflect the dedication of the students but also serve as a reference for subsequent classes, inspiring future projects. The presentations stand out for the detailed analysis of the sections, providing valuable guidance for those who will follow the same path in the next semester.

**Keywords:** Structural System. Steel. Concrete. Wood.

# RESUMEN

Este cuaderno recopila los resultados de los proyectos finales de semestre realizados por los estudiantes de Arquitectura y Urbanismo del CEUB. Los proyectos abarcan edificaciones concebidas tanto por los propios estudiantes como por oficinas de arquitectura reconocidas. El enfoque central de estos trabajos radica en la selección meticulosa del sistema estructural más adecuado para cada proyecto arquitectónico. El proceso incluye el diseño estructural de los elementos y el cálculo simplificado de dimensiones para piezas como vigas, pilares y losas. Desarrollados en grupos, siguiendo etapas orientadas por la profesora de la disciplina, los proyectos se presentan posteriormente a la clase. Los resultados no solo reflejan la dedicación de los estudiantes, sino que también sirven como referencia para las clases siguientes, inspirando futuros proyectos. Las presentaciones se destacan por el análisis detallado de las secciones, proporcionando una valiosa orientación para aquellos que seguirán el mismo camino en el próximo semestre.

**Palabras clave:** Sistema Estructural. Acero. Concreto. Madera.

# SUMÁRIO

## AÇO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Teatro Oficina Uzina Uzona   Lina Bo Bardi .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>Bruna Andrade</b><br><b>Eduardo Melo Filho</b><br><b>Lucas Vasconcelos</b>                  |           |
| <b>Vila Flutuante   Van Ommeren - architecten .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>Amanda Brom</b><br><b>Paula Madeira</b><br><b>Pedro Leonardo</b><br><b>Rodrigo Piovesan</b> |           |
| <b>Casa R1   Studio Bloco Arquitetura .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>Amanda Breder</b><br><b>Camilla Rodrigues</b><br><b>Mariana Correa</b>                      |           |
| <b>Galpão Metálico .....</b>   | <b>59</b> |
| <b>Renato Rodrigues dos Santos</b>   |           |
| <b>Casa de Vidro   Johnson Phillips .....</b>  | <b>73</b> |
| <b>Beatriz Morais</b><br><b>Camila Alves</b><br><b>Mariana Zago</b><br><b>Raíssa Santos</b>    |           |
| <b>Centro Cultural .....</b>   | <b>91</b> |
| <b>Helena Cavalcanti Borges</b>  |           |

## CONCRETO

|  |            |
|--|------------|
| <b>Projeto Residencial .....</b>   | <b>105</b> |
| <b>Juliana Anjos</b><br><b>Natália Gabrielle</b><br><b>Priscila Medeiros</b> |            |
| <b>Casa Gerassi   Paulo Mendes da Rocha .....</b>                            | <b>117</b> |
| <b>Ana Paula</b><br><b>Carla</b><br><b>Carolina Pedroza</b>                  |            |



|  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| <b>Casa 6   Studio MK27   Márcio Kogan .....</b> | <b>133</b>                            |
|  | <b>Cauê César Maurício</b>            |
|  | <b>Gabriela Galvão Malheiros</b>      |
|  | <b>Marcella Schiavoni</b>             |
|  | <b>Paula Caeiros Silva</b>            |
|  | <b>Suzane Maria Oliveira da Silva</b> |
| <b>Hostel .....</b>                              | <b>153</b>                            |
|  | <b>Carolina Junqueira Guimarães</b>   |
|  | <b>Lídia Lima Vidal</b>               |
|  | <b>Priscila de Freitas Calheiros</b>  |
|  | <b>ceThaísa Martins Pasqua</b>        |
| <b>Centro Cultural .....</b>                     | <b>174</b>                            |
|  | <b>Ana Beatriz Gywer de Azevedo</b>   |
|  | <b>Bianca Rafaela Silveira Freire</b> |

## **MADEIRA**

|  |  |
|--|--|
| <b>Casa da Árvore Urbana   Baumraum .....</b>                          | <b>188</b>                               |
|  | <b>Júlia Moraes</b>                      |
|  | <b>Pedro Portilho</b>                    |
| <b>Residência dos 5 traços .....</b>                                   | <b>201</b>                               |
|  | <b>Bruno Bersan</b>                      |
|  | <b>Victor Dax</b>                        |
| <b>Micasa Vol.C   Studio MK27   Márcio Tanaka - Márcio Kogan .....</b> | <b>240</b>                               |
|  | <b>Antônio José Rodrigues Passarelli</b> |

## AÇO

## Teatro Oficina Uzyna Uzona

Lina Bo Bardi

Bruna Andrade  
Eduardo Melo Filho  
Lucas Vasconcelos

1

## ANÁLISE DE ESTRUTURA DO EDIFÍCIO TEATRO OFICINA



Centro Universitário de Brasília - UniCEUB - Arquitetura e Urbanismo - Sistemas Estruturais V  
Professor(a): Nathaly Sarasty Narvaez - Alunos: Bruna Andrade, Eduardo Melo Filho, Lucas Vasconcelos

## TEATRO OFICINA UZYNA UZONA

O Teatro Oficina Uzyna Uzona, simplesmente Teatro Oficina, é uma companhia de teatro do Brasil, localizado em São Paulo na rua Jaceguay, bairro do Bixiga. A companhia foi fundada em 1958 na Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo por Amir Haddad, José Celso Martinez Correa e Carlos Queiroz Telles.

A atual edificação do Teatro Oficina, sede da companhia de teatro Uzyna Uzona liderada por José Celso Martinez Corrêa, é resultado da reforma e estruturação do antigo Teatro Novos Comediantes. A reforma do Teatro Oficina foi projetada pela arquiteta ítalo-brasileira Lina Bo Bardi em conjunto com Edson Elito, em 1991, e inaugurado no ano de 1993.

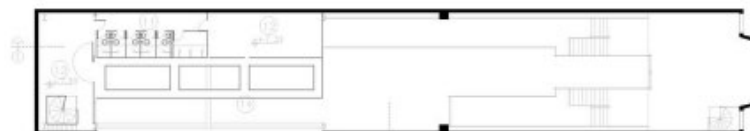
No ano de 2015 o Teatro Oficina foi eleito, pelo jornal The Guardian, como o melhor teatro do mundo na categoria projeto arquitetônico.



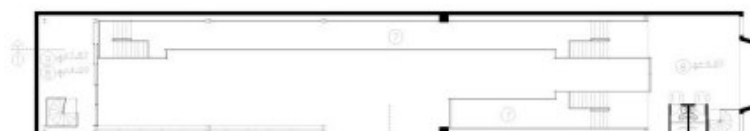
<sup>1</sup> Imagens disponíveis em: <https://www.archdaily.com.br/br/878324/classicos-da-arquitetura-teatro-oficina-lina-bo-bardi-e-edson-elito>. Acessado em 15 mar. 2024.

# AÇO

Planta baixa dos pavimentos



PLANTA NIVEL +7.30



PLANTA NIVEL +2.30 E +4.80



PLANTA NIVEL 0.00 A -3.00

# CÁLCULOS

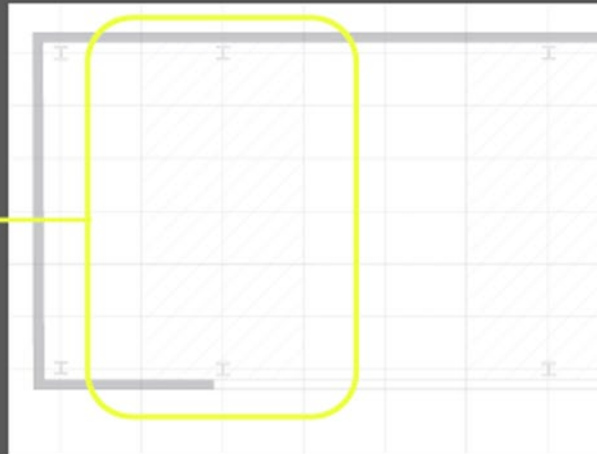
Cálculos matemáticos iniciais

## AÇO

**LAJES, VIGAS PRINCIPAIS E VIGAS SECUNDÁRIAS**

Planta baixa - início das atividades de análise estrutural

A região marcada apresenta a laje, as vigas principais e as vigas secundárias calculadas e analisadas



Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

**CÁLCULOS DAS CARGAS**

POR ONDE CALCULAR?

A partir da análise da estrutura, iniciamos os cálculos pela seguinte ordem:

- 1º Carga permanente da laje;
- 2º Carga permanente da Viga;
- 3º Carga acidental;
- 4ª Total da carga calculada;
- 5º Carga da viga secundária.

Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

# AÇO

## CÁLCULOS DAS CARGAS

A partir dos resultados obtidos pelos cálculos podemos fazer experimentos no Programa Ftool

### CARGA PERMANENTE - LAJE

Área:  $52,20 \text{ m}^2$   
 $52,20 \times 0,12 = 6,26 \text{ m}^3$   
 Carga:  $6,26 \text{ m}^3 \times 25 \text{ KN/m}^3 = 156,5 \text{ KN}$   
 Carga Distribuída:  $156,5/10,45 = 14,97 \text{ kn/m}$

### CARGA PERMANENTE - VIGA

$L/20=H > 10,45/20 = 0,53\text{m}$   
 Viga Gerdau W 530 x 66,0  
 W = 530  
 Massa Linear:  $66 \text{ Kg/m} = 0,66\text{KN/m}$

Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

## CÁLCULOS DAS CARGAS

A partir dos resultados obtidos pelos cálculos podemos fazer experimentos no Programa Ftool

### CARGA ACIDENTAL

Teatro (Cinema):  $4 \text{ KN/m}^2$   
 Carga:  $4\text{KN/m}^2 \times 52,20\text{m}^2 = 208,80\text{KN}$   
 Carga distribuída:  $208,80\text{KN}/10,45 = 20\text{KN/m}$

### TOTAL:

$14,97\text{KN/m}$   
 $0,66\text{KN/m}$   
 $20\text{KN/m}$   


---

 $35,63\text{KN/m}$

Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

# AÇO

## CÁLCULOS DAS CARGAS

A partir dos resultados obtidos pelos cálculos podemos fazer experimentos no Programa Ftool - **VIGAS SECUNDÁRIAS**

### CARGA DA VIGA SECUNDÁRIA

5m →  $L/20 = 20\text{cm}$   
 Viga Secundária Gerdau: W250X17,9  
 $17,9 \text{ Kg/m} \rightarrow 0,179\text{KN/m} \times 5 / 2 = 0,4475 \text{ Kgf}$

As cargas das vigas secundárias são cargas pontuais, numa análise transversal da estrutura, por esse motivo separamos os seus cálculos para obter uma análise mais didática e visual.

Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

# FTOOL

Two-Dimensional Frame Analysis Tool

## FTOOL

Two-Dimensional Frame Analysis Tool

Comportamento Estrutural dos Pórticos Planos

Análise Estrutural

É necessário ter conhecimento estrutural

Especificação de parâmetros

Gráficos de momento fletor, esforço normal e cortante

Gráficos de linha elástica e configuração deformada

# AÇO

## FTOOL

### Escolha do material

É preciso definir o material para realizar a análise estrutural de forma coerente

Projeto: Teatro Oficina  
Lina Bo Bardi

**Material Parameters**

Aço StelDec

E: 205000 MPa  
 ν: 0.30  
 α: 0.000012 /°C

## FTOOL

### Seleção do Perfil e propriedade

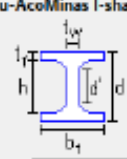
É a partir da seleção do perfil e suas propriedades que podemos fazer as verificações gráficas do comportamento estrutural

Projeto: Teatro Oficina  
Lina Bo Bardi

**Section Properties**

Perfil I

Gerdau-AcoMinas I-shapes (BR)



type: I shape

d: 530 mm

W530x109.0

8

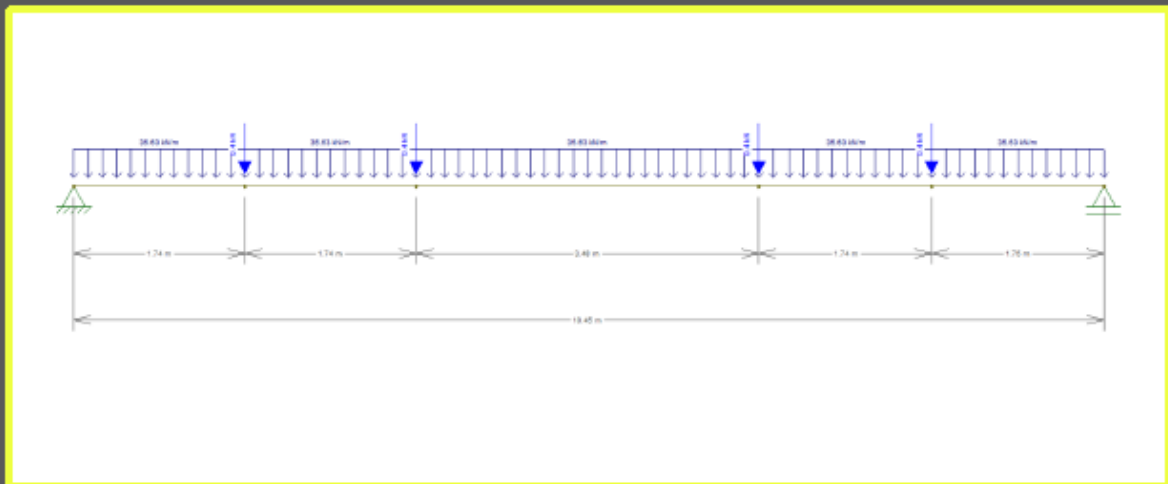
d: 539 mm    bf: 211 mm  
 tw: 12 mm    tf: 19 mm  
 hf: 501 mm    d': 469 mm

$\bar{y}$ : 270 mm  
 A: 13070.0000 mm<sup>2</sup>  
 As: 6252.40000 mm<sup>2</sup>  
 I: 6.7226e+08 mm<sup>4</sup>

## AÇO

## FTOOL

## ATUAÇÃO DAS FORÇAS NA VIGA PRINCIPAL - CARREGAMENTO



Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

## FTOOL

## ATUAÇÃO DAS FORÇAS NA VIGA PRINCIPAL - CARREGAMENTO

As forças que atuam sobre a viga principal são o peso próprio da laje com a carga distribuída e o peso das vigas secundárias com cargas pontuais (4 cargas pontuais no total).

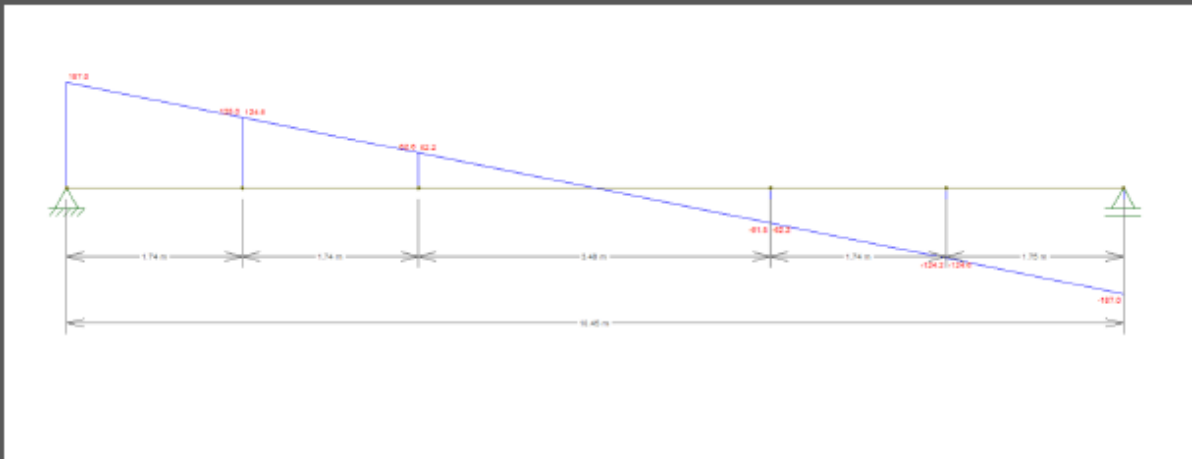
Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi



# AÇO

## FTOOL

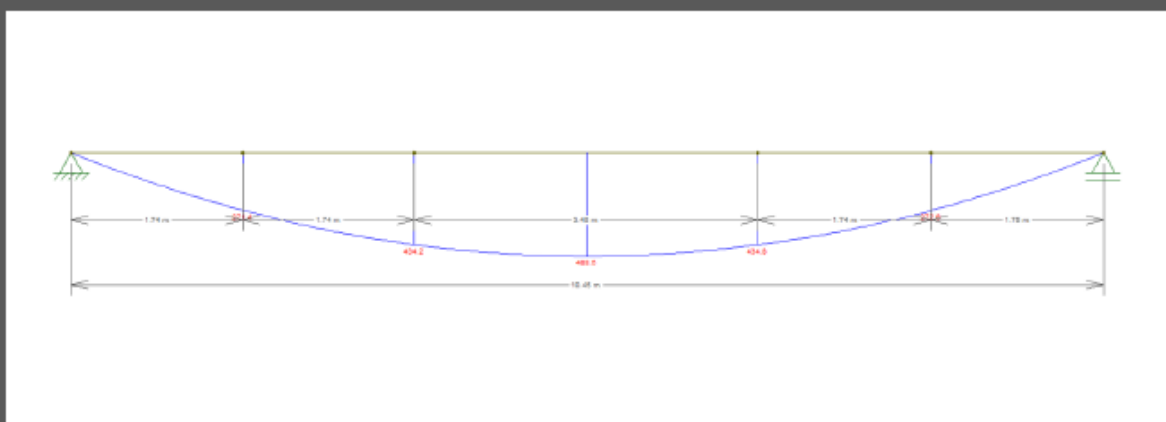
### DIAGRAMA DE ESFORÇO CORTANTE



Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

## FTOOL

### Diagrama de Momento Fletor

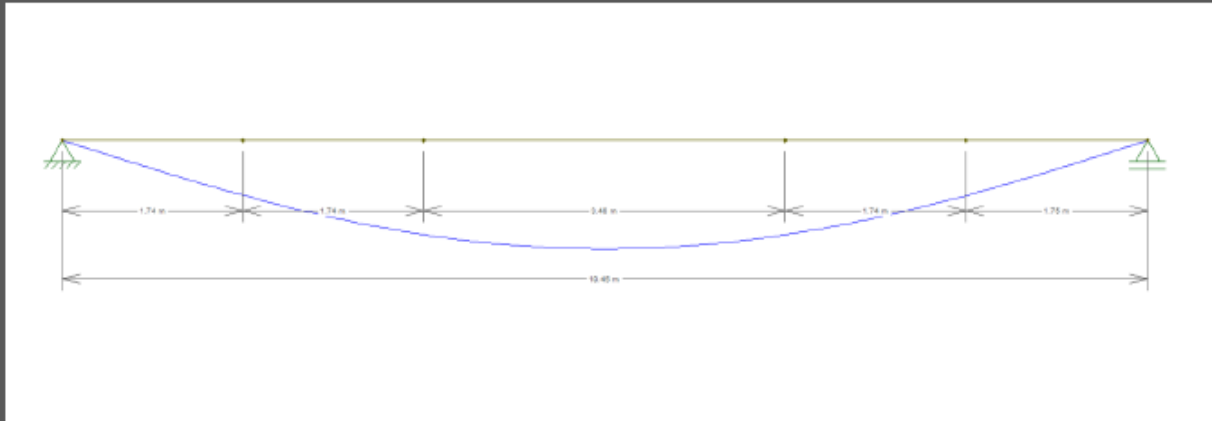


Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

## AÇO

## FTOOL

## Diagrama de Deformação



Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

## FTOOL

## DIAGRAMA DE ESFORÇO CORTANTE

A partir dos Diagramas de Esforço cortante, Momento Fletor e Deformação podemos analisar a estrutura de aço quanto a força de cisalhamento e comportamento e o quanto de carga essa viga pode suportar sem estrutural.

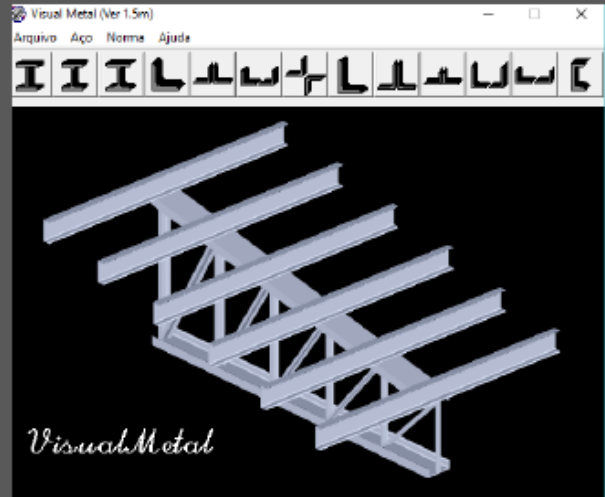
Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

# AÇO

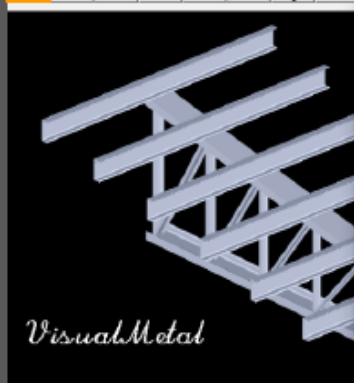
## VISUAL METAL

Com análises bidimensional realizado no Ftool é extraído os esforços, que são lançada no programa e realizado o dimensionamento de perfis metálicos.

O Software verifica deformações, flechas ou deslocamentos nas barras, mas somente compara esforços resistentes e faz a devidas verificações previstas em norma.



## VISUAL METAL



**Soldado**

Identificação  
Série: CS Perfil: CS 150 x 29

Dimensões  
b: 539 mm tw: 12 mm  
t: 211 mm tf: 19 mm  
P: 169 kg/m

Compl. Flambagem  
Lfb: cm  
Llf: cm  
Lb: cm

Solicitações  
Nd: 0,00 kN  
Vd: kN  
Md: kN.cm  
Nd: 0,00 kN.cm

Resultados  
Rd(Nd): 0,00 kN  
Rd(Vd): kN  
Rd(Md): kN.cm  
Rd(Md): 0,00 kN.cm  
Rd(Md+Nd): 0,00 < 1

Calcular Mais Leve Relatório OK

**Section Properties**

Perfil: I

Gerdu-AcoMinas I-shapes (BR)

type: I shape  
d: 530 mm  
W530x109.0

d: 539 mm tf: 211 mm  
tw: 12 mm lf: 19 mm  
h: 501 mm d': 469 mm

j: 270 mm  
A: 13070.0000 mm<sup>2</sup>  
Ac: 6252.40000 mm<sup>2</sup>  
I: 6.7226e+08 mm<sup>4</sup>

Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

# AÇO

## VISUAL METAL

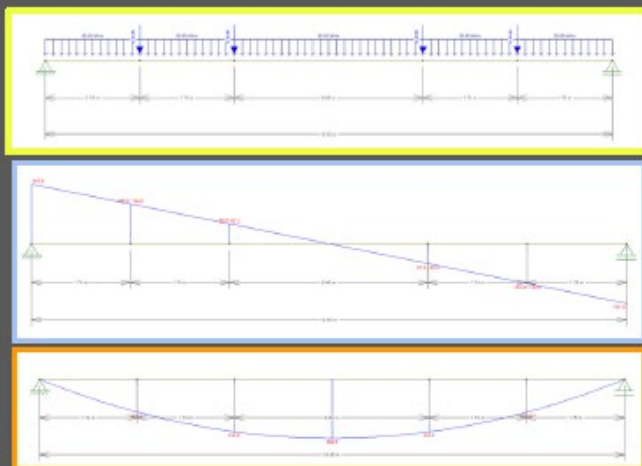
**Identificação**  
 Série CS Perfil CS 150 x 29

**Dimensões**  
 d 539 mm tw 12 mm  
 bf 211 mm tf 19 mm  
 p 109 kg/m

**Compr. Flambagem**  
 Lfx 1045 cm  
 Lfy 1045 cm  
 Lb 348 cm

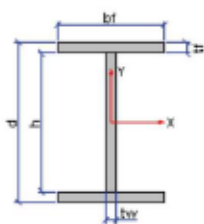
**Solicitações**  
 Nd 0,00 kN  
 Vd 187 kN  
 Mdx 48847 kN\*cm  
 Moy 0,00 kN\*cm

**Resultados**  
 Rd(Nd) 0,00 kN  
 Rd(Vd) 743,99 kN  
 Rd(Mdx) 57944,90 kN\*cm  
 Rd(Mdy) 0,00 kN\*cm  
 Rd(Md-Nd) 0,00 <= 1



Projeto: Teatro Oficina - Lina Bo Bardi

### VISUAL METAL - Relatório



#### Dimensionamento Perfil I Soldado

##### Propriedades do Aço

σ tipo = AS σ M A 36  
 fy = 25,00 kN/cm<sup>2</sup>  
 fu = 40,00 kN/cm<sup>2</sup>  
 fr = 11,5 kN/cm<sup>2</sup>  
 E = 20500 kN/cm<sup>2</sup>  
 G = 7892,5 kN/cm<sup>2</sup>

##### Propriedades geométricas do perfil

Série CS  
 Perfil CS 150 x 29  
 bf = 211,00 mm  
 tf = 19,00 mm  
 tw = 12,00 mm  
 d = 539,00 mm  
 Peso = 109,00 kgf

h = d - 2\*tf  
 h = 539,00 - 2\*19,00  
 h = 501,00 mm

$$Ag = (2*bf*tf) + (tw*h)$$

$$Ag = (2*211,00*19,00) + (12,00*501,00)$$

$$Ag = 14030,00 \text{ mm}^2$$

$$Ag = 140,30 \text{ cm}^2$$

$$Ix = (bf^3/12) - ((bf-tw)^3/12)$$

$$Ix = (211,00^3/12) - ((211,00-12,00)^3/12)$$

$$Ix = 6,6801E8 \text{ mm}^4$$

$$Ix = 66801,00 \text{ cm}^4$$

$$Iy = (2*bf^3*tf/12) + (h*tw^3/12)$$

$$Iy = (2*211,00^3*19,00/12) + (501,00*12,00^3/12)$$

$$Iy = 2,98196E7 \text{ mm}^4$$

$$Iy = 2981,96 \text{ cm}^4$$

$$It = (2*bf*tf^3 + (d-tf)*tw^3)/3$$

$$It = (2*211,00*19,00^3 + (539,00-19,00)*12,00^3)/3$$

$$It = 1,26435E6 \text{ mm}^4$$

$$It = 126,44 \text{ cm}^4$$

$$rx = \text{raiz}(Ix/Ag)$$

$$rx = \text{raiz}(66801,00/140,30)$$

$$rx = 21,82 \text{ cm}$$

$$ry = \text{raiz}(Iy/Ag)$$

$$ry = \text{raiz}(2981,96/140,30)$$

$$ry = 4,61 \text{ cm}$$

$$Wx = (2*Ix)/d$$

$$Wx = (2*66801,00)/539,00$$

$$Wx = 2478,70 \text{ cm}^3$$

$$Wy = (2*Iy)/bf$$

$$Wy = (2*2981,96)/211,00$$

$$Wy = 282,65 \text{ cm}^3$$

$$Zx = (bf*(d^2-h^2) + tw*h^2)/4$$

$$Zx = (211,00*(539,00^2-501,00^2) + 12,00*501,00^2)/4$$

$$Zx = 2,83768E6 \text{ mm}^3$$

$$Zx = 2837,68 \text{ cm}^3$$

$$Zy = bf^2*(tf/2) + 0,25*h*tw^2$$

$$Zy = 211,00^2*(19,00/2) + 0,25*501,00*12,00^2$$

$$Zy = 440985,00 \text{ mm}^3$$

$$Zy = 440,99 \text{ cm}^3$$

##### Comprimentos de Flambagem

Lfx = 1045,00 cm  
 Lfy = 1045,00 cm  
 Lb = 348,00 cm

##### Esforços Solicitantes

Nd = 0,00 kN  
 Vd = 187,00 kN  
 Mdx = 48847,00 kN\*cm  
 Mdy = 0,00 kN\*cm

##### Verificação do Esforço Cortante

Análise plástica  
 Aw = h\*tw  
 Aw = 501,00\*12,00  
 Aw = 6012,00 mm<sup>2</sup>  
 Aw = 60,12 cm<sup>2</sup>

$$(a/h) > 3$$

$$k = 5,34$$

$$\lambda = h/tw$$

$$\lambda = 501,00/12,00$$

$$\lambda = 41,75$$

# AÇO

## VISUAL METAL - Relatório

$$\lambda_p = 1,08 \cdot \text{raiz}(k \cdot E / f_y)$$

$$\lambda_p = 1,08 \cdot \text{raiz}(5,34 \cdot 20500,00 / 25,00)$$

$$\lambda_p = 71,47$$

$$\lambda_r = 1,4 \cdot \text{raiz}(k \cdot E / f_y)$$

$$\lambda_r = 1,4 \cdot \text{raiz}(5,34 \cdot 20500,00 / 25,00)$$

$$\lambda_r = 2316,04$$

$$V_{pl} = 0,55 \cdot A_w \cdot f_y$$

$$V_{pl} = 0,55 \cdot 60,12 \cdot 25,00$$

$$V_{pl} = 826,65 \text{ kN}$$

$$I < I_p$$

$$V_n = V_{pl}$$

$$V_n = 826,65 \text{ kN}$$

$$f_v = 0,9$$

$$R_d(V_d) = f_v \cdot V_n$$

$$R_d(V_d) = 0,90 \cdot 826,65$$

$$R_d(V_d) = 743,99 \text{ kN}$$

$$R_d(V_d) \geq V_d$$

$$743,99 \text{ kN} \geq 187,00 \text{ kN}$$

Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!

### Verificação de Flexão em x

$$Z = Z_x$$

$$Z = 2837,68 \text{ cm}^3$$

$$W = W_x$$

$$W = 2478,70 \text{ cm}^3$$

$$W_c = W$$

$$W_c = 2478,70 \text{ cm}^3$$

$$W_t = W$$

$$W_t = 2478,70 \text{ cm}^3$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} = 2837,68 \cdot 25,00$$

$$M_{pl} = 70942,10 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

### Flambagem local da alma (FLA)

$$\lambda = h / t_w$$

$$\lambda = 501,00 / 12,00$$

$$\lambda = 41,75$$

$$\lambda_p = 3,5 \cdot \text{raiz}(E / f_y)$$

$$\lambda_p = 3,5 \cdot \text{raiz}(20500,00 / 25,00)$$

$$\lambda_p = 100,22$$

$$\lambda < \lambda_p$$

$$M_n = M_{pl}$$

$$M_n = 70942,10 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

### Flambagem local da mesa (FLM)

$$\lambda = b_f / (2 \cdot t_f)$$

$$\lambda = 211,00 / (2 \cdot 19,00)$$

$$\lambda = 5,55$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \text{raiz}(E / f_y)$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \text{raiz}(20500,00 / 25,00)$$

$$\lambda_p = 10,88$$

$$M_r = (f_y - f_r) \cdot W_c$$

$$M_r = (25,00 - 11,50) \cdot 2478,70$$

$$M_r = 33462,40 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$M_r = f_y \cdot W_t$$

$$M_r = 25,00 \cdot 2478,70$$

$$M_r = 61967,50 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Adota-se o menor valor de  $M_r$   
 $M_r = 33462,40$

$$\lambda_r = 0,62 \cdot \text{raiz}(E \cdot W_c / M_r)$$

$$\lambda_r =$$

$$0,62 \cdot \text{raiz}(20500,00 \cdot 2478,70 / 33462,40)$$

$$\lambda_r = 24,16$$

$$\lambda < \lambda_p$$

$$M_n = M_{pl}$$

$$M_n = 70942,10 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

### Flambagem Lateral com torção (FL $\sigma$ )

$$\lambda = L_b / r_y$$

$$\lambda = 348,00 / 4,61$$

$$\lambda = 75,48$$

$$\lambda_p = 1,75 \cdot \text{raiz}(E / f_y)$$

$$\lambda_p = 1,75 \cdot \text{raiz}(20500,00 / 25,00)$$

$$\lambda_p = 50,11$$

$$C_b = 1$$

$$\beta_1 = \pi \cdot \text{raiz}(G \cdot E \cdot I_{\sigma} \cdot A_g)$$

$$\beta_1 =$$

$$\pi \cdot \text{raiz}(7892,50 \cdot 20500,00 \cdot 126,44 \cdot 140,0)$$

$$\beta_1 = 5,32227E6$$

## VISUAL METAL - Relatório

$$\beta_2 =$$

$$= ((\pi^2 \cdot E) / (4 \cdot G)) \cdot (A_g \cdot ((d - t_f) / 10)^2) / I_t$$

$$\beta_2 =$$

$$((\pi^2 \cdot 20500,00) / (4 \cdot 7892,50)) \cdot (140,30^2) /$$

$$(539,00 - 19,00) / 10^2 / 126,44)$$

$$\beta_2 = 19229,80$$

$$M_r = (f_y - f_r) \cdot W$$

$$M_r = (25,00 - 11,50) \cdot 2478,70$$

$$M_r = 33462,40 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$\lambda_r = ((0,707 \cdot C_b \cdot \beta_1) / M_r) \cdot \text{raiz}(1 +$$

$$\text{raiz}(1 + ((4 \cdot \beta_2) / (C_b \cdot \beta_1^2)) \cdot M_r^2))$$

$$\lambda_r =$$

$$= ((0,707 \cdot 1,00 \cdot 5,32227E6) / 33462,40) \cdot \text{r}$$

$$\text{aiz}(1 +$$

$$\text{raiz}(1 + ((4 \cdot 19229,80) / (1,00^2 \cdot 5,32227E6$$

$$^2)) \cdot 33462,40^2))$$

$$\lambda_r = 195,10$$

$$\lambda_p < \lambda < \lambda_r$$

$$M_n = M_{pl} - ((M_{pl} - M_r) \cdot ((\lambda - \lambda_r) / (\lambda_r - \lambda_p)))$$

$$M_n =$$

$$70942,10 - ((70942,10 - 33462,40) \cdot ((75,48$$

$$- 50,11) / (195,10 - 50,11)))$$

$$M_n = 64383,20 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Adota-se para  $M_n$  o menor valor de FLA, FL $\sigma$  ou FLM e ainda segundo  $N \beta R$   
 8800/88 (Item 5.4.1.3.1)  $M_n <$   
 $(1,25 \cdot W \cdot f_y)$   
 $M_n$  (FLA) = 70942,10kN  
 $M_n$  (FLM) = 70942,10kN

$$M_n$$
 (FL $\sigma$ ) = 64383,20kN

$$M_n <= (1,25 \cdot W \cdot f_y) \rightarrow \text{Ok!}$$

$$M_n = 64383,20 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$f_b = 0,9$$

$$R_d(M_d) = f_b \cdot M_n$$

$$R_d(M_d) = 0,90 \cdot 64383,20$$

$$R_d(M_d) = 57944,90 \text{ kN}$$

$$R_d(M_d) \geq M_{dx}$$

$$57944,90 \text{ kN} \geq 48847,00 \text{ kN}$$

Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!

# AÇO

## Vila Flutuante

*Van Ommeren - architecten*

**Amanda Brom  
Paula Madeira  
Pedro Leonardo  
Rodrigo Piovesan**

2

SISTEMAS ESTRUTURAIS III

# Vila flutuante

vanOmmeren-architecten

AMANDA BROM | PAULA MADEIRA

PEDRO LEONARDO | RODRIGO PIOVESAN



<sup>2</sup> Imagens disponíveis em: <https://www.archdaily.com/926933/energy-positive-floating-villa-van-ommeren-architecten>. Acessado em 15 mar. 2024.

## AÇO



## Ficha Técnica

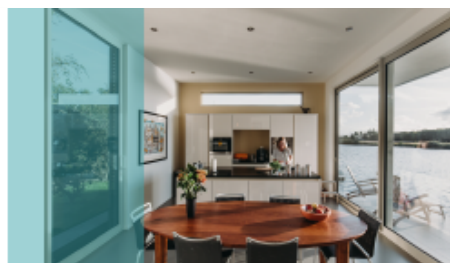
### CASA FLUTUANTE

Lugar: Haarlem, Holanda  
Arquitetos: vanOmmeren-architecten  
Área: 220.0 m<sup>2</sup>  
Ano: 2019  
Fotografias: Eva Bloem  
Equipe de Projeto: Joeri van Ommeren, Bob Spitz,  
Dion Nupoort  
Clientes: Mante family  
Engenharia: ABC Arkenbouw

## Memorial

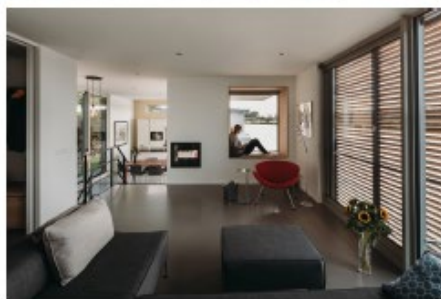
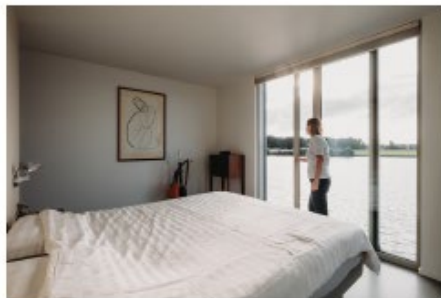
Siga o sol desde o amanhecer até o anoitecer. Esta casa flutuante oferece vistas panorâmicas sobre o rio Spaarne e as pradarias adjacentes. A fachada de zinco é alternada com alumínio, vidro, aço e madeira.

O projeto prevê na lista de desejos do nosso cliente, uma lista de ambições que fizeram desta vila flutuante um projeto feito sob medida para seu estilo de vida.



## AÇO

O cliente queria que sua casa produzisse mais energia do que consome. Isso é obtido através da coleta de energia solar usando painéis fotovoltaicos no telhado, combinados com uma bomba de calor no concreto que coleta energia através da diferença de temperatura da água / interior: um fluxo natural interminável de energia.





# AÇO

## Fachadas



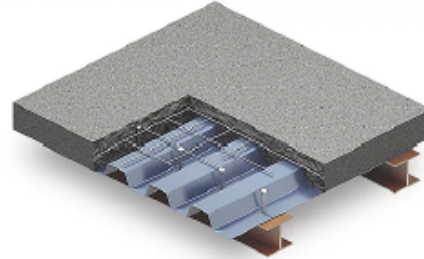
## Sistema Estrutural



# AÇO

## Tipo de Laje

Steel Deck  
Metform -MF50  
Espessura 10cm  
Peso próprio 185 kgf/m<sup>2</sup>

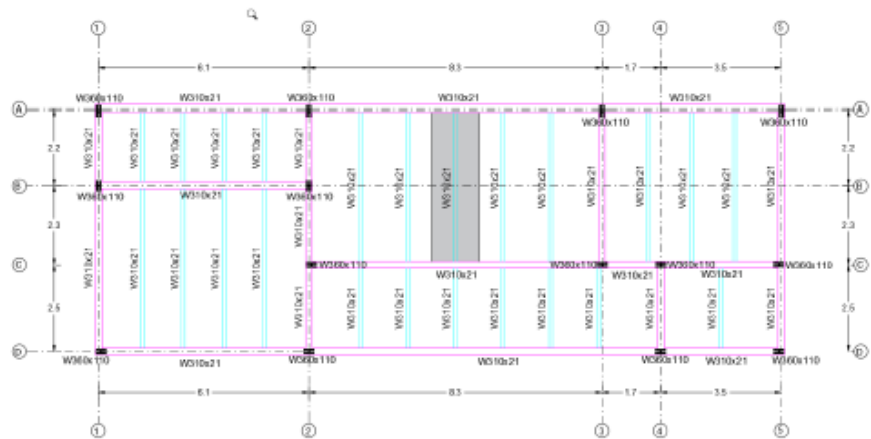


Composta por aço galvanizado (aço revestido com zinco), sua composição de aço, devido à alta resistência as tensões de tração, atua como armadura positiva do concreto. As vantagens de se utilizar esse tipo de laje mista se dá ao fato de que essa estrutura é mais leve que as convencionais, tem um tempo de construção menor e tem uma boa relação custo-benefício.

## Lançamento Estrutural

Após os estudos sobre a disposição dos elementos estruturais do projeto, criou-se uma planta baixa estrutural onde foram localizados todos os pilares e todas as vigas principais e secundárias.

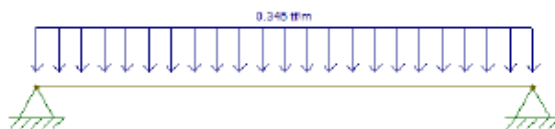
Com este estudo, pôde-se perceber a relação existente entre esses elementos e evidenciar, por exemplo, as áreas de influência e as forças atuantes no projeto.



- Vigas Secundárias perfil I (W 310x21)
- Vigas Principais perfil I(W 310x21)
- Área de Influência
- Pilar perfil H (W360x110)

# AÇO

## FORÇAS



VIGA SECUNDARIA

### Cálculos Estruturais da Viga Secundaria

Assim que se concluiu o estudo da planta estrutural do projeto, deu-se início ao dimensionamento dos elementos. Para isso, foram calculadas as cargas da laje e as cargas incidentes nas vigas principais e secundárias.

Em seguida, foram colocadas as informações no ftool e verificadas as consequências das cargas obtidas nos elementos estruturais.

Laje steel deck  
 → material MFSO → 185 kgf/m<sup>2</sup>  
 espessura 10cm  
 Carga Acidental (residência)  
 NBR 6120 → 50 kgf/m<sup>2</sup>

$\left. \begin{array}{l} 185 \text{ kgf/m}^2 \\ 50 \text{ kgf/m}^2 \end{array} \right\} 235 \text{ kgf/m}^2$

• Viga Secundaria  
 $235 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \times \text{Área} \div \text{comprimento} = \text{kgf/m}$   
 $235 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \times 5,934,7 = 4,3 = 324,3 \text{ kgf/m}$

• Peso Próprio  
 $\frac{L}{15} = \frac{4,3}{15} = 0,28 \rightarrow W310 \times 22 \rightarrow 345,3 \text{ kgf/m}$   
 ↳ Ftool

# AÇO

## FTOOL

### ATUAÇÃO DAS FORÇAS NAS VIGAS SECUNDARIAS



MOMENTO

FORÇA AXIAL

FORÇA CORTANTE

O Sistema estrutural é composto por vigas de perfil I W310x21

A partir daí, foi escolhido o perfil que atendesse às exigências dos cálculos das cargas incidentes nas vigas. O perfil escolhido foi W 310 x 21

- Perfil escolhido
- Vão da viga secundária
- Distância entre vigas secundárias
- Força Axial
- Força Cortante
- Momento

Laminado

Identificação  
Perfil W 310 x 21

Dimensões

|                |        |                |                      |                |                       |
|----------------|--------|----------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| d              | 303 mm | A <sub>g</sub> | 27,2 cm <sup>2</sup> | W <sub>x</sub> | 249,2 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>w</sub> | 5,1 mm | P              | 21 kgf/m             | W <sub>y</sub> | 19,5 cm <sup>3</sup>  |
| b <sub>f</sub> | 101 mm | I <sub>x</sub> | 3776 cm <sup>4</sup> | Z <sub>x</sub> | 291,9 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>f</sub> | 5,7 mm | I <sub>y</sub> | 98 cm <sup>4</sup>   | Z <sub>y</sub> | 31,4 cm <sup>3</sup>  |
|                |        | I <sub>T</sub> | 3,27 cm <sup>4</sup> |                |                       |

Compr. Flambagem

|                  |        |
|------------------|--------|
| L <sub>flx</sub> | 430 cm |
| L <sub>fly</sub> | 430 cm |
| L <sub>b</sub>   | 138 cm |

Solicitações

|                 |            |
|-----------------|------------|
| N <sub>d</sub>  | 0,74 kN    |
| V <sub>d</sub>  | 0,74 kN    |
| M <sub>dx</sub> | 7,8 kN.cm  |
| M <sub>dy</sub> | 0,00 kN.cm |

Resultados

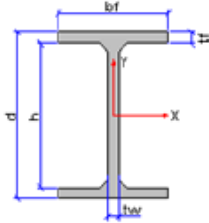
|           |               |     |
|-----------|---------------|-----|
| Rd(Nd)    | 612,00 kN     | Ok! |
| Rd(Vd)    | 191,23 kN     | Ok! |
| Rd(Mdx)   | 5938,21 kN.cm | Ok! |
| Rd(Mdy)   | 0,00 kN.cm    |     |
| Rd(Md+Nd) | 0,00 <= 1     | Ok! |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Calcular Mais Leve Relatório Ok

# AÇO

## Relatório da Viga Secundaria



### Dimensionamento Perfil I Laminado

#### Propriedades do Aço

Tipo = ASTM A 36  
 $f_y = 25,00 \text{ kN/cm}^2$   
 $f_u = 40,00 \text{ kN/cm}^2$   
 $f_r = 11,5 \text{ kN/cm}^2$   
 $E = 20500 \text{ kN/cm}^2$   
 $G = 7892,5 \text{ kN/cm}^2$

#### Propriedades geométricas do perfil

Perfil W 310 x 21  
 $bf = 101,00 \text{ mm}$   
 $tf = 5,70 \text{ mm}$   
 $tw = 5,10 \text{ mm}$   
 $d = 303,00 \text{ mm}$   
 $A_g = 27,20 \text{ cm}^2$   
 Peso = 21,00 kgf  
 $I_x = 3776,00 \text{ cm}^4$   
 $I_y = 98,00 \text{ cm}^4$   
 $IT = 3,27 \text{ cm}^4$   
 $W_x = 249,20 \text{ cm}^3$   
 $W_y = 19,50 \text{ cm}^3$   
 $Z_x = 291,90 \text{ cm}^3$   
 $Z_y = 31,40 \text{ cm}^3$

$r_x = \text{raiz}(I_x/A_g)$   
 $r_x = \text{raiz}(3776,00/27,20)$   
 $r_x = 11,78 \text{ cm}$

$r_y = \text{raiz}(I_y/A_g)$   
 $r_y = \text{raiz}(98,00/27,20)$   
 $r_y = 1,90 \text{ cm}$

$h = d - 2*tf$   
 $h = 303,00 - 2*5,70$   
 $h = 291,60 \text{ mm}$

#### Comprimentos de Flambagem

$L_{fix} = 430,00 \text{ cm}$   
 $L_{fy} = 430,00 \text{ cm}$   
 $L_b = 430,00 \text{ cm}$

#### Esforços Solicitantes

$N_d = 0,00 \text{ kN}$   
 $V_d = 7,30 \text{ kN}$

$M_{dx} = 7,80 \text{ kN}^*\text{cm}$   
 $M_{dy} = 0,00 \text{ kN}^*\text{cm}$

#### Verificação do Esforço Cortante

Análise plástica

$A_w = h*tw$   
 $A_w = 291,60*5,10$   
 $A_w = 1545,30 \text{ mm}^2$   
 $A_w = 15,45 \text{ cm}^2$

Considerando Item 5.2.2 nota a da NBR8800/88

$a = 4*tw$   
 $a = 4*5,10$   
 $a = 20,40 \text{ mm}$

$(a/h) < 1$   
 $k = 4+5,34/(a/h)^2$   
 $k = 4+5,34/(20,40/291,60)^2$   
 $k = 1095,08$

$I = h/tw$   
 $I = 291,60/5,10$   
 $I = 57,18$

$I_p = 1,08*\text{raiz}(k^*E/f_y)$   
 $I_p = 1,08*\text{raiz}(1095,08*20500,00/25,00)$   
 $I_p = 1023,42$

$I_r = 1,4*\text{raiz}(k^*E/f_y)$   
 $I_r = 1,4*\text{raiz}(1095,08*20500,00/25,00)$   
 $I_r = 33166,30$

$V_{pl} = 0,55*A_w*f_y$   
 $V_{pl} = 0,55*15,45*25,00$   
 $V_{pl} = 212,48 \text{ kN}$

$I < I_p$   
 $V_n = V_{pl}$   
 $V_n = 212,48 \text{ kN}$

$f_v = 0,9$   
 $Rd(V_d) = f_v*V_n$   
 $Rd(V_d) = 0,90*212,48$   
 $Rd(V_d) = 191,23 \text{ kN}$

$Rd(V_d) \geq V_d$   
 $191,23 \text{ kN} \geq 7,30 \text{ kN}$

Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!

#### Verificação de Flexão em x

$Z = Z_x$   
 $Z = 291,90 \text{ cm}^3$

$W = W_x$   
 $W = 249,20 \text{ cm}^3$

$W_c = W$   
 $W_c = 249,20 \text{ cm}^3$

# AÇO

## Relatório da Viga Secundaria

$W_t = W$   
 $W_t = 249,20 \text{ cm}^3$

$M_{pl} = Z^*f_y$   
 $M_{pl} = 291,90 * 25,00$   
 $M_{pl} = 7297,50 \text{ kN}^*\text{cm}$

**Flambagem local da alma (FLA)**

$l = h/t_w$   
 $l = 291,60/5,10$   
 $l = 57,18$

$l_p = 3,5 * \text{raiz}(E/f_y)$   
 $l_p = 3,5 * \text{raiz}(20500,00/25,00)$   
 $l_p = 100,22$

$l < l_p$   
 $M_n = M_{pl}$   
 $M_n = 7297,50 \text{ kN}^*\text{cm}$

**Flambagem local da mesa (FLM)**

$l = b_f / (2 * t_f)$   
 $l = 101,00 / (2 * 5,70)$   
 $l = 8,86$

$l_p = 0,38 * \text{raiz}(E/f_y)$   
 $l_p = 0,38 * \text{raiz}(20500,00/25,00)$   
 $l_p = 10,88$

$M_r = (f_y - f_r) * W_c$   
 $M_r = (25,00 - 11,50) * 249,20$   
 $M_r = 3364,20 \text{ kN}^*\text{cm}$

$M_r = f_y * W_t$   
 $M_r = 25,00 * 249,20$   
 $M_r = 6230,00 \text{ kN}^*\text{cm}$

Adota-se o menor valor de  $M_r$   
 $M_r = 3364,20$

$l_r = 0,62 * \text{raiz}(E * W_c / M_r)$   
 $l_r = 0,62 * \text{raiz}(20500,00 * 249,20 / 3364,20)$   
 $l_r = 24,16$

$l < l_p$   
 $M_n = M_{pl}$   
 $M_n = 7297,50 \text{ kN}^*\text{cm}$

**Flambagem Lateral com torção (FLT)**

$l = L_b / r_y$   
 $l = 430,00 / 1,90$   
 $l = 226,54$

$l_p = 1,75 * \text{raiz}(E / f_y)$   
 $l_p = 1,75 * \text{raiz}(20500,00 / 25,00)$   
 $l_p = 50,11$

$C_b = 1$

$B_1 = \text{pi} * \text{raiz}(G * E * I_T * A_g)$   
 $B_1 = \text{pi} * \text{raiz}(7892,50 * 20500,00 * 3,27 * 27,20)$   
 $B_1 = 376871,00$

$B_2 = ((\text{pi}^2 * E) / (4 * G)) * (A_g * ((d - t_f) / 10)^2) / I_T$   
 $B_2 = ((\text{pi}^2 * 20500,00) / (4 * 7892,50)) * (27,20^2 * ((303,00 - 5,70) / 10)^2) / 3,27$   
 $B_2 = 47118,30$

$M_r = (f_y - f_r) * W$   
 $M_r = (25,00 - 11,50) * 249,20$   
 $M_r = 3364,20 \text{ kN}^*\text{cm}$

$l_r = ((0,707 * C_b * B_1) / M_r) * \text{raiz}(1 + \text{raiz}(1 + ((4 * B_2) / (C_b^2 * B_1^2)) * M_r^2))$   
 $l_r = ((0,707 * 1,00 * 376871,00) / 3364,20) * \text{raiz}(1 + \text{raiz}(1 + ((4 * 47118,30) / (1,00^2 * 376871,00^2)) * 3364,20^2))$   
 $l_r = 177,14$

$l_p < l > l_r$

$M_{cr} = ((C_b * B_1) / l) * \text{raiz}(1 + (B_2 / l^2))$   
 $M_{cr} = ((1,00 * 376871,00) / 226,54) * \text{raiz}(1 + (47118,30 / 226,54^2))$   
 $M_{cr} = 2304,06 \text{ kN}^*\text{cm}$

$M_n = M_{cr}$   
 $M_n = 2304,06 \text{ kN}^*\text{cm}$

Adota-se para  $M_n$  o menor valor de FLA, FLT ou FLM e ainda segundo NBR 8800/88 (Item 5.4.1.3.1)  $M_n < (1,25 * W * f_y)$

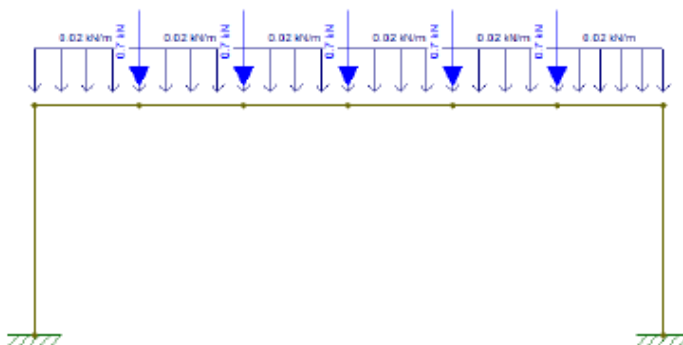
$M_n < (1,25 * W * f_y) \rightarrow \text{Ok!}$   
 $M_n = 2304,06 \text{ kN}^*\text{cm}$

$f_b = 0,9$   
 $R_d(M_d) = f_b * M_n$   
 $R_d(M_d) = 0,90 * 2304,06$   
 $R_d(M_d) = 2073,65 \text{ kN}$

$R_d(M_d) \geq M_{dx}$   
 $2073,65 \text{ kN} \geq 7,80 \text{ kN}$

**Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!**

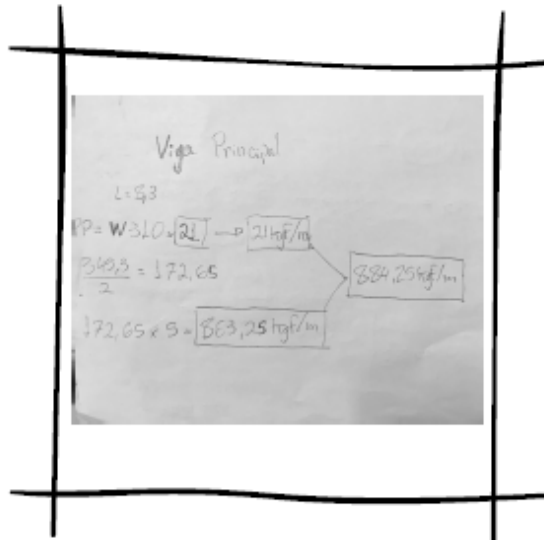
## FORÇAS



PRINCIPAL

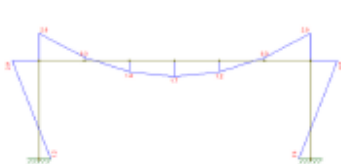
# AÇO

## Cálculos Estruturais da Viga Principal



## FTOOL

### ATUAÇÃO DAS FORÇAS NOS PILARES E NA VIGA PRINCIPAL



MOMENTO



FORÇA CORTANTE



FORÇA AXIAL

# AÇO

O Sistema estrutural é composto por vigas de perfil I W310x21

- Perfil escolhido
- Vão da viga principal
- Distância entre vigas principais
- Força Axial
- Força Cortante
- Momento

**M | Laminado** - □ ×

Identificação  
Perfil **W 310 x 21**

**Dimensões**

|    |        |    |                      |    |                       |
|----|--------|----|----------------------|----|-----------------------|
| d  | 303 mm | Ag | 27.2 cm <sup>2</sup> | Wx | 249.2 cm <sup>3</sup> |
| tw | 5.1 mm | P  | 21 kgf/m             | Wy | 19.5 cm <sup>3</sup>  |
| bf | 101 mm | Ix | 3776 cm <sup>4</sup> | Zx | 291.9 cm <sup>3</sup> |
| tf | 5.7 mm | Iy | 98 cm <sup>4</sup>   | Zy | 31.4 cm <sup>3</sup>  |
|    |        | IT | 3.27 cm <sup>4</sup> |    |                       |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Eixos vigas)

**Compr. Flambagem**

Lfx 830 cm

Lfy 830 cm

Lb 700 cm

**Solicitações**

Nd 1.4 kN

Vd 1.8 kN

Mdx 290 kN.cm

Mdy 0.00 kN.cm

**Resultados**

Rd(Nd) 612.00 kN Ok!

Rd(Vd) 191.23 kN Ok!

Rd(Mdx) 1067.24 kN.cm Ok!

Rd(Mdy) 0.00 kN.cm

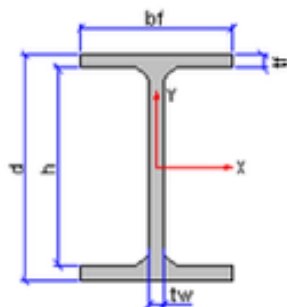
Rd(Md+Nd) 0.27 <= 1 Ok!

Calcular Mais Leve Relatório ✓ Ok



## AÇO

## Relatório da Viga Principal

**Dimensionamento Perfil I Laminado****Propriedades do Aço**

Tipo = ASTM A 36  
 $f_y = 25,00 \text{ kN/cm}^2$   
 $f_u = 40,00 \text{ kN/cm}^2$   
 $f_r = 11,5 \text{ kN/cm}^2$   
 $E = 20500 \text{ kN/cm}^2$   
 $G = 7892,5 \text{ kN/cm}^2$

**Propriedades geométricas do perfil**

Perfil W 310 x 21  
 $bf = 101,00 \text{ mm}$   
 $tf = 5,70 \text{ mm}$   
 $tw = 5,10 \text{ mm}$   
 $d = 303,00 \text{ mm}$   
 $A_g = 27,20 \text{ cm}^2$   
 Peso = 21,00 kgf  
 $I_x = 3776,00 \text{ cm}^4$   
 $I_y = 98,00 \text{ cm}^4$   
 $IT = 3,27 \text{ cm}^4$   
 $W_x = 249,20 \text{ cm}^3$   
 $W_y = 19,50 \text{ cm}^3$   
 $Z_x = 291,90 \text{ cm}^3$   
 $Z_y = 31,40 \text{ cm}^3$

$r_x = \text{raiz}(I_x/A_g)$   
 $r_x = \text{raiz}(3776,00/27,20)$   
 $r_x = 11,78 \text{ cm}$

$r_y = \text{raiz}(I_y/A_g)$   
 $r_y = \text{raiz}(98,00/27,20)$   
 $r_y = 1,90 \text{ cm}$

$h = d - 2 \cdot tf$   
 $h = 303,00 - 2 \cdot 5,70$   
 $h = 291,60 \text{ mm}$

**Comprimentos de Flambagem**

$L_{fx} = 830,00 \text{ cm}$   
 $L_{fy} = 830,00 \text{ cm}$   
 $L_b = 830,00 \text{ cm}$

**Esforços Solicitantes**

$N_d = 1,80 \text{ kN}$   
 $V_d = 1,20 \text{ kN}$

## AÇO

## Relatório da Viga Principal

$$M_{dx} = 2,50 \text{ kN}^*\text{cm}$$

$$M_{dy} = 0,00 \text{ kN}^*\text{cm}$$

**Verificação do Esforço de Tração**

Escoamento da seção bruta

$$f_t = 0,9$$

$$R_d(N_d) = f_t * A_g * f_y$$

$$R_d(N_d) = 0,9 * 27,20 * 25,00$$

$$R_d(N_d) = 612,00 \text{ kN}$$

Ruptura da seção líquida

$$f_t = 0,75$$

$$R_d(N_d) = f_t * A_g * f_u$$

$$R_d(N_d) = 0,75 * 27,20 * 40,00$$

$$R_d(N_d) = 816,00 \text{ kN}$$

Adota-se para  $R_d(N_d)$  o menor valor das duas verificações

$$R_d(N_d) = 612,00 \text{ kN}$$

$$R_d(N_d) \geq N_d$$

$$612,00 \text{ kN} \geq 1,80 \text{ kN}$$

Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!

**Verificação do Esforço Cortante**

Análise plástica

$$A_w = h * t_w$$

$$A_w = 291,60 * 5,10$$

$$A_w = 1545,30 \text{ mm}^2$$

$$A_w = 15,45 \text{ cm}^2$$

Considerando Item 5.2.2 nota a da NBR8800/88

$$a = 4 * t_w$$

$$a = 4 * 5,10$$

$$a = 20,40 \text{ mm}$$

$$(a/h) < 1$$

$$k = 4 + 5,34 / (a/h)^2$$

$$k = 4 + 5,34 / (20,40 / 291,60)^2$$

$$k = 1095,08$$

$$l = h / t_w$$

$$l = 291,60 / 5,10$$

$$l = 57,18$$

$$l_p = 1,08 * \text{raiz}(k * E / f_y)$$

$$l_p = 1,08 * \text{raiz}(1095,08 * 20500,00 / 25,00)$$

$$l_p = 1023,42$$

$$l_r = 1,4 * \text{raiz}(k * E / f_y)$$

$$l_r = 1,4 * \text{raiz}(1095,08 * 20500,00 / 25,00)$$

$$l_r = 33166,30$$

$$V_{pl} = 0,55 * A_w * f_y$$

$$V_{pl} = 0,55 * 15,45 * 25,00$$

$$V_{pl} = 212,48 \text{ kN}$$

$$l < l_p$$

$$V_n = V_{pl}$$

## AÇO

**Relatório da Viga Principal**

$$V_n = 212,48 \text{ kN}$$

$$f_v = 0,9$$

$$R_d(V_d) = f_v \cdot V_n$$

$$R_d(V_d) = 0,90 \cdot 212,48$$

$$R_d(V_d) = 191,23 \text{ kN}$$

$$R_d(V_d) \geq V_d$$

$$191,23 \text{ kN} \geq 1,20 \text{ kN}$$

Ok! Perfil suporta ao esforço solicitado!

**Verificação de Flexão em x**

$$Z = Z_x$$

$$Z = 291,90 \text{ cm}^3$$

$$W = W_x$$

$$W = 249,20 \text{ cm}^3$$

$$W_c = W$$

$$W_c = 249,20 \text{ cm}^3$$

$$W_t = W$$

$$W_t = 249,20 \text{ cm}^3$$

$$M_{pl} = Z \cdot f_y$$

$$M_{pl} = 291,90 \cdot 25,00$$

$$M_{pl} = 7297,50 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

**Flambagem local da alma(FLA)**

$$l = h/t_w$$

$$l = 291,60/5,10$$

$$l = 57,18$$

$$l_p = 3,5 \cdot \text{raiz}(E/f_y)$$

$$l_p = 3,5 \cdot \text{raiz}(20500,00/25,00)$$

$$l_p = 99,40$$

$$l < l_p$$

$$M_n = M_{pl}$$

$$M_n = 7297,50 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

**Flambagem local da mesa(FLM)**

$$l = b_f/(2 \cdot t_f)$$

$$l = 101,00/(2 \cdot 5,70)$$

$$l = 8,86$$

$$l_p = 0,38 \cdot \text{raiz}(E/f_y)$$

$$l_p = 0,38 \cdot \text{raiz}(20500,00/25,00)$$

$$l_p = 10,88$$

$$M_r = (f_y - f_r) \cdot W_c$$

$$M_r = (25,00 - 11,50) \cdot 249,20$$

$$M_r = 3364,20 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$M_r = f_y \cdot W_t$$

$$M_r = 25,00 \cdot 249,20$$

$$M_r = 6230,00 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

## AÇO

## Relatório da Viga Principal

Adota-se o menor valor de Mr

$$Mr = 3364,20$$

$$lr = 0,62 \cdot \text{raiz}(E \cdot W_c / Mr)$$

$$lr = 0,62 \cdot \text{raiz}(20500,00 \cdot 249,20 / 3364,20)$$

$$lr = 24,16$$

$$l < lr$$

$$Mn = Mpl$$

$$Mn = 7297,50 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

**Flambagem Lateral com torção (FLT)**

$$l = Lb / ry$$

$$l = 830,00 / 1,90$$

$$l = 437,27$$

$$lp = 1,75 \cdot \text{raiz}(E / fy)$$

$$lp = 1,75 \cdot \text{raiz}(20500,00 / 25,00)$$

$$lp = 50,11$$

$$Cb = 1$$

$$B1 = \pi^2 \cdot \text{raiz}(G \cdot E \cdot IT \cdot Ag)$$

$$B1 = \pi^2 \cdot \text{raiz}(7892,50 \cdot 20500,00 \cdot 3,27 \cdot 27,20)$$

$$B1 = 376871,00$$

$$B2 = ((\pi^2 \cdot E) / (4 \cdot G)) \cdot (Ag \cdot ((d - tf) / 10)^2) / IT$$

$$B2 = ((\pi^2 \cdot 20500,00) / (4 \cdot 7892,50)) \cdot (27,20 \cdot ((303,00 - 5,70) / 10)^2) / 3,27$$

$$B2 = 47118,30$$

$$Nr = (fy - fr) \cdot W$$

$$Nr = (25,00 - 11,50) \cdot 249,20$$

$$Nr = 3364,20 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$lr = ((0,707 \cdot Cb \cdot B1) / Mr) \cdot \text{raiz}(1 + \text{raiz}(1 + ((4 \cdot B2) / (Cb^2 \cdot B1^2)) \cdot Mr^2))$$

$$lr = ((0,707 \cdot 1,00 \cdot 376871,00) / 3364,20) \cdot \text{raiz}(1 +$$

$$\text{raiz}(1 + ((4 \cdot 47118,30) / (1,00^2 \cdot 376871,00^2)) \cdot 3364,20^2))$$

$$lr = 177,14$$

$$lp < l > lr$$

$$Mcr = ((Cb \cdot B1) / l) \cdot \text{raiz}(1 + (B2 / l^2))$$

$$Mcr = ((1,00 \cdot 376871,00) / 437,27) \cdot \text{raiz}(1 + (47118,30 / 437,27^2))$$

$$Mcr = 962,22 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$Mn = Mcr$$

$$Mn = 962,22 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

Adota-se para Mn o menor valor de FLA, FLT ou FLM e ainda segundo NBR 8800/88 (Item 5.4.1.3.1)  $Mn < (1,25 \cdot W \cdot fy)$

$$Mn \leq (1,25 \cdot W \cdot fy) \rightarrow \text{Ok!}$$

$$Mn = 962,22 \text{ kN} \cdot \text{cm}$$

$$fb = 0,9$$

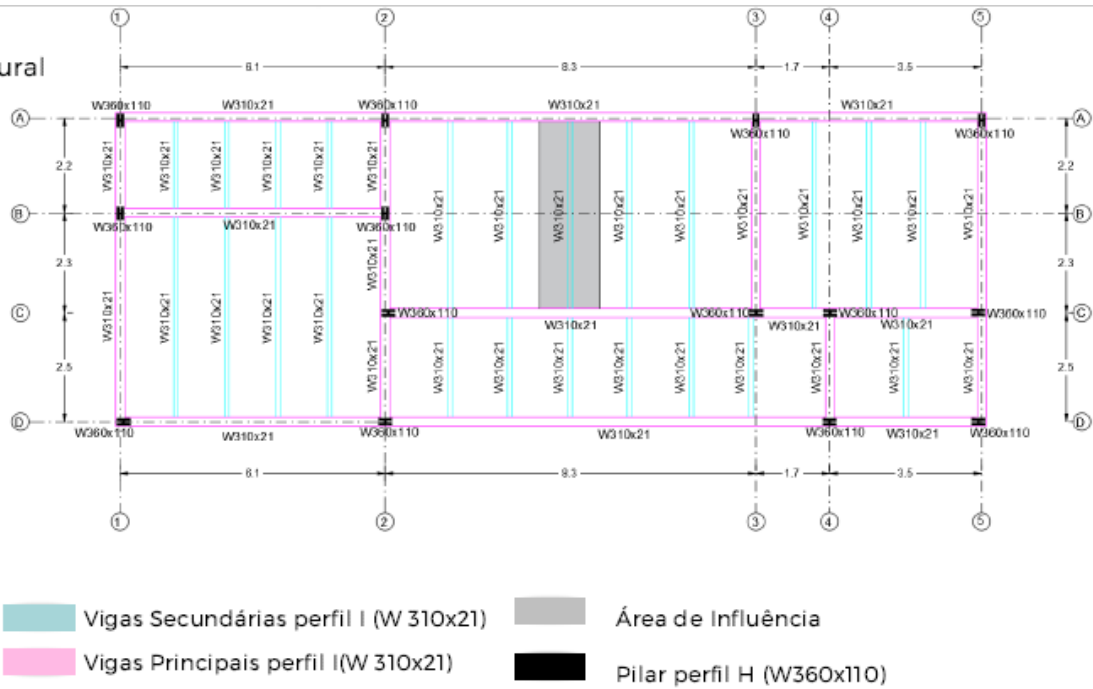
$$Rd(Md) = fb \cdot Mn$$

$$Rd(Md) = 0,90 \cdot 962,22$$

$$Rd(Md) = 866,00 \text{ kN}$$

# AÇO

Planta Estrutural



Volumetria Estrutural



# AÇO

Volumetria Estrutural



Volumetria Estrutural



Volumetria Estrutural



# AÇO

## Casa R1 | Studio Bloco Arquitetura

**Amanda Breder  
Camilla Rodrigues  
Mariana Correa**

3

# Casa R1 Studio Bloco Arquitetura

Amanda Breder, Camilla Rodrigues, Mariana Correa  
Arquitetura e Urbanismo - 1º/2022  
Sistemas Estruturais V - Nathaly Sarasty Narváez

<sup>3</sup> Imagens disponíveis em: <https://www.archdaily.com.br/br/939281/casa-r1-studio-bloco-arquitetura>. Acessado em 15 mar. 2024.

# AÇO

## Ficha Técnica

Casa R1 | Studio Bloco Arquitetura

Localização: Xangri-lá - RS, Brasil  
Arquitetos: Studio Bloco Arquitetura  
Área: 160 m<sup>2</sup>  
Ano: 2019  
Fotografias: Marcelo Donadussi  
Paisagismo: Studio Bloco Arquitetura



## Memorial

A Casa R1 foi construída com a ideia principal de ter uma área social vasta e integrada ao mesmo tempo.

Sua finalidade era originar uma arquitetura totalmente diferente da produção existente na região.

Foi essencial imaginar como seria a experiência de uma arquitetura na praia, e como essa relação poderia aparecer no projeto.

O simples jogo dos volumes com a alternância de materiais trouxe a ideia de caráter contemporâneo que os arquitetos queriam passar.





# AÇO



A forma como a área social se abre para o exterior permite novas relações e encontros.

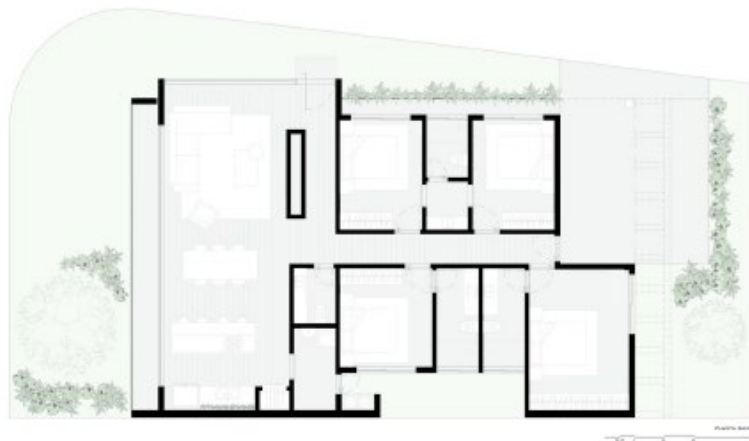
O volume íntimo trouxe a madeira como um dos principais elementos internos, gerando uma unidade ao volume como um todo.

"Propusemos uma casa simples, essencialmente despretenhosa, mas de caráter forte e imponente."

<https://www.archdaily.com.br/br/939281/casa-r1-studio-bloco-arquitetura>



Planta Baixa



# AÇO

Corte



Fachada Norte



# AÇO

Fachada Oeste



Estrutura

# AÇO

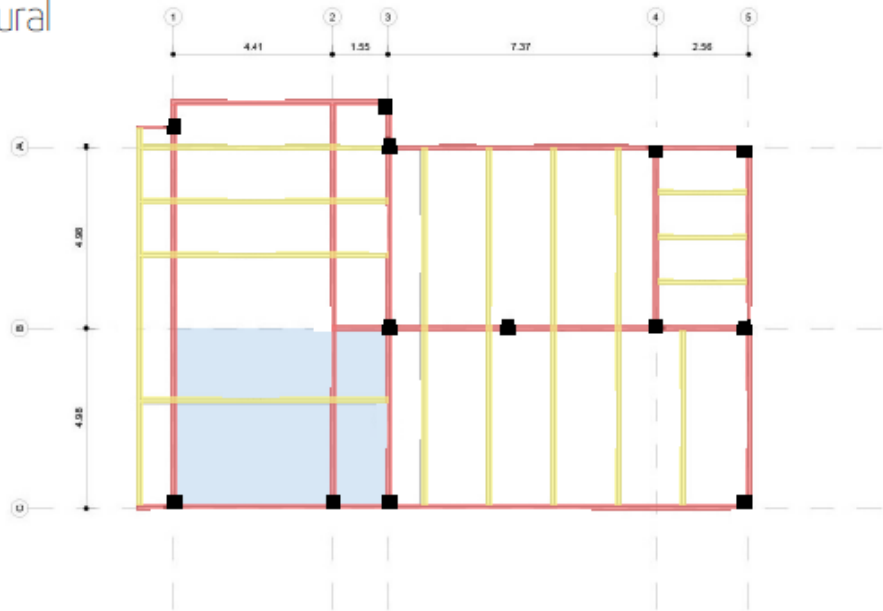
## Lançamento estrutural

**Elementos:**

- Laje steel deck MF 50
- Vigas principais e secundárias em perfil I laminado
- Pilares em perfil I laminado

10 vigas principais  
17 vigas secundárias  
13 pilares

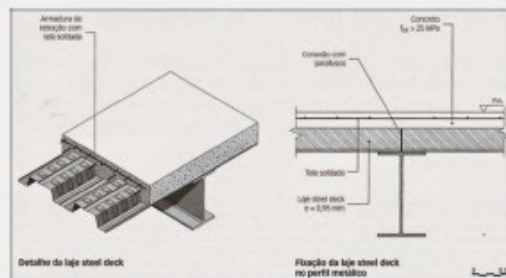
- Vigas Principais
- Vigas Secundárias
- Pilares
- Área de influência da viga secundária



## Cálculo da laje - Steel Deck Metform Tabela de cargas e vãos máximos MF 50

Composta por aço galvanizado (aço revestido com zinco). Sua composição de aço, devido à alta resistência as tensões de tração, atua como armadura positiva do concreto. Essa estrutura é mais leve que as convencionais, tem um tempo de construção menor e tem um bom custo-benefício.

| Laje de Formo | Altura da Laje (mm) | Espessura Toalha (mm) | Vãos Máximos sem Escoramento |            |             |              | Peso Próprio (kN/m <sup>2</sup> ) | M. Inércia Laje Mista (10 <sup>6</sup> mm <sup>4</sup> /m) | 1.800 |
|---------------|---------------------|-----------------------|------------------------------|------------|-------------|--------------|-----------------------------------|--|-------|
|               |                     |                       | Simples (mm)                 | Duplo (mm) | Triplo (mm) | Balanço (mm) |                                   |  |       |
|               | 0,80                | 2,050                 | 2,800                        | 2,900      | 900         | 1,85         | 5,25                              | 9,31   |       |
|               | 0,95                | 2,550                 | 3,150                        | 3,250      | 1,100       | 1,86         | 5,61                              | 11,08  |       |
|               | 1,25                | 3,250                 | 3,800                        | 3,800      | 1,450       | 1,89         | 6,26                              | 16,43  |       |



# AÇO

## Cálculo da viga secundária

### 1. Carga proveniente da laje:

- Laje steel deck MF 50 (laje de forro – pegar a tabela primeira coluna e segunda linha)
  - Peso Próprio =  $1,86 \text{ kN/m}^2 = 186 \text{ kgf/m}^2$
- Revestimento (impermeabilização da laje) =  $100 \text{ kgf/m}^2$
- Carga acidental (15. Forro - NBR 6120) =  $50 \text{ kgf/m}^2$
- **Carga na viga secundária proveniente da laje =  $186 + 100 + 50 = 336 \text{ kgf/m}^2$**

### 2. Carga nas vigas secundárias:

- Área de influência ( $A_i$ ) da viga entre eixos B-C e 1-3 =  $4,98 \text{ m} \times 5,96 \text{ m} = 29,68 \text{ m}^2$
- Peso total na viga secundária =  $336 \text{ kgf/m}^2 \times A_i = 336 \times 29,68 = 9.972,48 \text{ kgf}$
- Peso distribuído linearmente na viga secundária =  $9.972,48 \text{ kgf} / 5,96 \text{ m}$  (comprimento da viga) =  $1.673,24 \text{ kgf/m}$
- Peso próprio da viga =  $L/15 = 596 \text{ cm} / 15 \text{ cm} = 39,7 \text{ cm}$   
 => tabela da Gerdau =>  $39,9 \text{ cm}$  => Perfil W 410 x 38,8  
 =>  $38,8 \text{ kgf/m}$
- **Carga na viga secundária =  $1.673,24 \text{ kgf/m} + 38,8 \text{ kgf/m} = 1.712,04 \text{ kgf/m} = 1,712 \text{ tf/m}$**

Carregamento



### Carga nas Vigas Secundárias FTOOL

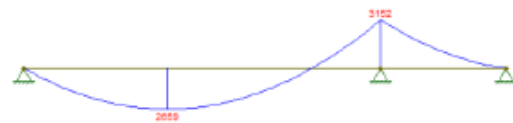
#### Força Axial



#### Força Cortante



#### Momento Fletor



#### Deformação - flecha



#### Verificação da Flecha

- $L = 4,41 \text{ m} = 441 \text{ cm}$
- Flecha máxima =  $L/250 = 441/250 \Rightarrow$  Flecha máxima =  $1,764 \text{ cm}$

# AÇO

## Verificação das Vigas Secundárias Visual Metal

**Identificação**  
Perfil W 410 x 38,8

**Dimensões**  
 d: 390 mm  
 tw: 6,4 mm  
 W: 140 mm  
 tf: 9,8 mm  
 Ag: 50,3 cm²  
 P: 38,8 kg/m  
 Ix: 12777 cm⁴  
 Iy: 404 cm⁴  
 It: 11,80 cm⁴  
 Wx: 640,5 cm³  
 Wy: 57,7 cm³  
 Zx: 736,0 cm³  
 Zy: 90,9 cm³

**Resultados**  
 Rd(Md) 0,00 kN  
 Rd(Vd) 316,01 kN **Ok!**  
 Rd(Md) 5789,33 kN.cm **Ok!**  
 Rd(Md) 0,00 kN.cm  
 Rd(Md-Md) 0,00 c = 1

**Solicitações**  
 Nd 0,00 kN  
 Vd 44,18 kN  
 Md 3152 kN.cm  
 Md 0,00 kN.cm

Botões: Calcular, Mais Leve, Relatório, Ok

Perfil calculado e que atende a flecha máxima (W 410x38,8)

**Identificação**  
Perfil W 200 x 26,6

**Dimensões**  
 d: 207 mm  
 tw: 5,8 mm  
 W: 133 mm  
 tf: 8,4 mm  
 Ag: 34,2 cm²  
 P: 26,6 kg/m  
 Ix: 2511 cm⁴  
 Iy: 330 cm⁴  
 It: 7,85 cm⁴  
 Wx: 252,3 cm³  
 Wy: 45,6 cm³  
 Zx: 282,3 cm³  
 Zy: 76,3 cm³

**Resultados**  
 Rd(Md) 0,00 kN  
 Rd(Vd) 148,57 kN **Ok!**  
 Rd(Md) 3477,86 kN.cm **Ok!**  
 Rd(Md) 0,00 kN.cm  
 Rd(Md-Md) 0,00 c = 1

**Solicitações**  
 Nd 0,00 kN  
 Vd 44,18 kN  
 Md 3152 kN.cm  
 Md 0,00 kN.cm

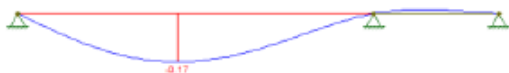
Botões: Calcular, Mais Leve, Relatório, Ok

Perfil mais leve e que também atende a flecha máxima (W 200x26,6) - perfil adotado

## Verificação de Flecha Das Vigas Secundárias

•  $L = 4,41 \text{ m} = 441 \text{ cm}$   
 Flecha máxima =  $L/250 = 441/250 \Rightarrow$  Flecha máxima = 1,764 cm > 0,17 cm

•  $L = 4,41 \text{ m} = 441 \text{ cm}$   
 Flecha máxima =  $L/250 = 441/250 \Rightarrow$  Flecha máxima = 1,764 cm > 0,84 cm



Flecha do perfil calculado (W 410x38,8)



Flecha do perfil mais leve (W 200x26,6) - perfil adotado



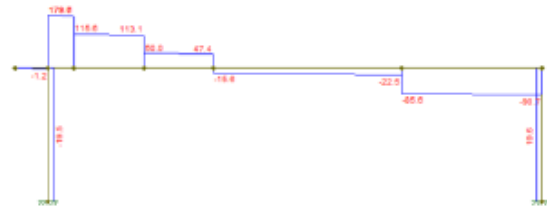
# AÇO

Carga nas Vigas Principais  
FTOOL

Força Axial

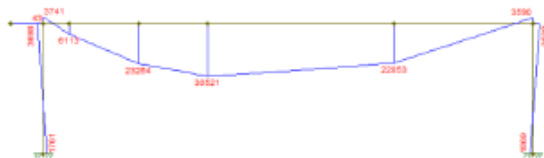


Força Cortante (kN)

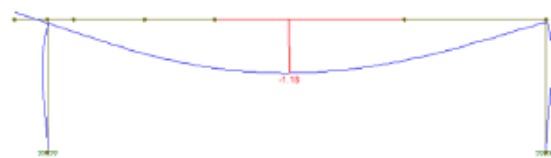


Carga nas Vigas Principais  
FTOOL

Momento Fletor (kNm)



Deformação - flecha (cm)



- $L = 10,56 \text{ m} = 1.056 \text{ cm}$   
 $\text{Flecha máxima} = L/250 = 1.056/250 \Rightarrow \text{Flecha máxima} = 4,224 \text{ cm}$



# AÇO

## Verificação das Vigas Principais Visual Metal

**Identificação**  
Perfil W 610 x 174

**Dimensões**

|                |         |                |                        |                |                        |
|----------------|---------|----------------|------------------------|----------------|------------------------|
| d              | 616 mm  | A <sub>y</sub> | 222,8 cm <sup>2</sup>  | W <sub>y</sub> | 4787,2 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>w</sub> | 14 mm   | P              | 174 kg/m               | W <sub>y</sub> | 261,5 cm <sup>3</sup>  |
| b <sub>f</sub> | 325 mm  | I <sub>x</sub> | 147754 cm <sup>4</sup> | Z <sub>x</sub> | 5383,3 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>f</sub> | 21,5 mm | I <sub>y</sub> | 12374 cm <sup>4</sup>  | Z <sub>y</sub> | 1171,1 cm <sup>3</sup> |
|                |         | I <sub>t</sub> | 286,00 cm <sup>4</sup> |                |                        |

**Resultados**

|                        |                 |     |
|------------------------|-----------------|-----|
| Rd(Nd)                 | 5013,00 kN      | Ok! |
| Rd(Vd)                 | 1067,22 kN      | Ok! |
| Rd(M <sub>dx</sub> )   | 119406,00 kN.cm | Ok! |
| Rd(M <sub>dy</sub> )   | 0,00 kN.cm      |     |
| Rd(M <sub>d+Nd</sub> ) | 0,26 <= 1       | Ok! |

Perfil calculado e que atende a flecha máxima (W 610x174,0)

**Identificação**  
Perfil W 530 x 72

**Dimensões**

|                |         |                |                       |                |                        |
|----------------|---------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------|
| d              | 524 mm  | A <sub>y</sub> | 31,6 cm <sup>2</sup>  | W <sub>y</sub> | 1525,5 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>w</sub> | 9 mm    | P              | 72 kg/m               | W <sub>y</sub> | 156 cm <sup>3</sup>    |
| b <sub>f</sub> | 207 mm  | I <sub>x</sub> | 25959 cm <sup>4</sup> | Z <sub>x</sub> | 1755,3 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>f</sub> | 10,5 mm | I <sub>y</sub> | 1615 cm <sup>4</sup>  | Z <sub>y</sub> | 244,6 cm <sup>3</sup>  |
|                |         | I <sub>t</sub> | 33,41 cm <sup>4</sup> |                |                        |

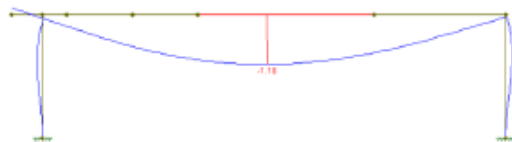
**Resultados**

|                        |                |     |
|------------------------|----------------|-----|
| Rd(Nd)                 | 2067,00 kN     | Ok! |
| Rd(Vd)                 | 583,60 kN      | Ok! |
| Rd(M <sub>dx</sub> )   | 31650,10 kN.cm | Ok! |
| Rd(M <sub>dy</sub> )   | 0,00 kN.cm     |     |
| Rd(M <sub>d+Nd</sub> ) | 0,37 <= 1      | Ok! |

Perfil mais leve e que também atende a flecha máxima (W 530x72) - perfil adotado

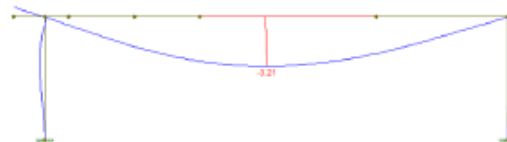
## Verificação da Flecha Das Vigas Principais

•  $L = 10,56 \text{ m} = 1.056 \text{ cm}$   
 Flecha máxima =  $L/250 = 1.056/250 \Rightarrow$  Flecha máxima = 4,224 cm  
 $> 1,18 \text{ cm}$



Flecha do perfil calculado (W 610x174,0)

•  $L = 10,56 \text{ m} = 1.056 \text{ cm}$   
 Flecha máxima =  $L/250 = 1.056/250 \Rightarrow$  Flecha máxima = 4,224 cm  
 $> 3,21 \text{ cm}$



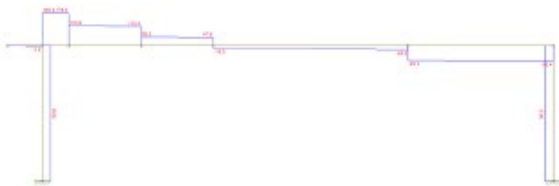
Flecha do perfil mais leve (W 530x72) - perfil adotado



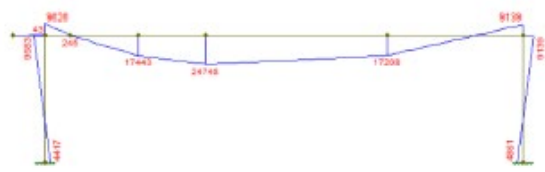
# AÇO

Carga nos Pilares  
FTOOL

Força Cortante

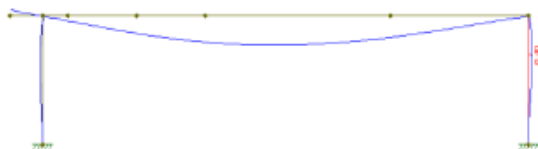


Momento Fletor

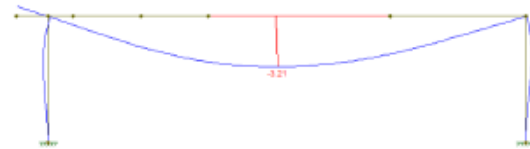


Carga nos Pilares  
FTOOL

Deformação do pilar - flecha do pilar



Deformação da viga principal - flecha da viga



- $L = 10,56 \text{ m} = 1.056 \text{ cm}$   
Flecha máxima =  $L/250 = 1.056/250 \Rightarrow$  Flecha máxima = 4,224 cm

# AÇO

## Carga nos Pilares Visual Metal

**Identificação**  
Perfil W 310 x 21

**Dimensões**

|                |        |                |                      |                |                       |
|----------------|--------|----------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| d              | 303 mm | A <sub>g</sub> | 27,2 cm <sup>2</sup> | W <sub>x</sub> | 249,2 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>w</sub> | 5,1 mm | P              | 21 kg/m              | W <sub>y</sub> | 19,5 cm <sup>3</sup>  |
| b <sub>f</sub> | 101 mm | I <sub>x</sub> | 3776 cm <sup>4</sup> | Z <sub>x</sub> | 291,9 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>f</sub> | 5,7 mm | I <sub>y</sub> | 90 cm <sup>4</sup>   | Z <sub>y</sub> | 31,4 cm <sup>3</sup>  |
|                |        | I <sub>T</sub> | 3,27 cm <sup>4</sup> |                |                       |

**Resultados**

|            |               |        |
|------------|---------------|--------|
| Req(Nd)    | 612,00 kN     | Ok     |
| Req(Vd)    | 191,23 kN     | Ok     |
| Req(Mdx)   | 2852,42 kN.cm | Não Ok |
| Req(Mdy)   | 0,00 kN.cm    |        |
| Req(Nd+Nd) | 2,78 <- 1     | Não Ok |

Perfil estipulado (W 310x21,0)

**Identificação**  
Perfil W 360 x 72

**Dimensões**

|                |         |                |                       |                |                        |
|----------------|---------|----------------|-----------------------|----------------|------------------------|
| d              | 350 mm  | A <sub>g</sub> | 91,3 cm <sup>2</sup>  | W <sub>x</sub> | 1152,5 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>w</sub> | 8,5 mm  | P              | 72 kg/m               | W <sub>y</sub> | 209,8 cm <sup>3</sup>  |
| b <sub>f</sub> | 204 mm  | I <sub>x</sub> | 20153 cm <sup>4</sup> | Z <sub>x</sub> | 1205,9 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>f</sub> | 15,1 mm | I <sub>y</sub> | 2140 cm <sup>4</sup>  | Z <sub>y</sub> | 321,8 cm <sup>3</sup>  |
|                |         | I <sub>T</sub> | 61,18 cm <sup>4</sup> |                |                        |

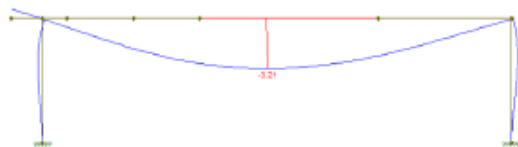
**Resultados**

|            |               |    |
|------------|---------------|----|
| Req(Nd)    | 2054,25 kN    | Ok |
| Req(Vd)    | 181,2 kN      | Ok |
| Req(Mdx)   | 2826,40 kN.cm | Ok |
| Req(Mdy)   | 0,00 kN.cm    |    |
| Req(Nd+Nd) | 0,43 <- 1     | Ok |

Perfil que atende o carregamento (W 360x72)  
- perfil adotado

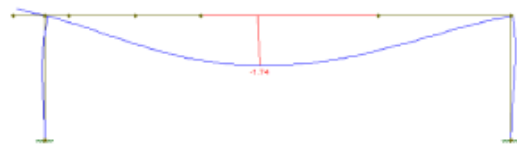
## Carga nos Pilares Verificação da Flecha

- $L = 10,56 \text{ m} = 1.056 \text{ cm}$   
Flecha máxima =  $L/250 = 1.056/250 \Rightarrow$  Flecha máxima = 4,224 cm > 3,21cm



Flecha da viga com perfil do pilar estipulado (W 310x21)

- $L = 10,56 \text{ m} = 1.056 \text{ cm}$   
Flecha máxima =  $L/250 = 1.056/250 \Rightarrow$  Flecha máxima = 4,224 cm > 1,74 cm



Flecha da viga com perfil do pilar que atende o carregamento (W 360x72) - perfil adotado

# AÇO

## Carga nos Pilares Relatório do Visual Metal



### Descrição dos Componentes, Cargas e Localidade

**Propriedades do Aço**  
 Tipo: S235  
 E: 210.000 MPa  
 G: 80.768 MPa  
 R<sub>eH</sub>: 235 MPa  
 R<sub>m</sub>: 355 MPa

### Propriedades geométricas do perfil

Perfil: IPE 300  
 A: 84,00 cm<sup>2</sup>  
 I<sub>y</sub>: 10.200 cm<sup>4</sup>  
 I<sub>z</sub>: 10.200 cm<sup>4</sup>  
 W<sub>pl,y</sub>: 1.020 cm<sup>3</sup>  
 W<sub>pl,z</sub>: 1.020 cm<sup>3</sup>  
 W<sub>el,y</sub>: 1.020 cm<sup>3</sup>  
 W<sub>el,z</sub>: 1.020 cm<sup>3</sup>  
 i<sub>y</sub>: 11,0 cm  
 i<sub>z</sub>: 11,0 cm  
 r<sub>0</sub>: 15,6 cm  
 e<sub>y</sub>: 0,0 cm  
 e<sub>z</sub>: 0,0 cm  
 r<sub>0</sub>: 15,6 cm

### Características do Flange

t<sub>f</sub>: 12,0 mm  
 t<sub>w</sub>: 6,0 mm  
 L<sub>f</sub>: 140,0 mm  
 L<sub>w</sub>: 200,0 mm

### Outras informações

h<sub>0</sub>: 300,0 mm  
 h<sub>1</sub>: 288,0 mm  
 h<sub>2</sub>: 276,0 mm

### Resumo de Dados

N<sub>1</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>2</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>3</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>4</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>5</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>6</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>7</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>8</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>9</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>10</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>11</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>12</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>13</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>14</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>15</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>16</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>17</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>18</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>19</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>20</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>21</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>22</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>23</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>24</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>25</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>26</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>27</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>28</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>29</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>30</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>31</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>32</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>33</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>34</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>35</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>36</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>37</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>38</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>39</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>40</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>41</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>42</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>43</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>44</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>45</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>46</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>47</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>48</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>49</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>50</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>51</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>52</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>53</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>54</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>55</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>56</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>57</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>58</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>59</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>60</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>61</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>62</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>63</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>64</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>65</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>66</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>67</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>68</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>69</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>70</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>71</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>72</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>73</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>74</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>75</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>76</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>77</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>78</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>79</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>80</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>81</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>82</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>83</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>84</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>85</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>86</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>87</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>88</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>89</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>90</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>91</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>92</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>93</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>94</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>95</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>96</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>97</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>98</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>99</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>100</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>101</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>102</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>103</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>104</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>105</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>106</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>107</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>108</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>109</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>110</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>111</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>112</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>113</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>114</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>115</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>116</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>117</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>118</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>119</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>120</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>121</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>122</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>123</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>124</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>125</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>126</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>127</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>128</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>129</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>130</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>131</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>132</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>133</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>134</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>135</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>136</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>137</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>138</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>139</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>140</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>141</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>142</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>143</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>144</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>145</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>146</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>147</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>148</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>149</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>150</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>151</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>152</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>153</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>154</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>155</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>156</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>157</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>158</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>159</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>160</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>161</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>162</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>163</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>164</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>165</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>166</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>167</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>168</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>169</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>170</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>171</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>172</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>173</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>174</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>175</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>176</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>177</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>178</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>179</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>180</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

N<sub>181</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>182</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>183</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>184</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>185</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>186</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>187</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>188</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>189</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>190</sub>: 1000,00 kN

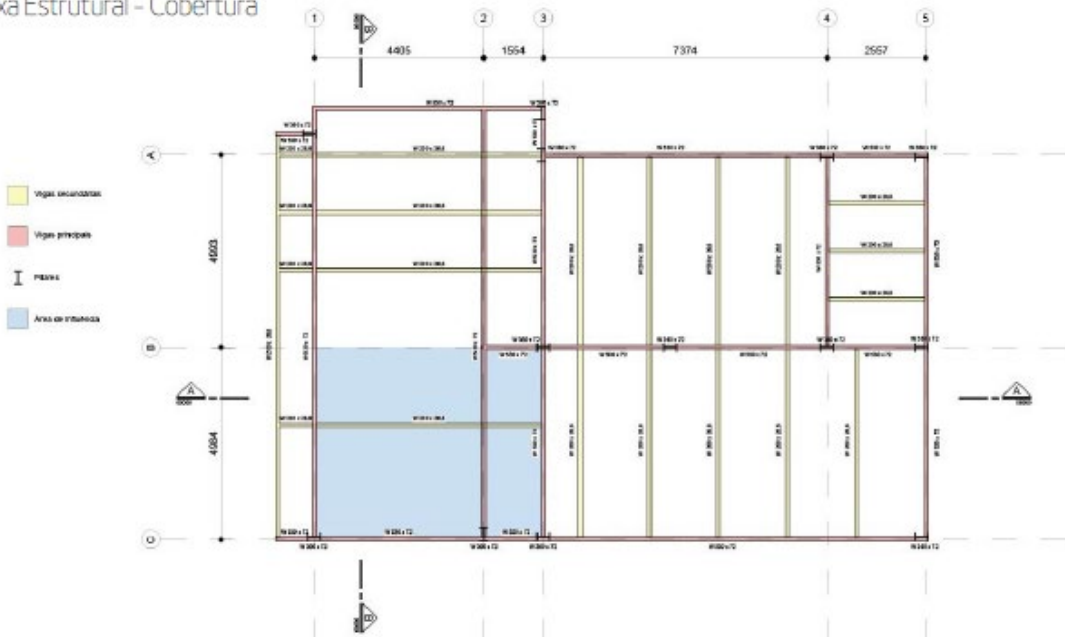
### Resumo de Dados

N<sub>191</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>192</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>193</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>194</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>195</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>196</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>197</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>198</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>199</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>200</sub>: 1000,00 kN

### Resumo de Dados

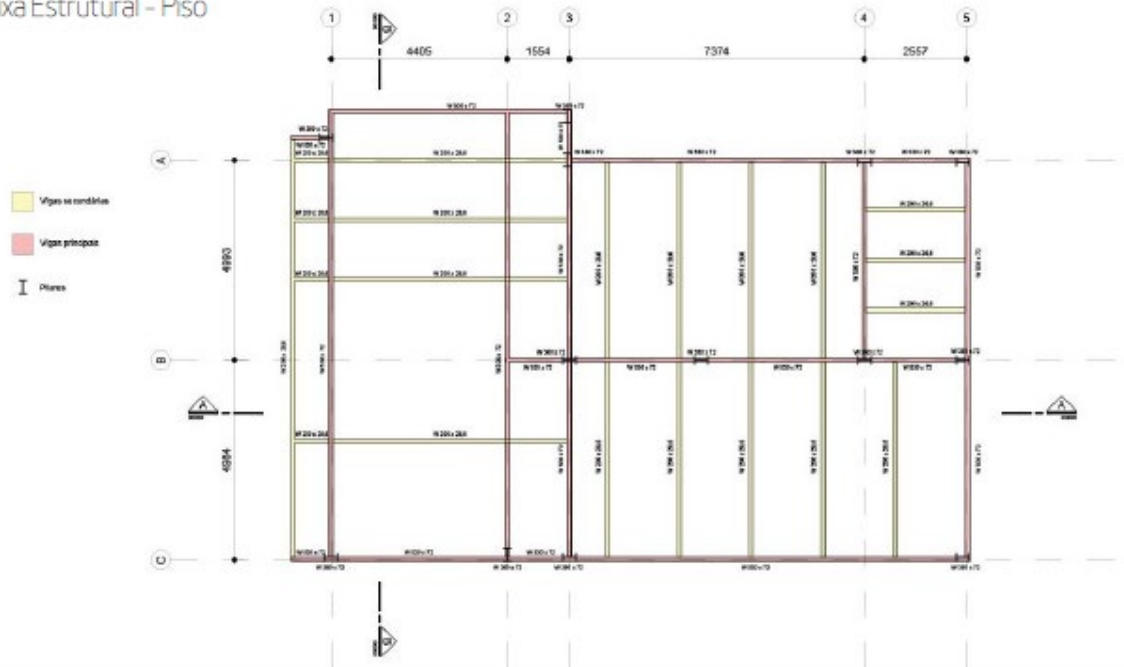
N<sub>201</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>202</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>203</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>204</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>205</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>206</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>207</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>208</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>209</sub>: 1000,00 kN  
 N<sub>210</sub>: 1000,00 kN

## Planta Baixa Estrutural - Cobertura

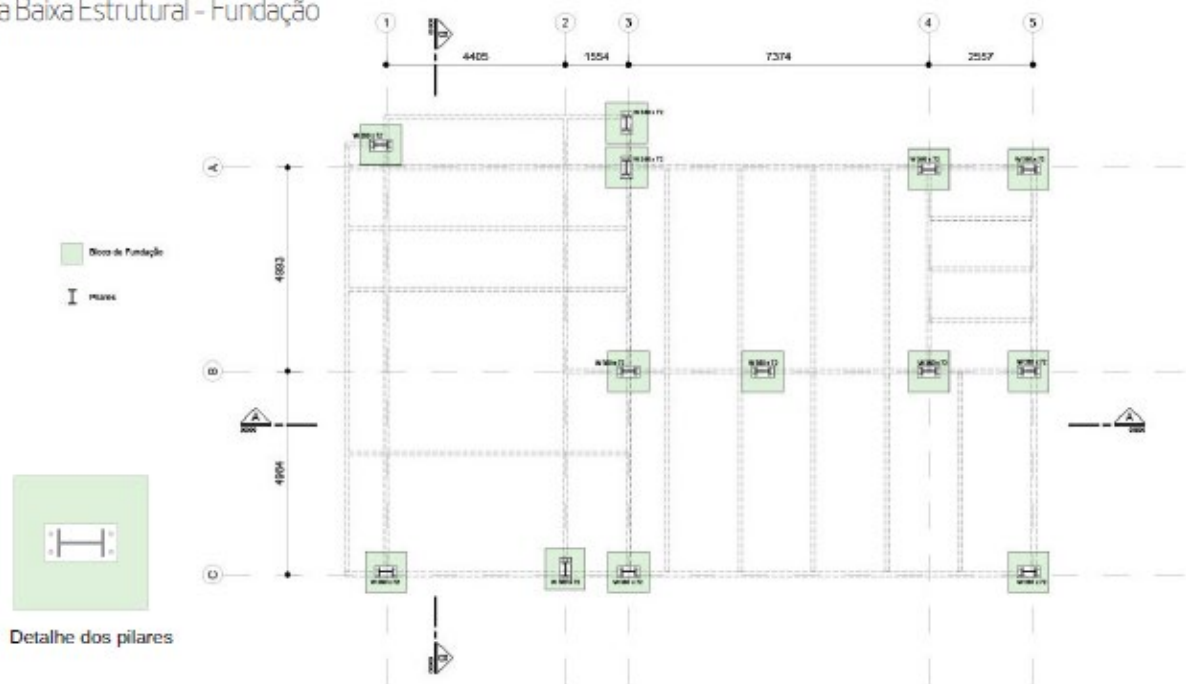


# AÇO

Planta Baixa Estrutural - Piso

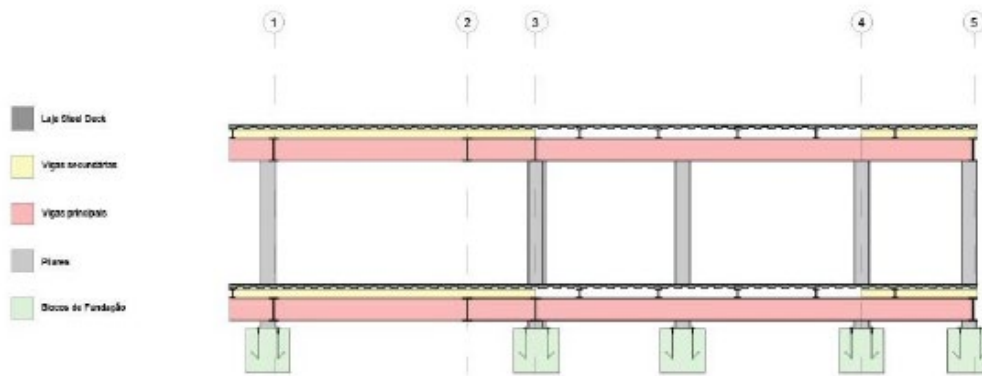


Planta Baixa Estrutural - Fundação

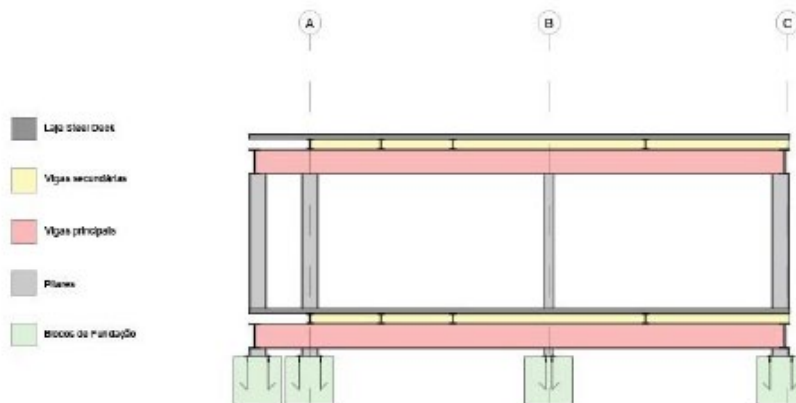


# AÇO

Corte Estrutural AA

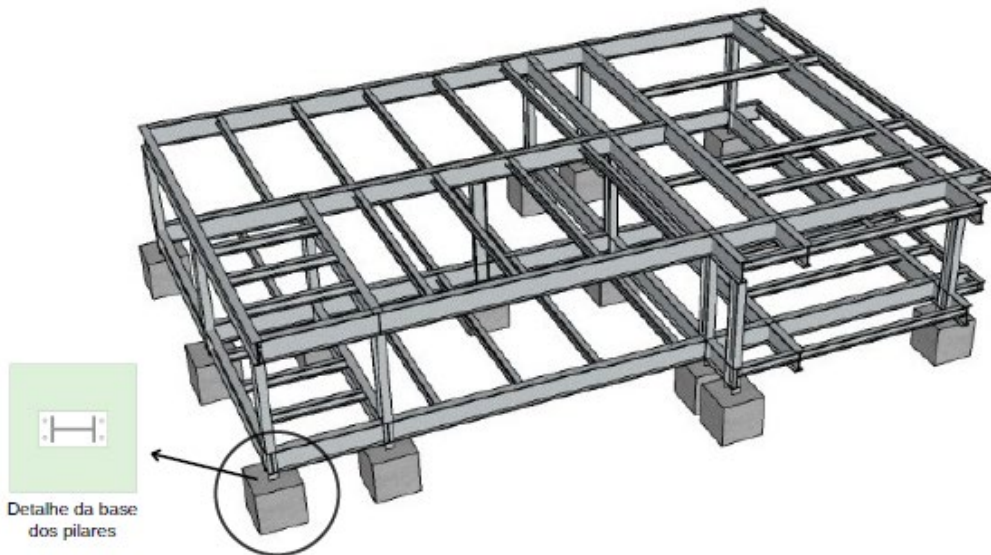


Corte Estrutural BB

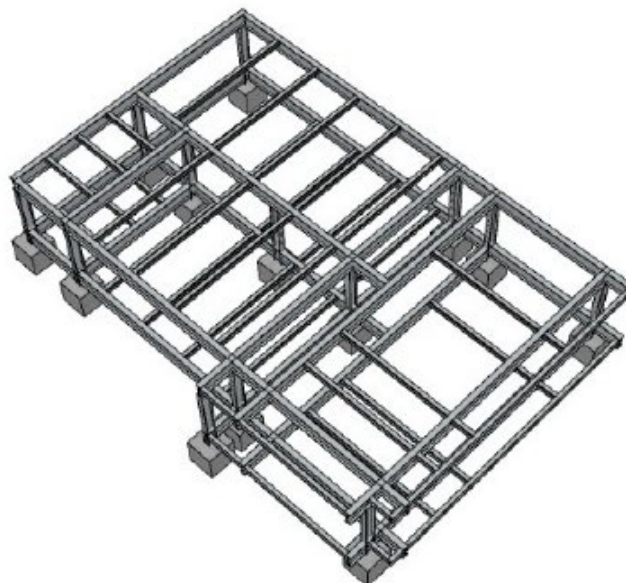


# AÇO

3D Estrutural



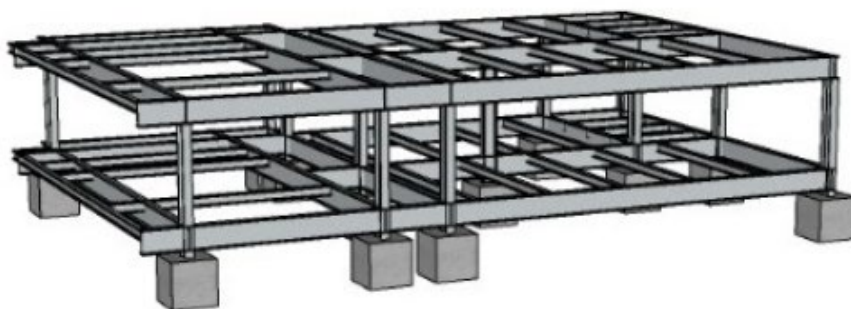
3D Estrutural



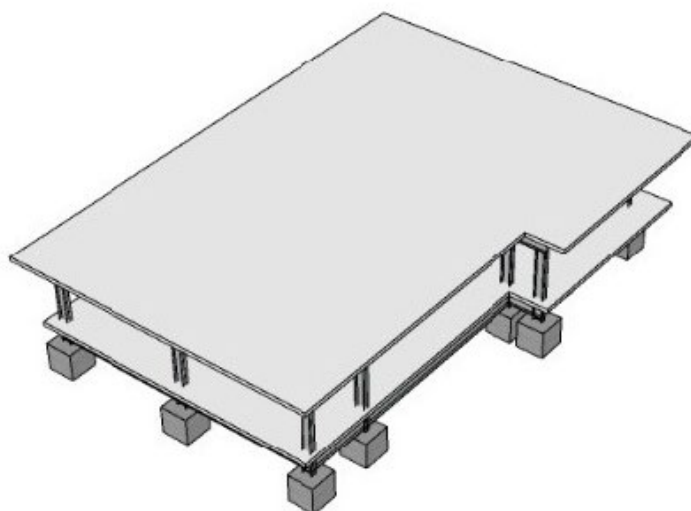


# AÇO

3D Estrutural

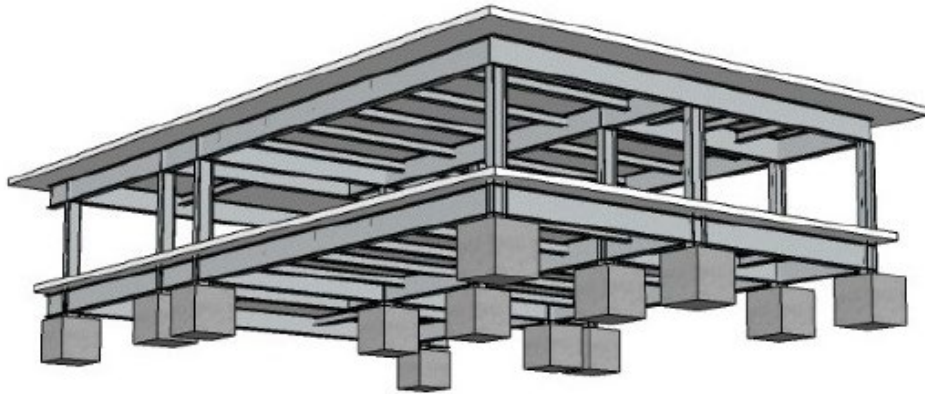


3D Estrutural

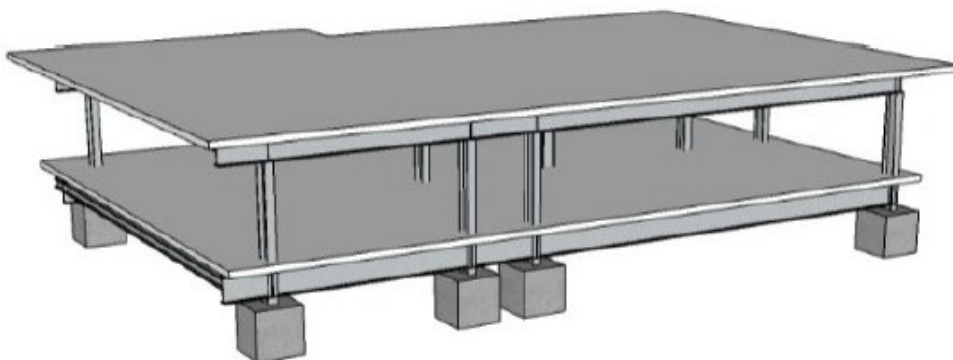


# AÇO

3D Estrutural



3D Estrutural



# AÇO

## Galpão Metálico

Renato Rodrigues dos Santos

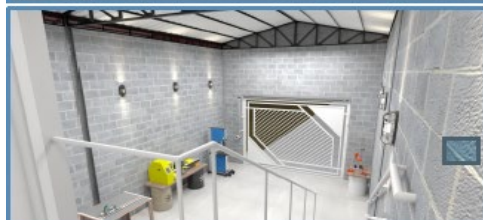
4



**UNICEUB**  
Centro Universitário de Brasília

### Trabalho Sistemas V Galpão Metálico

Professora: Nathaly Sarasty Narvaez  
Aluno: Renato Rodriguez dos Santos



### Memorial

- O projeto nasceu da compra de uma chácara. A Chácara Vizioli, situada no Lago Oeste é um terreno de 20mil hectares e com uma história prestes a ser escrita. O proprietário, comprou tendo em mente a criação de uma vila para os seus filhos e um futuro projeto de criação de plantas ornamentais.
- Sendo assim, a primeira obra para tornar esse incrível sonho em realidade é um galpão de apoio que conta com uma estrutura metálica revestida com alvenaria de blocos estruturais de concreto e uma cobertura treliçada.
- Um dos pedidos do cliente foi a criação de um galpão que pudesse suportar máquinas de serralheria e alvenaria. Dessa forma, optamos por realizar o projeto com 70 metros quadrados e altura de 5 metros.
- Além de uma estrutura que coubesse as máquinas, o cliente ainda solicitou que fosse feito um quarto, escritório, banheiro e uma cozinha para que pudesse se instalar de maneira mais confortável durante as obras em seu terreno. Para que isso fosse possível, foi realizado um mezanino que acomoda o quarto e escritório e logo abaixo dele, o banheiro, a cozinha e um depósito.

<sup>4</sup> Projeto arquitetônico elaborado pelo aluno

# AÇO

## Imagens

### Render Galpão



## Imagens

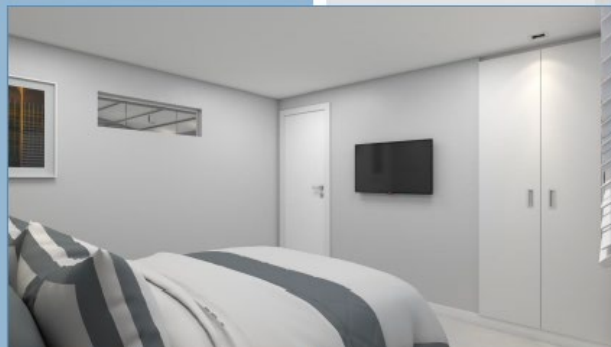
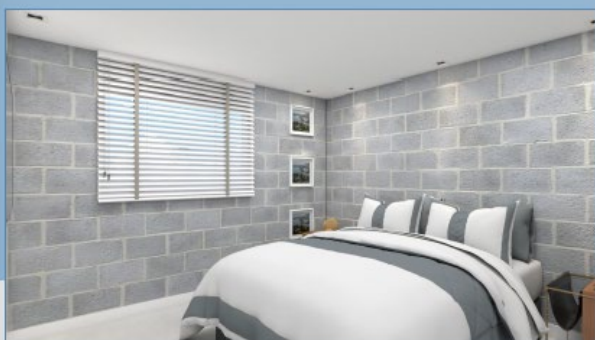
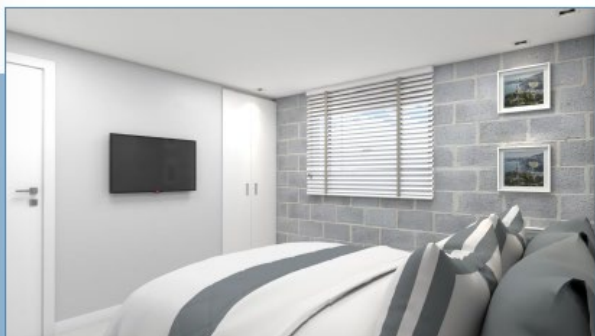
### Render Cozinha



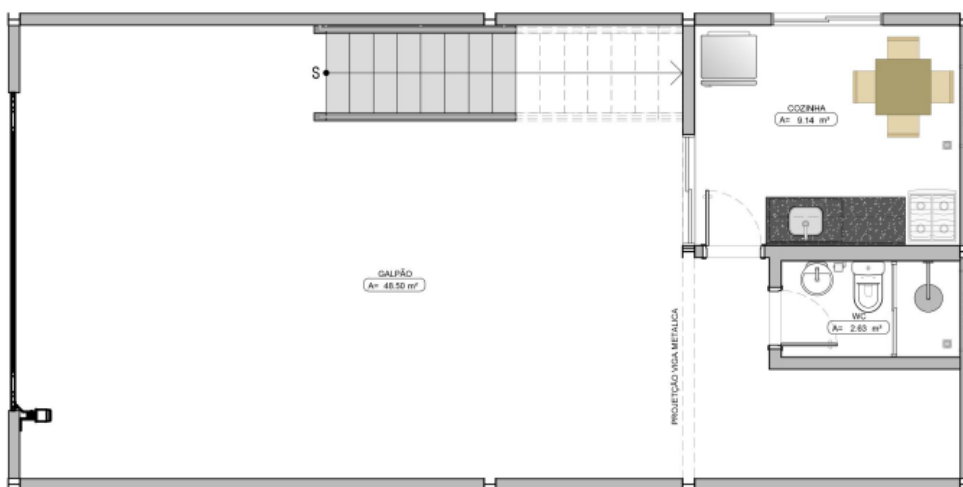
# AÇO

## Imagens

### Render Quarto



## Layout Térreo

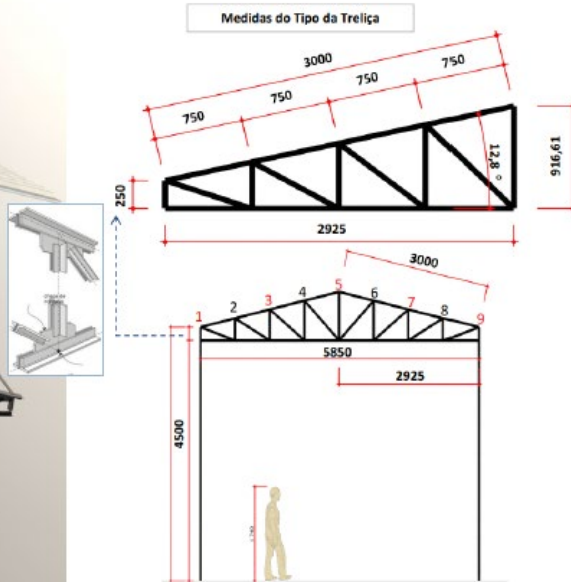
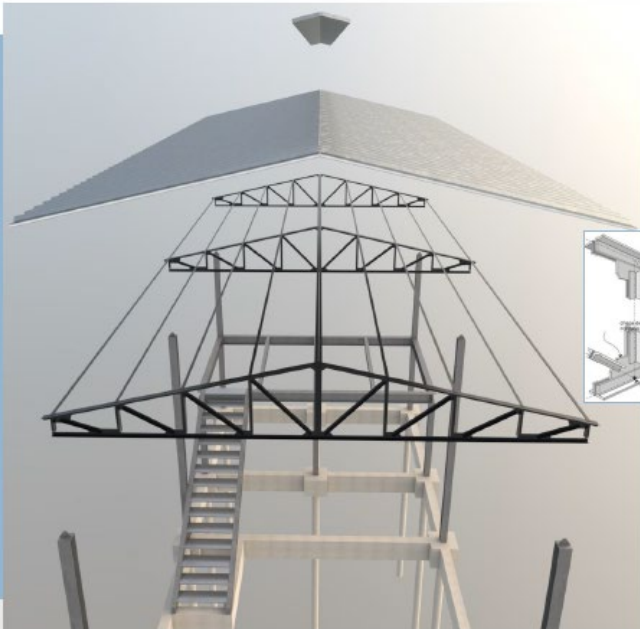






# AÇO

## Cobertura Trelaçada



Calculos

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| Trelça Metalica - Cantoneira | Altura     |
| Base Triângulo               | Inclinação |
| 2925                         | 12,84%     |

$$L1 = \text{Base} \times i\%$$

$$L1 = 2925 \times 0,1284 = 375,57$$

$$L1^2 = \text{Base}^2 + \text{Altura}^2$$

$$L1^2 = 8555625 + 141053$$

$$\sqrt{L1} = 2949,0$$

\*Valor do vão efetivo da Base em mm

Espaçamento entre terças

1750 O numero da fixação das telhas

$$L1 \div \text{Espaça.} = 1,685 = \text{Adotar } 2,00$$

Espaçamento

$$L1 \div \text{Espaça. Adotado} = d = 1474,51 = \text{Adotar (d)} 1500 < 1750$$

\*Não pode ser maior pelo apoio da fixação da telha termo acústica - Telha Temoacústica Trapezoidal SFL 25 2000 - 250 = 1750mm

\*Os 250mm a menos da telhae pelo encaixe de uma com a outra.

Recalculando L1 e i%

$$H^2 = B^2 - L^2$$

$$H^2 = 8555625 - 9000000$$

$$\sqrt{H} = 666,61$$

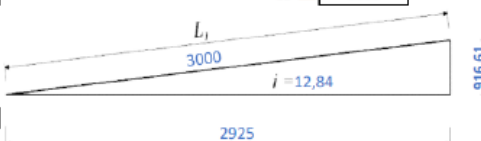
$$H + 250 = 916,61$$

$$L1 = d \times \text{N}^{\circ} \text{Espaça.}$$

$$L1 = 1500 \times 2,00 = 3000$$

Angulação i%

$$\alpha = \arctg\left(\frac{H}{B}\right) = \arctg\left(\frac{916,61}{2925}\right) = \text{ângulo } 12,84$$



## Cobertura Trelaçada



# AÇO

**Cargas Permanentes (Gravidade)**

**Cargas Acidentais de Ventos**

**Cargas Permanentes**

Nós de 1 e 9

$$G1 = G25 = \frac{Le \times d}{2} \times \cos \alpha \times G$$

$G1 \text{ e } G9 = 0,658 \text{ KN}$

Nós de 3... 5... 7...

$$G3... = G23... = \frac{Le \times d}{2} \times \cos \alpha \times G$$

$G3... \text{ G5... G7...} = 1,315 \text{ KN}$

**Cargas Acidentais de Ventos**

Nós de 1, 5 e 9

$$G1 = G5 = G9 = \frac{Le \times d}{2} \times W$$

$G1, G5 \text{ e } G9 = 1,880 \text{ KN}$

Nós de G3... G7...

$$G3... \text{ G7...} = \frac{Le \times d}{2} \times W$$

$G3... \text{ G7...} = 3,760 \text{ KN}$

**Espaçamentos entre Treliças**

$Le = 5,00$

$G = 0,183$

$W = 0,51$

**Previd. distorção "y" (EN1090) - Treliças planas ou triangulares acidentais**

| CATEGORIA | GRUPO | 3     | 4     | 5    | 6    |
|-----------|-------|-------|-------|------|------|
| II        |       | -0,20 | -0,20 | 0,14 | 0,18 |
| III       | 2     | -0,51 | -0,51 | 0,34 | 0,42 |
| IV        |       | -0,40 | -0,40 | 0,48 | 0,51 |

**Especificações Telha Termoacustica**

| Espessura Risco EPS | Telha trapézio (M) | PDS prático aproximado | Distância de torças de apoio | Comprimento Máximo | Sobrecarga longitudinal |
|---------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------|
| 20 mm               | 0,43 mm            | 4,34 kg/m <sup>2</sup> | 1,50 metros                  | 2,000 mm           | 233 mm                  |
| 10 mm               | 0,43 mm            | 4,34 kg/m <sup>2</sup> | 1,00 metros                  | 2,000 mm           | 233 mm                  |

## Cobertura Treliçada

### Cobertura Treliçada Visual Ventos

Geometria | Velocidade Básica | Fator S1 | Fator S2 | Fator S3 | Qe - Parede | Qe - Telhado | Qi | Combinação | Esforços | Resultados

Coeficiente de Pressão de Paredes

Vento 0°

Vento 90°

Coeficiente de pressão externa - Paredes

Vento 0°

Vento 90°

Qe média: -1,30

Geometria | Velocidade Básica | Fator S1 | Fator S2 | Fator S3 | Qe - Parede | Qe - Telhado | Qi | Combinação | Esforços | Resultados

Esforços resultantes

Vento 0°

Vento 90°

Coeficiente de pressão externa - Telhado

Vento 0°

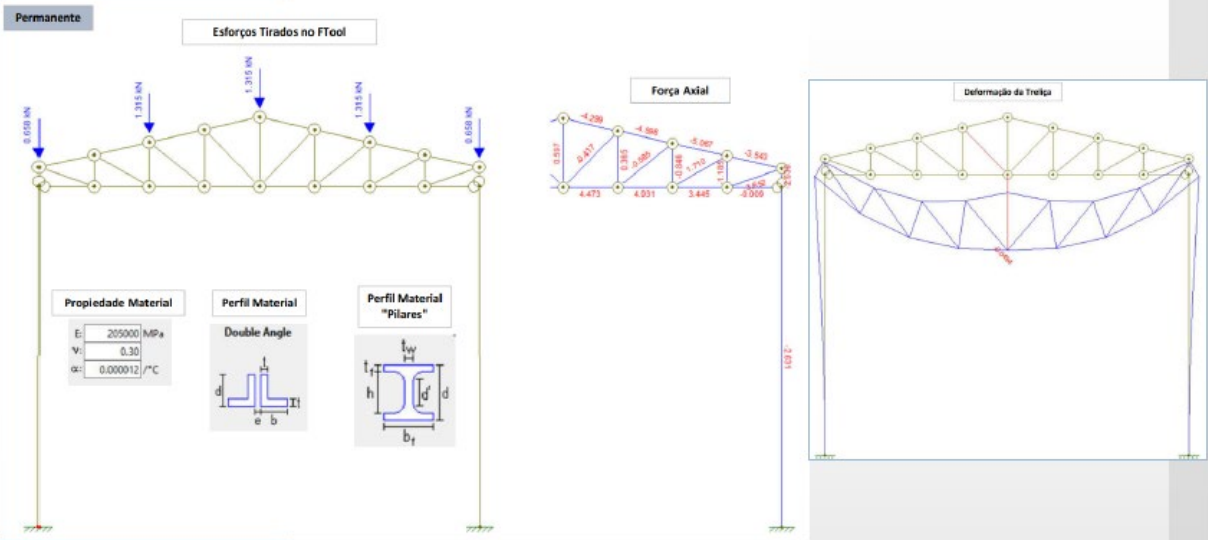
Vento 90°

Qe Média

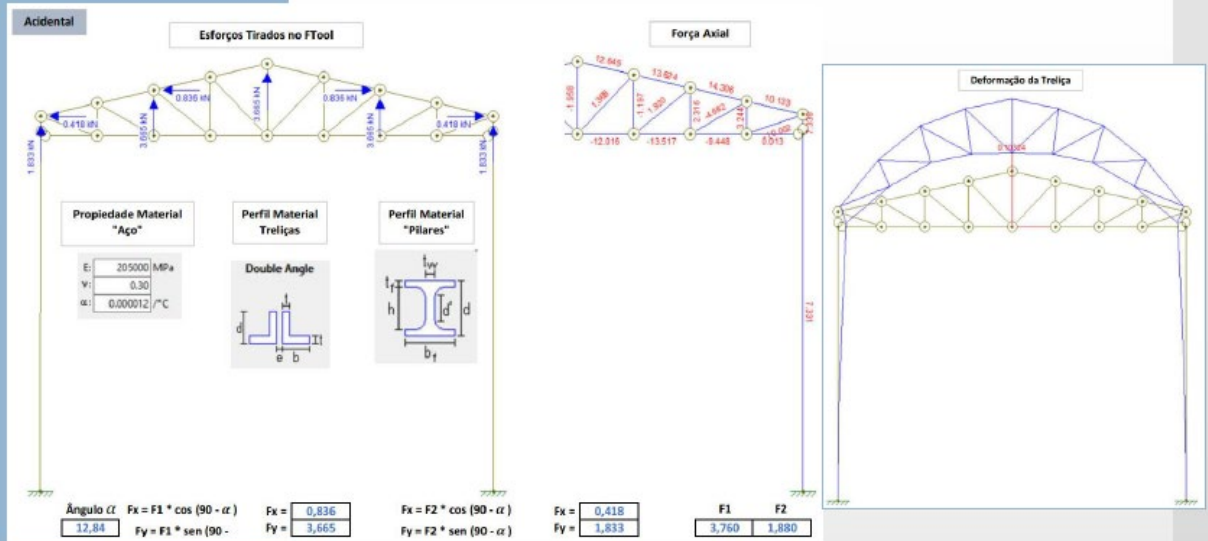
65

# AÇO

## Cobertura Treliçada



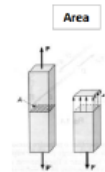
## Cobertura Treliçada



# AÇO

## Cobertura Treliçada

| Maiores Esforços |       |                       |                      |                  |               |
|------------------|-------|-----------------------|----------------------|------------------|---------------|
| Grupo            | Barra | Carga Permanente (kN) | Carga Acidental (kN) | Comprimento (cm) | Perfil        |
| B. Superior      | 26    | -5,067                | 14,306               | 75,003           | L 38,1 x 1,83 |
| B. Inferior      | 12    | -4,931                | 13,517               | 73,125           | L 38,1 x 1,83 |
| Diagonais        | 17    | -3,652                | 10,002               | 77,073           | L 38,1 x 1,83 |
| Montante         | 18    | -2,630                | 7,300                | 25,000           | L 38,1 x 1,83 |
| Pilares          | 1 e 2 | -2,631                | 7,331                | 450,000          | W 150 x 22,5  |



### B. Superior - Nº 26

**Identificação**  
Perfil L 38,1 x 1,83

**Dimensões**  
 bf\* 38,1 mm    Ag\* 2,32 cm<sup>2</sup>  
 tf\* 3,2 mm    Ix\*=Iy\* 3,33 cm<sup>4</sup>  
 x-y\* 1,07 cm    rz\* 0,76 cm  
 P\* 1,83 kgf/m

\* Dado referente a uma única cantoneira

**Espaçamento**  
e 0,00 mm

**Solicitações**  
 Ncd 5,067 kN  
 Ntd 14,306 kN

**Resultados**  
 Rd(Nc) -74,98 kN **Ok!**  
 Rd(Nt) 104,40 kN **Ok!**

Espaçadores no máximo a cada 182,40 cm

Calcular **Mais Leve** Relatório **Ok**

### B. Inferior - Nº 12

**Identificação**  
Perfil L 38,1 x 1,83

**Dimensões**  
 bf\* 38,1 mm    Ag\* 2,32 cm<sup>2</sup>  
 tf\* 3,2 mm    Ix\*=Iy\* 3,33 cm<sup>4</sup>  
 x-y\* 1,07 cm    rz\* 0,76 cm  
 P\* 1,83 kgf/m

\* Dado referente a uma única cantoneira

**Espaçamento**  
e 0,00 mm

**Solicitações**  
 Ncd 4,931 kN  
 Ntd 13,517 kN

**Resultados**  
 Rd(Nc) -75,96 kN **Ok!**  
 Rd(Nt) 104,40 kN **Ok!**

Espaçadores no máximo a cada 182,40 cm

Calcular **Mais Leve** Relatório **Ok**

## Cobertura Treliçada

### Diagonal - Nº 17

**Identificação**  
Perfil L 38,1 x 1,83

**Dimensões**  
 bf\* 38,1 mm    Ag\* 2,32 cm<sup>2</sup>  
 tf\* 3,2 mm    Ix\*=Iy\* 3,33 cm<sup>4</sup>  
 x-y\* 1,07 cm    rz\* 0,76 cm  
 P\* 1,83 kgf/m

\* Dado referente a uma única cantoneira

**Espaçamento**  
e 0,00 mm

**Solicitações**  
 Ncd 4,931 kN  
 Ntd 13,517 kN

**Resultados**  
 Rd(Nc) -73,88 kN **Ok!**  
 Rd(Nt) 104,40 kN **Ok!**

Espaçadores no máximo a cada 182,40 cm

Calcular **Mais Leve** Relatório **Ok**

### Montante - Nº 18

**Identificação**  
Perfil L 38,1 x 1,83

**Dimensões**  
 bf\* 38,1 mm    Ag\* 2,32 cm<sup>2</sup>  
 tf\* 3,2 mm    Ix\*=Iy\* 3,33 cm<sup>4</sup>  
 x-y\* 1,07 cm    rz\* 0,76 cm  
 P\* 1,83 kgf/m

\* Dado referente a uma única cantoneira

**Espaçamento**  
e 0,00 mm

**Solicitações**  
 Ncd 2,631 kN  
 Ntd 7,331 kN

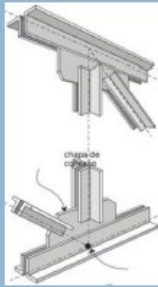
**Resultados**  
 Rd(Nc) -99,66 kN **Ok!**  
 Rd(Nt) 104,40 kN **Ok!**

Espaçadores no máximo a cada 182,40 cm

Calcular **Mais Leve** Relatório **Ok**

# AÇO

## Cobertura Treliçada



**Pilares**

Identificação  
Perfil W 150 x 22.5

Dimensões

|    |            |    |          |    |            |
|----|------------|----|----------|----|------------|
| d  | 152 mm     | Ag | 29 cm²   | Wx | 161.7 cm³  |
| tw | 5.8 mm     | Ix | 1229 cm⁴ | Wy | 50.9 cm³   |
| bf | 152 mm     | Iy | 387 cm⁴  | Zx | 1779.6 cm³ |
| tf | 6.6 mm     | Ii | 4.75 cm⁴ | Zy | 77.9 cm³   |
| P  | 22.5 kgf/m |    |          |    |            |

Resultados

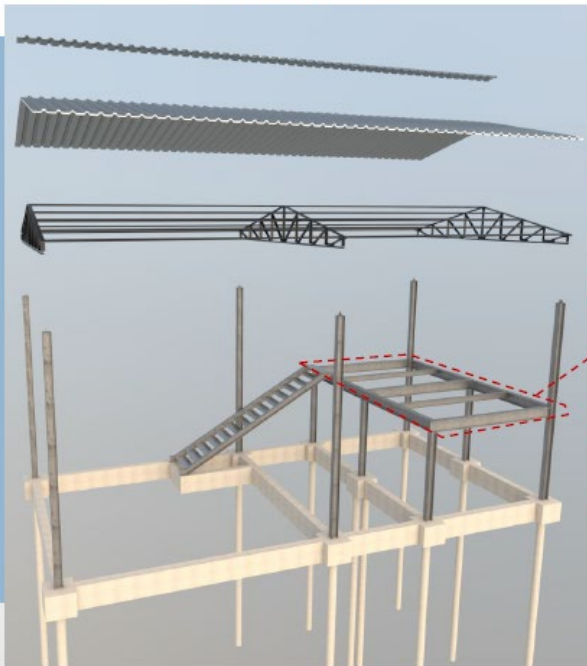
|           |                |    |
|-----------|----------------|----|
| Rd(Nd)    | 652.50 kN      | OK |
| Rd(Vd)    | 109.10 kN      | OK |
| Rd(Mdx)   | 0.00 kN.cm     | OK |
| Rd(Mdy)   | -1431.56 kN.cm | OK |
| Rd(Md+Nd) | 0.00 c = 1     | OK |

Calcula Mais Leve Relatório OK

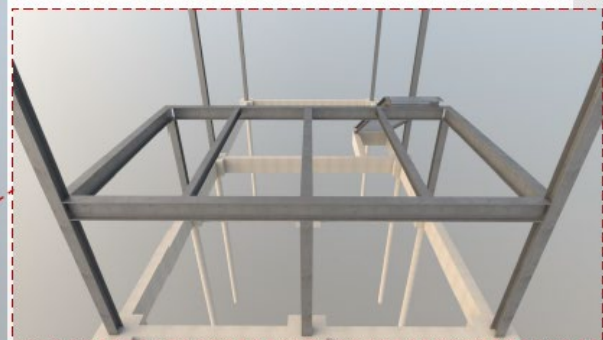
Modal  
Displacements:  
Dx = 0.0000 cm  
Dy = -0.0700 cm  
Dz = 0.000e+00 rad

## Estrutura Explodida

## Cálculos de Carregamentos



## Parte Escolhida



# AÇO

**Cálculos de Carregamentos**

Viga Secundaria

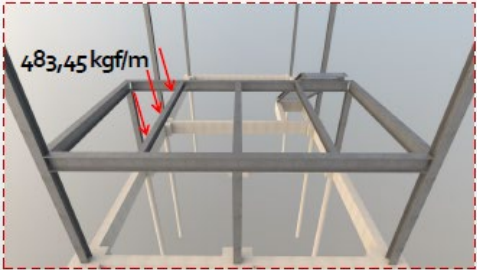
- Laje Steel Deck:  $110 \text{ cm} - \text{P.P Laje} = 0,11 \times 2320 \text{ kgf/m}^2 = 255,2 \text{ kgf/m}^2$
- Revestimento:  $100 \text{ kgf/m}^2$
- Carga Acidental (NBR-6120):  $150 \text{ kgf/m}^2$
- Carga na viga permanente da laje:  $255,2 + 100 + 150 = 505,2 \text{ kgf/m}^2$
- Peso Próprio da viga:  $5,850 / 20 = 0,2925 = 0,30 \text{ cm}$

$W_{310 \times 21,0}$

$505,2 \times 5,355 / 5,850 = 462,45 \text{ kgf/m}^2$

$462,45 + 21,0 = 483,45 \text{ kgf/m}$

Flecha máxima =  $L/250$



**Cálculos de Carregamentos**

Área de influência

Área:  $5,355 \text{ m}^2$

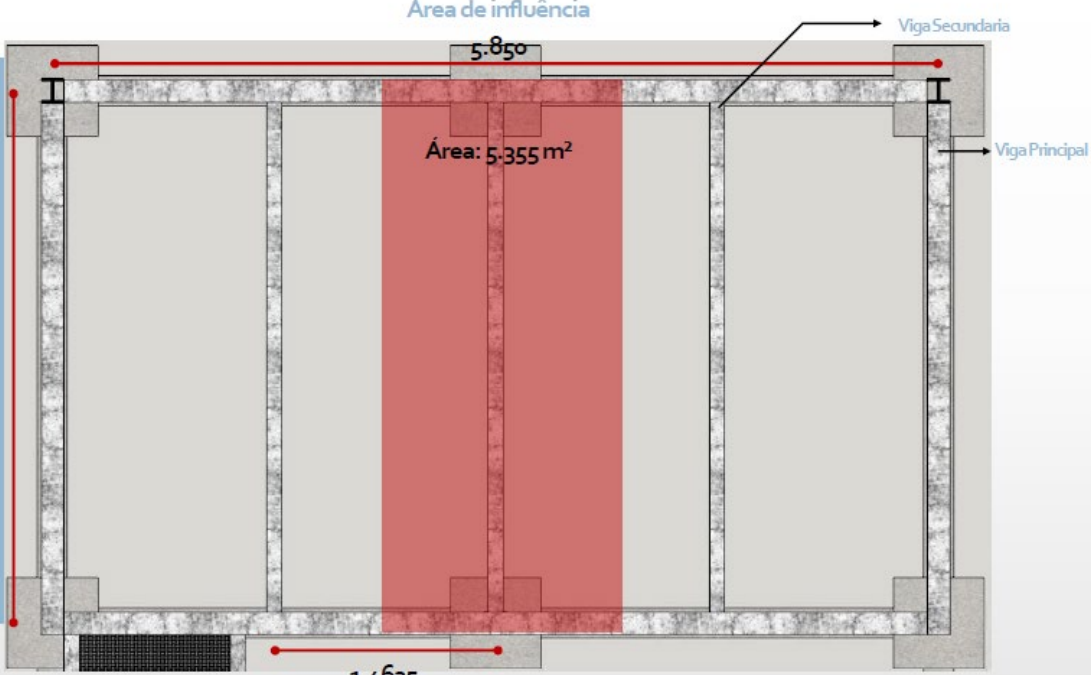
Viga Secundaria

Viga Principal

3,50

5,850

1,4625



# AÇO

## Cálculos de Carregamentos

Viga Secundaria - W 150 x 13,0

Identificação  
Perfil W 150 x 13

Dimensões

|    |        |    |          |    |          |
|----|--------|----|----------|----|----------|
| d  | 148 mm | Ag | 16,6 cm² | Wy | 85,8 cm³ |
| tw | 4,3 mm | p  | 13 kg/m  | Wy | 16,4 cm³ |
| bf | 100 mm | Ix | 635 cm⁴  | Zx | 96,4 cm³ |
| tf | 4,9 mm | Iy | 82 cm⁴   | Zy | 25,5 cm³ |
|    |        | It | 1,72 cm⁴ |    |          |

Compr. Flambagem

|     |        |
|-----|--------|
| Lfb | 585 cm |
| Lfy | 585 cm |
| Lb  | 146 cm |

Solicitações

|     |             |
|-----|-------------|
| Nd  | 4,84 kN     |
| Vd  | 0,00 kN     |
| Mdx | 0,90 kN.cm  |
| Mdy | 0,022 kN.cm |

Resultados

|           |              |     |
|-----------|--------------|-----|
| Rd(Nd)    | 373,50 kN    | Ok! |
| Rd(Vd)    | 0,00 kN      |     |
| Rd(Mdx)   | 0,00 kN.cm   |     |
| Rd(Mdy)   | 461,25 kN.cm | Ok! |
| Rd(Md+Nd) | 0,01 < -1    | Ok! |

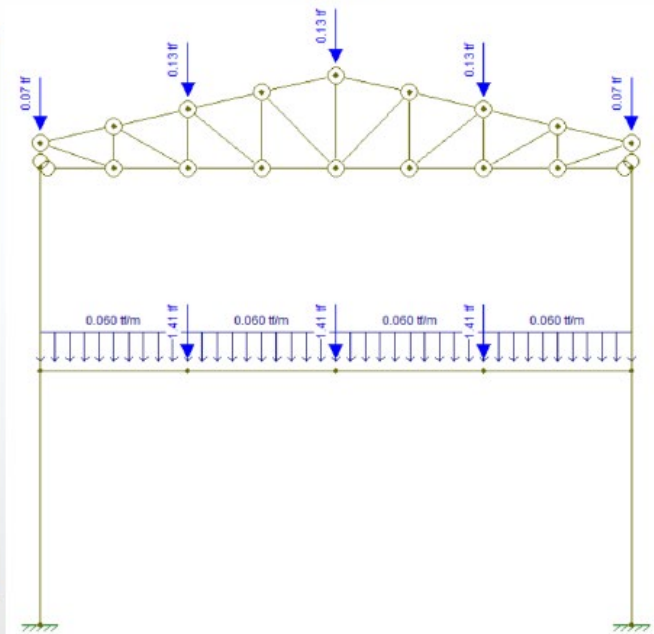
Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Calcular Mais Leve Relatório Ok



## Cálculos de Carregamentos

Esforços



# AÇO

## Cálculos de Carregamentos

Viga Principal - W460 x 60,0

**Identificação**  
Perfil [W 460 x 60]

**Dimensões**

|    |         |    |           |    |            |
|----|---------|----|-----------|----|------------|
| d  | 455 mm  | Ag | 76,2 cm²  | Wx | 1127,6 cm³ |
| tw | 8 mm    | P  | 60 kgf/m  | Wy | 104,1 cm³  |
| bf | 153 mm  | Ix | 29652 cm⁴ | Zx | 1292,1 cm³ |
| tf | 13,3 mm | Iy | 796 cm⁴   | Zy | 163,4 cm³  |
|    |         | It | 34,6 cm⁴  |    |            |

**Compr. Flambagem**

|     |        |
|-----|--------|
| Lfb | 585 cm |
| Lfy | 585 cm |
| Lb  | 146 cm |

**Solicitações**

|     |             |
|-----|-------------|
| Nd  | 0,05 kN     |
| Vd  | 2,20 kN     |
| Mdx | 34,7 kN.cm  |
| Mdy | 0,229 kN.cm |

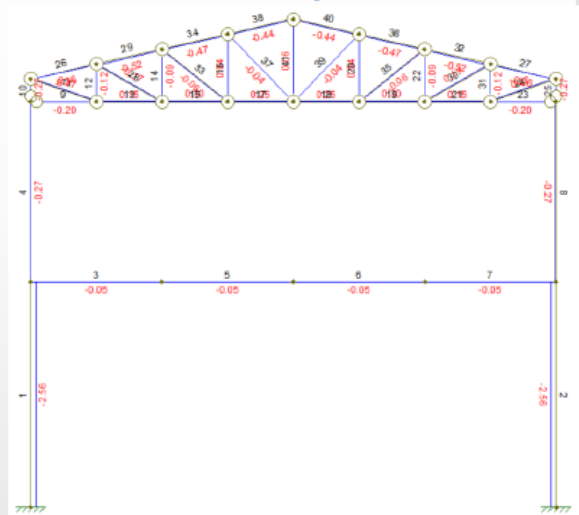
**Resultados**

|           |                |     |
|-----------|----------------|-----|
| Rd(Nd)    | 1714,50 kN     | Ok! |
| Rd(Vd)    | 450,45 kN      | Ok! |
| Rd(Mdx)   | 29072,30 kN.cm | Ok! |
| Rd(Mdy)   | 2927,81 kN.cm  | Ok! |
| Rd(Md-Nd) | 0,00 <= 1      | Ok! |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Calcular Mais Leve Relatório Ok

Ftool - Força Axial



## Cálculos de Carregamentos

Viga Principal - W460 x 60,0

**Identificação**  
Perfil [W 460 x 60]

**Dimensões**

|    |         |    |           |    |            |
|----|---------|----|-----------|----|------------|
| d  | 455 mm  | Ag | 76,2 cm²  | Wx | 1127,6 cm³ |
| tw | 8 mm    | P  | 60 kgf/m  | Wy | 104,1 cm³  |
| bf | 153 mm  | Ix | 29652 cm⁴ | Zx | 1292,1 cm³ |
| tf | 13,3 mm | Iy | 796 cm⁴   | Zy | 163,4 cm³  |
|    |         | It | 34,6 cm⁴  |    |            |

**Compr. Flambagem**

|     |        |
|-----|--------|
| Lfb | 585 cm |
| Lfy | 585 cm |
| Lb  | 146 cm |

**Solicitações**

|     |             |
|-----|-------------|
| Nd  | 0,05 kN     |
| Vd  | 2,20 kN     |
| Mdx | 34,7 kN.cm  |
| Mdy | 0,229 kN.cm |

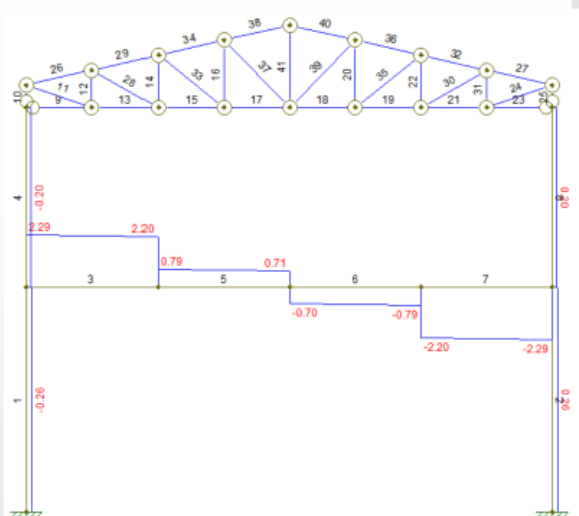
**Resultados**

|           |                |     |
|-----------|----------------|-----|
| Rd(Nd)    | 1714,50 kN     | Ok! |
| Rd(Vd)    | 450,45 kN      | Ok! |
| Rd(Mdx)   | 29072,30 kN.cm | Ok! |
| Rd(Mdy)   | 2927,81 kN.cm  | Ok! |
| Rd(Md-Nd) | 0,00 <= 1      | Ok! |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Calcular Mais Leve Relatório Ok

Ftool - Cortante



# AÇO

## Cálculos de Carregamentos

**Viga Principal - W460 x 60,0**

**Identificação**  
Perfil W 460 x 60

**Dimensões**

|    |         |    |                       |    |                        |
|----|---------|----|-----------------------|----|------------------------|
| d  | 455 mm  | Ag | 76,2 cm <sup>2</sup>  | Wx | 1127,6 cm <sup>3</sup> |
| tw | 8 mm    | P  | 60 kgf/m              | Wy | 104,1 cm <sup>3</sup>  |
| bf | 153 mm  | Ix | 25652 cm <sup>4</sup> | Zx | 1292,1 cm <sup>3</sup> |
| tf | 13,3 mm | Iy | 796 cm <sup>4</sup>   | Zy | 163,4 cm <sup>3</sup>  |
|    |         | It | 34,6 cm <sup>4</sup>  |    |                        |

**Compr. Flambagem**

|     |        |
|-----|--------|
| Lfx | 585 cm |
| Lfy | 585 cm |
| Lb  | 146 cm |

**Solicitações**

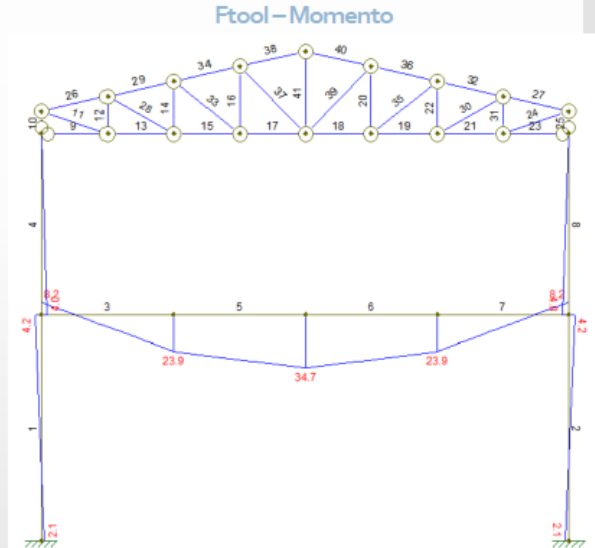
|     |             |
|-----|-------------|
| Nd  | 0,05 kN     |
| Vd  | 2,20 kN     |
| Mdx | 34,7 kN.cm  |
| Mdy | 0,229 kN.cm |

**Resultados**

|           |                |          |
|-----------|----------------|----------|
| Rd(Nd)    | 1714,50 kN     | Ok!      |
| Rd(Vd)    | 450,45 kN      | Ok!      |
| Rd(Mdx)   | 29072,30 kN.cm | Ok!      |
| Rd(Mdy)   | 2927,81 kN.cm  | Ok!      |
| Rd(Md-Nd) | 0,00           | <= 1 Ok! |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Calcular Mais Leve Relatório Ok



## Cálculos de Carregamentos

**Viga Principal - W460 x 60,0**

**Identificação**  
Perfil W 460 x 60

**Dimensões**

|    |         |    |                       |    |                        |
|----|---------|----|-----------------------|----|------------------------|
| d  | 455 mm  | Ag | 76,2 cm <sup>2</sup>  | Wx | 1127,6 cm <sup>3</sup> |
| tw | 8 mm    | P  | 60 kgf/m              | Wy | 104,1 cm <sup>3</sup>  |
| bf | 153 mm  | Ix | 25652 cm <sup>4</sup> | Zx | 1292,1 cm <sup>3</sup> |
| tf | 13,3 mm | Iy | 796 cm <sup>4</sup>   | Zy | 163,4 cm <sup>3</sup>  |
|    |         | It | 34,6 cm <sup>4</sup>  |    |                        |

**Compr. Flambagem**

|     |        |
|-----|--------|
| Lfx | 585 cm |
| Lfy | 585 cm |
| Lb  | 146 cm |

**Solicitações**

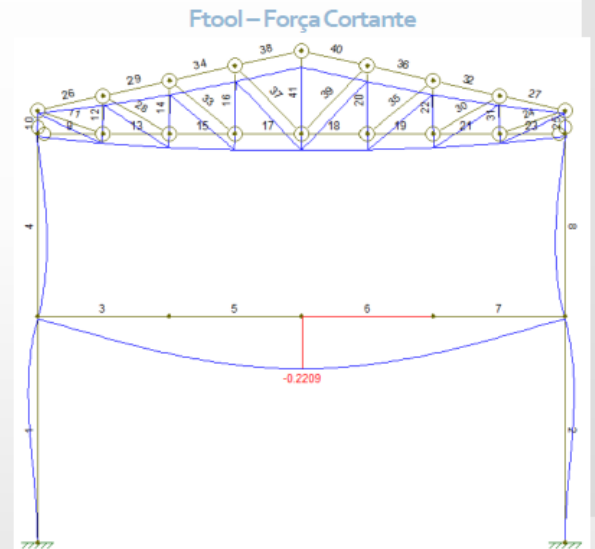
|     |             |
|-----|-------------|
| Nd  | 0,05 kN     |
| Vd  | 2,20 kN     |
| Mdx | 34,7 kN.cm  |
| Mdy | 0,229 kN.cm |

**Resultados**

|           |                |          |
|-----------|----------------|----------|
| Rd(Nd)    | 1714,50 kN     | Ok!      |
| Rd(Vd)    | 450,45 kN      | Ok!      |
| Rd(Mdx)   | 29072,30 kN.cm | Ok!      |
| Rd(Mdy)   | 2927,81 kN.cm  | Ok!      |
| Rd(Md-Nd) | 0,00           | <= 1 Ok! |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Calcular Mais Leve Relatório Ok





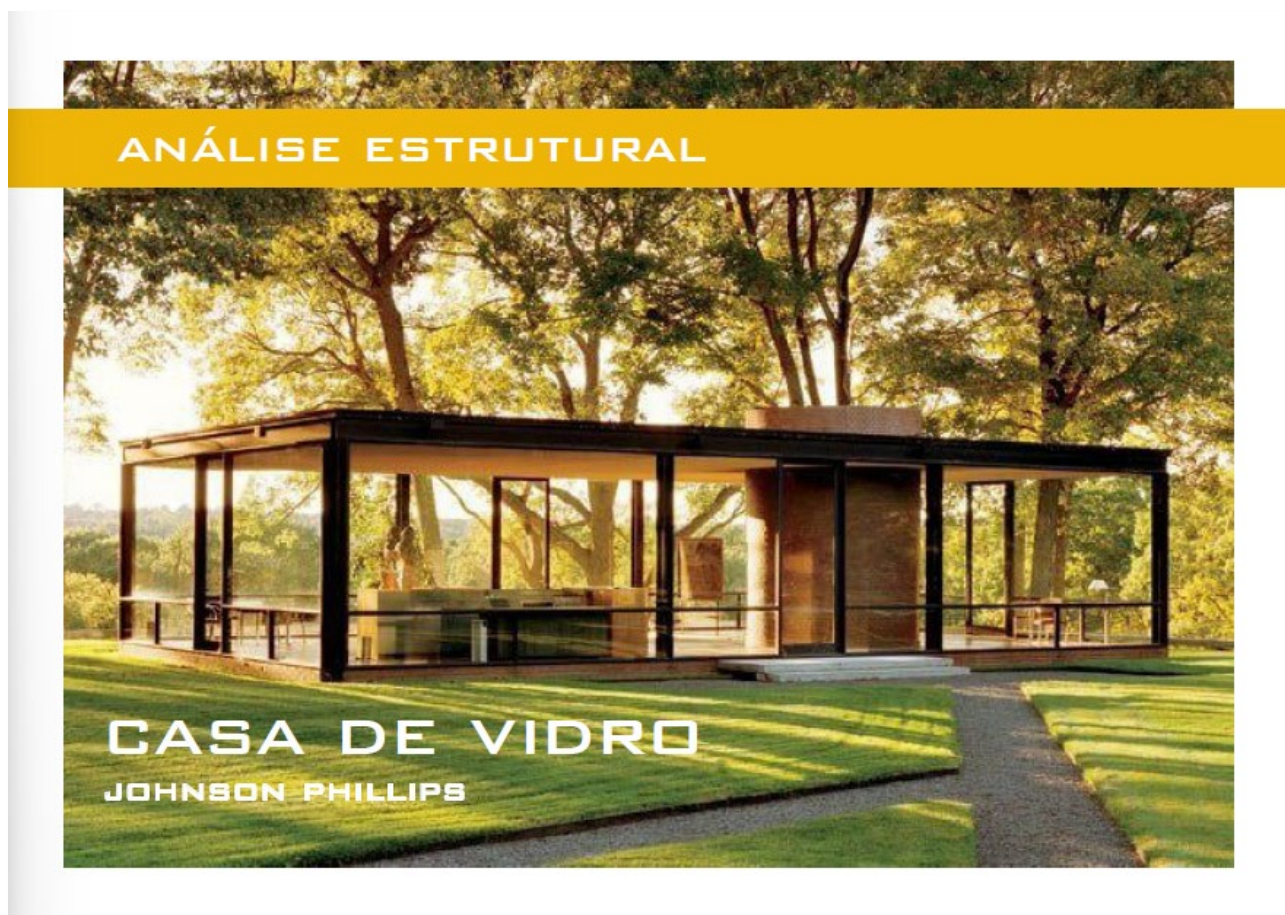
# AÇO

## Casa de Vidro

*Johnson Phillips*

**Amanda Breder  
Camila Alvez  
Mariana Zago  
Raíssa Santos**

5



<sup>5</sup> Imagens disponíveis em: <https://theglasshouse.org/explore/the-glass-house/>. Acessado em 15 mar. 2024

# AÇO



ARQUITETURA E  
URBANISMO

SISTEMAS  
ESTRUTURAIS V

PROFESSORA:

**NATHALY SARASTY NARVAEZ**

ALUNOS:

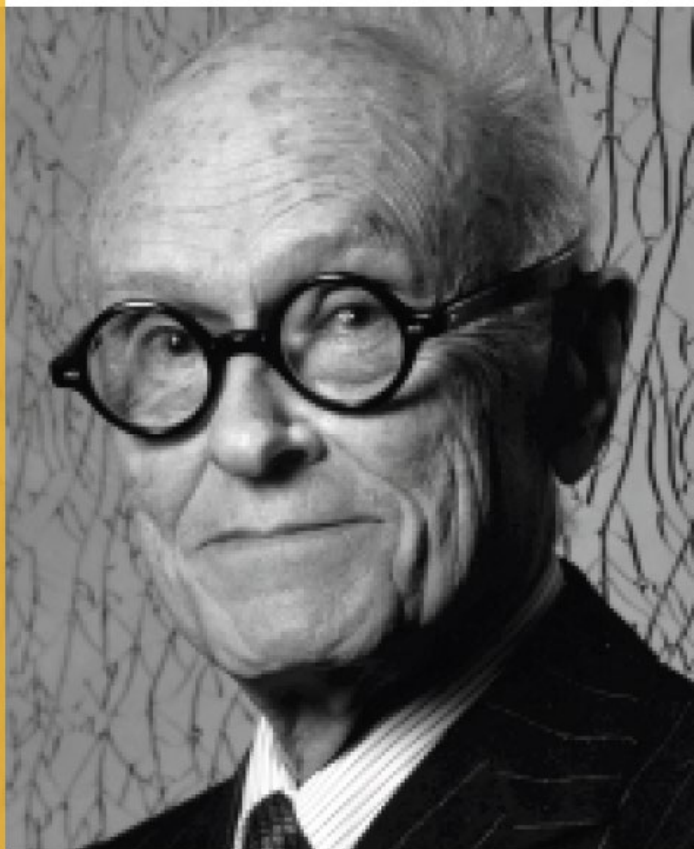
**BEATRIZ MORAIS, CAMILA ALVES, MARIANA ZAGO E RAÍSSA SANTOS.**



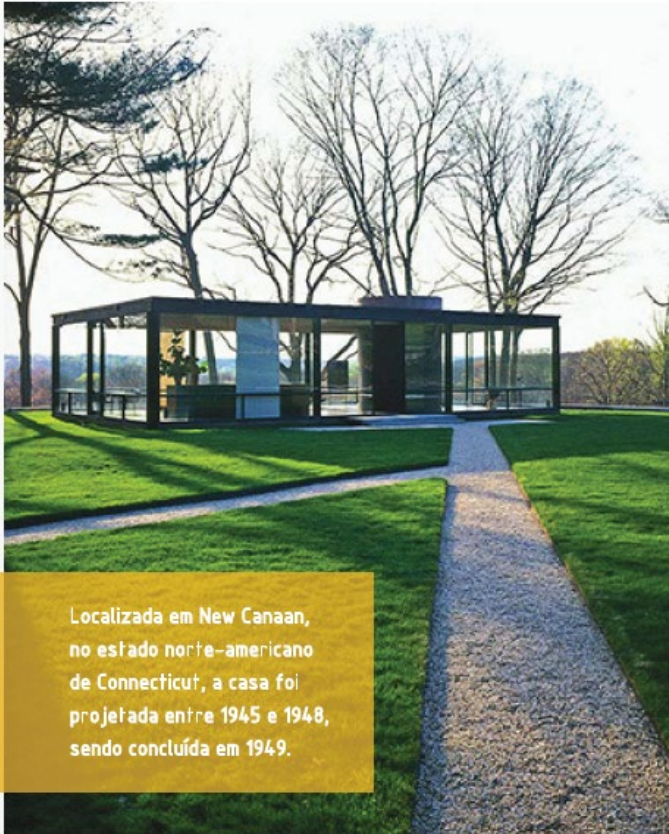
## PHILIP CORTELYOU JOHNSON,

(Cleveland, 8 de julho de 1906, New Canaan, 25 de janeiro de 2005) foi um arquiteto norte-americano.

Um dos pais da arquitetura moderna. Foi também um dos principais arquitetos do século XX, e o primeiro a ganhar o prêmio que atualmente é considerado o mais importante da arquitetura mundial, o Prêmio Pritzker.



# AÇO



Localizada em New Canaan, no estado norte-americano de Connecticut, a casa foi projetada entre 1945 e 1948, sendo concluída em 1949.

## CASA DE VIDRO (GLASS HOUSE)

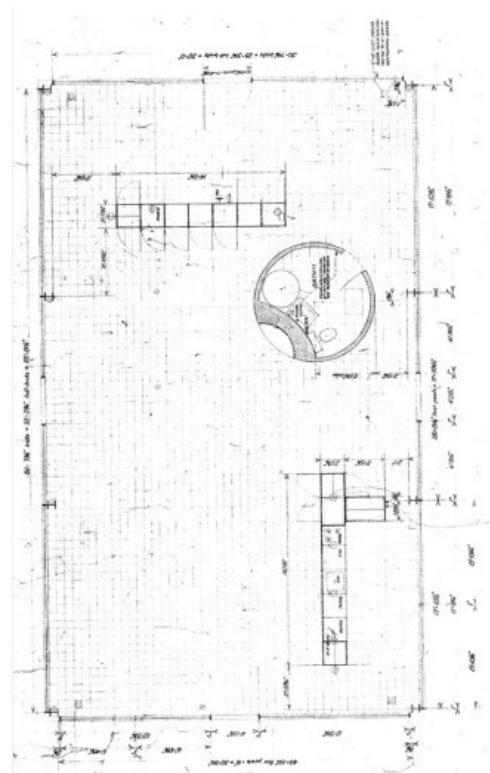
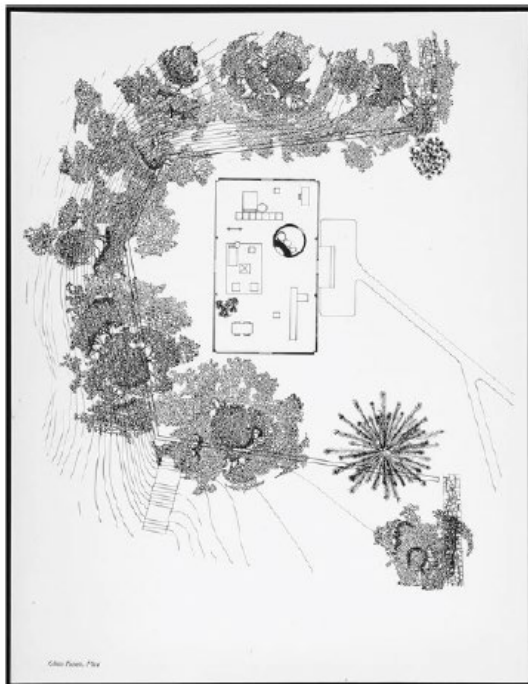
Obra que sugere integração com a natureza por superfícies abertas, retas e envidraçadas, além de ressaltarem a simplicidade e as proporções bem definidas, a construção é, basicamente, um bloco cercado por uma fachada de vidro e arestas de aço, em preto, compreendendo um espaço interno de pouco menos de 170 m<sup>2</sup>.

O arquiteto escolheu a elevação como área por acreditar que as colinas atrás capturavam os bons espíritos. De acordo com Philip, foram mais de 16 projetos para chegar ao desenho final, mas a exata localização tomou menos de 5 minutos.

Todo o interior é visto do lado de fora e os ambientes não são separados por paredes. As únicas divisórias visíveis são: um armário que determina o espaço para o quarto, um armário que abriga os itens da cozinha (como fogão, pia, armários, entre outros), um cilindro de tijolos que acomoda uma lareira e o banheiro, do lado oposto.

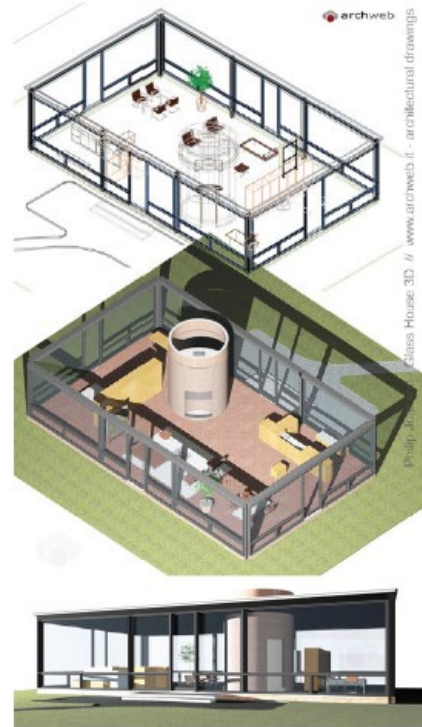
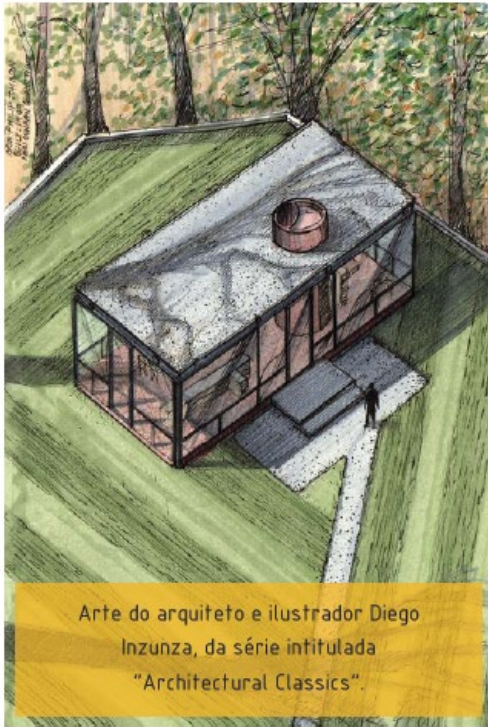
A decoração interna conta com poucos móveis, divididos entre a sala de jantar e estar, o quarto e a cozinha. A retomada da arquitetura minimalista e moderna garantiu um espaço amplo e sofisticado.

## PLANTA BAIXA



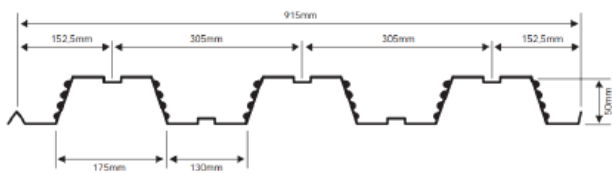
# AÇO

## CROQUI E DIAGRAMA



# AÇO

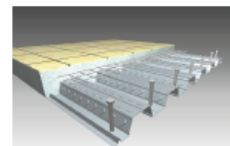
## SISTEMA ESTRUTURAL – MODULAÇÃO DOS PAINÉIS DA LAJE



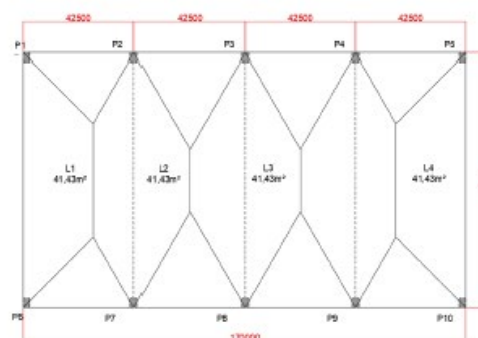
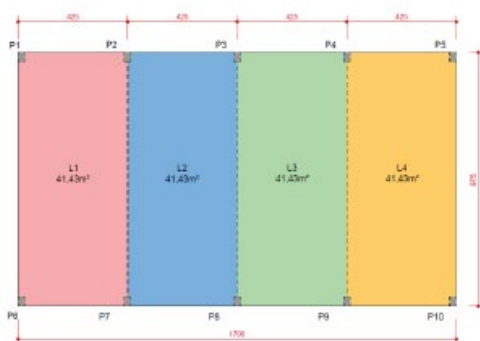
| Alteza da Laje (mm) | Espessura Steel Deck (mm) | Vãos Máximos sem Escoramento |            |            |            | Piso Projeto (kN/m²) | M. Inércia Laje (mm⁴) | Vãos Máximos |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|----------------------|-----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                     |                           | Simples (mm)                 | Duplo (mm) | Tipos (mm) | Balço (mm) |                      |                       | 1.800        | 1.900 | 2.000 | 2.100 | 2.200 | 2.300 | 2.400 | 2.500 |
| 100                 | 0,80                      | 2.050                        | 2.800      | 2.900      | 900        | 1,65                 | 5,25                  | 8,31         | 6,14  | 7,14  | 6,26  | 5,54  | 4,85  | 4,32  | 3,82  |
|                     | 0,95                      | 2.550                        | 3.150      | 3.250      | 1.100      | 1,66                 | 5,61                  | 11,08        | 10,24 | 9,01  | 7,96  | 7,04  | 6,25  | 5,55  | 4,94  |
|                     | 1,25                      | 3.200                        | 3.800      | 3.900      | 1.450      | 1,68                 | 6,26                  | 18,63        | 14,48 | 12,76 | 11,21 | 10,06 | 8,92  | 8,02  | 7,18  |
|                     | 0,80                      | 1.800                        | 2.700      | 2.800      | 900        | 2,08                 | 6,80                  | 10,56        | 9,23  | 8,10  | 7,13  | 6,20  | 5,55  | 4,91  | 4,34  |
| 110                 | 0,95                      | 2.400                        | 3.050      | 3.150      | 1.050      | 2,10                 | 7,35                  | 13,25        | 11,62 | 10,23 | 9,03  | 8,00  | 7,10  | 6,31  | 5,61  |
|                     | 1,25                      | 3.050                        | 3.650      | 3.650      | 1.400      | 2,13                 | 8,19                  | 18,64        | 15,35 | 14,48 | 12,84 | 11,42 | 10,13 | 8,10  | 8,15  |
|                     | 0,80                      | 1.650                        | 2.500      | 2.700      | 850        | 2,32                 | 8,85                  | 11,81        | 10,33 | 9,06  | 7,96  | 7,03  | 6,21  | 5,50  | 4,86  |
|                     | 0,95                      | 2.250                        | 2.900      | 3.000      | 1.050      | 2,53                 | 5,43                  | 14,62        | 13,02 | 11,44 | 10,12 | 8,95  | 7,94  | 7,06  | 6,26  |
| 120                 | 1,25                      | 2.950                        | 3.550      | 3.550      | 1.350      | 2,36                 | 10,49                 | 20,00        | 18,33 | 16,20 | 14,38 | 12,77 | 11,40 | 10,19 | 9,13  |
|                     | 0,80                      | 1.480                        | 2.300      | 2.600      | 850        | 2,55                 | 11,16                 | 13,05        | 11,42 | 10,02 | 8,82  | 7,78  | 6,86  | 6,08  | 5,36  |
|                     | 0,95                      | 2.050                        | 2.900      | 2.900      | 1.050      | 2,57                 | 11,67                 | 16,59        | 14,37 | 12,95 | 11,75 | 10,50 | 9,75  | 7,51  | 8,96  |
|                     | 1,25                      | 2.800                        | 3.400      | 3.400      | 1.350      | 2,60                 | 13,19                 | 20,00        | 20,00 | 17,91 | 15,89 | 14,13 | 12,61 | 11,28 | 10,19 |
| 130                 | 0,80                      | 1.350                        | 2.450      | 2.500      | 800        | 2,79                 | 13,85                 | 14,31        | 12,52 | 10,99 | 9,67  | 8,53  | 7,54  | 6,67  | 5,90  |
|                     | 0,95                      | 1.850                        | 2.750      | 2.800      | 1.000      | 2,80                 | 14,72                 | 17,95        | 15,75 | 13,67 | 12,23 | 10,85 | 9,63  | 8,57  | 7,63  |
|                     | 1,25                      | 2.700                        | 3.300      | 3.300      | 1.300      | 2,83                 | 16,32                 | 20,00        | 20,00 | 19,63 | 17,41 | 15,49 | 13,82 | 12,96 | 11,08 |
|                     | 0,80                      | 1.250                        | 2.300      | 2.450      | 800        | 3,02                 | 15,93                 | 15,57        | 13,61 | 11,95 | 10,52 | 9,28  | 8,20  | 7,26  | 6,42  |
| 140                 | 0,95                      | 1.700                        | 2.650      | 2.750      | 950        | 3,04                 | 17,28                 | 19,54        | 17,13 | 15,08 | 13,33 | 11,80 | 10,48 | 9,32  | 8,36  |
|                     | 1,25                      | 2.600                        | 3.200      | 3.250      | 1.250      | 3,07                 | 19,90                 | 20,00        | 20,00 | 20,00 | 18,94 | 16,85 | 15,04 | 13,45 | 12,05 |
|                     | 0,80                      | 1.150                        | 2.200      | 2.300      | 800        | 3,26                 | 20,45                 | 16,82        | 14,71 | 12,81 | 11,37 | 10,03 | 8,87  | 7,84  | 6,95  |
|                     | 0,95                      | 1.650                        | 2.550      | 2.650      | 950        | 3,27                 | 21,69                 | 20,00        | 18,51 | 16,30 | 14,40 | 12,76 | 11,33 | 10,07 | 8,97  |
| 150                 | 1,25                      | 2.550                        | 3.100      | 3.150      | 1.250      | 3,30                 | 23,07                 | 20,00        | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 18,21 | 16,25 | 14,53 | 13,03 |
|                     | 0,80                      | 1.050                        | 2.050      | 2.150      | 750        | 3,48                 | 24,43                 | 18,07        | 15,81 | 13,86 | 12,22 | 10,76 | 9,53  | 8,43  | 7,47  |
|                     | 0,95                      | 1.500                        | 2.500      | 2.600      | 900        | 3,51                 | 25,67                 | 20,00        | 18,88 | 17,51 | 15,47 | 13,71 | 12,17 | 10,83 | 9,64  |
|                     | 1,25                      | 2.400                        | 3.050      | 3.050      | 1.200      | 3,64                 | 28,55                 | 20,00        | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 19,67 | 17,48 | 15,62 | 14,01 |

Para o pré dimensionamento das lajes, iremos adotar o modelo de SteelDeck. As lajes em steel deck, de maneira simplificada são telha de aço galvanizada que é preenchida com uma camada de concreto. Desta forma, a telha de aço galvanizado funciona como forma para a estrutura de concreto e como armadura de flexão positiva

Laje SteelDeck MF-50 Características: - Espessura da laje em 11cm - Carga de 208Kg/m<sup>2</sup>

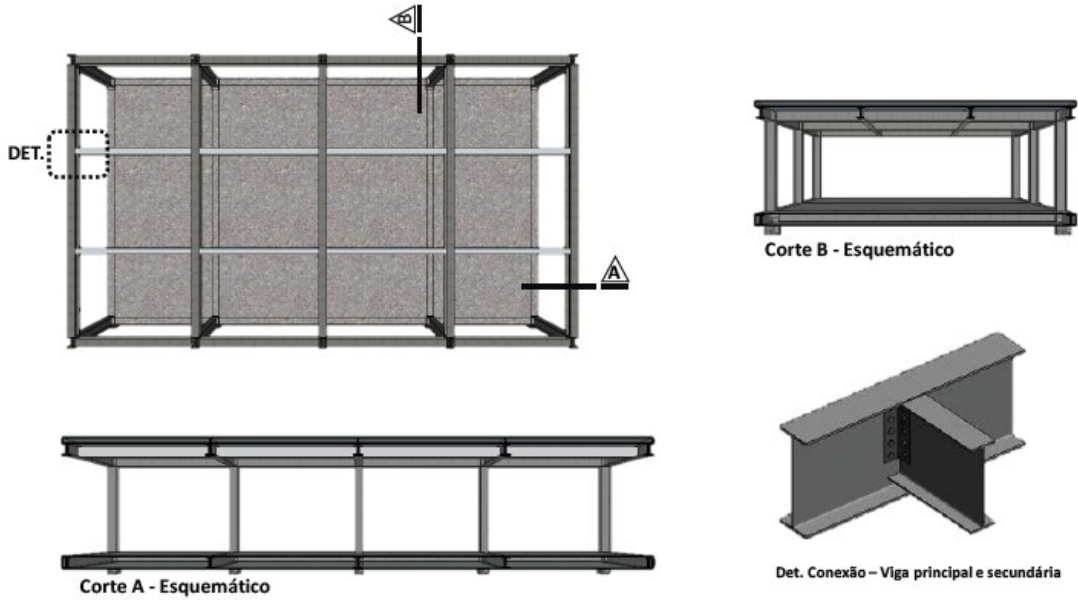


## SISTEMA ESTRUTURAL – MODULAÇÃO DOS PAINÉIS DA LAJE -

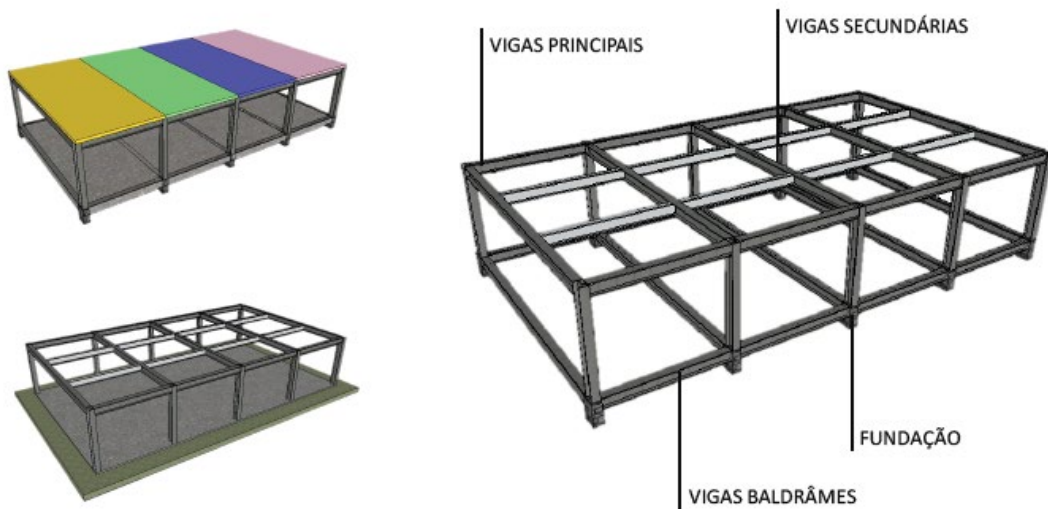


# AÇO

## SISTEMA ESTRUTURAL – MODULAÇÃO DOS PAINÉIS DA LAJE



## SISTEMA ESTRUTURAL – MODULAÇÃO DOS PAINÉIS DA LAJE



## AÇO

# CÁLCULOS

## CÁLCULOS MATEMÁTICOS INICIAIS

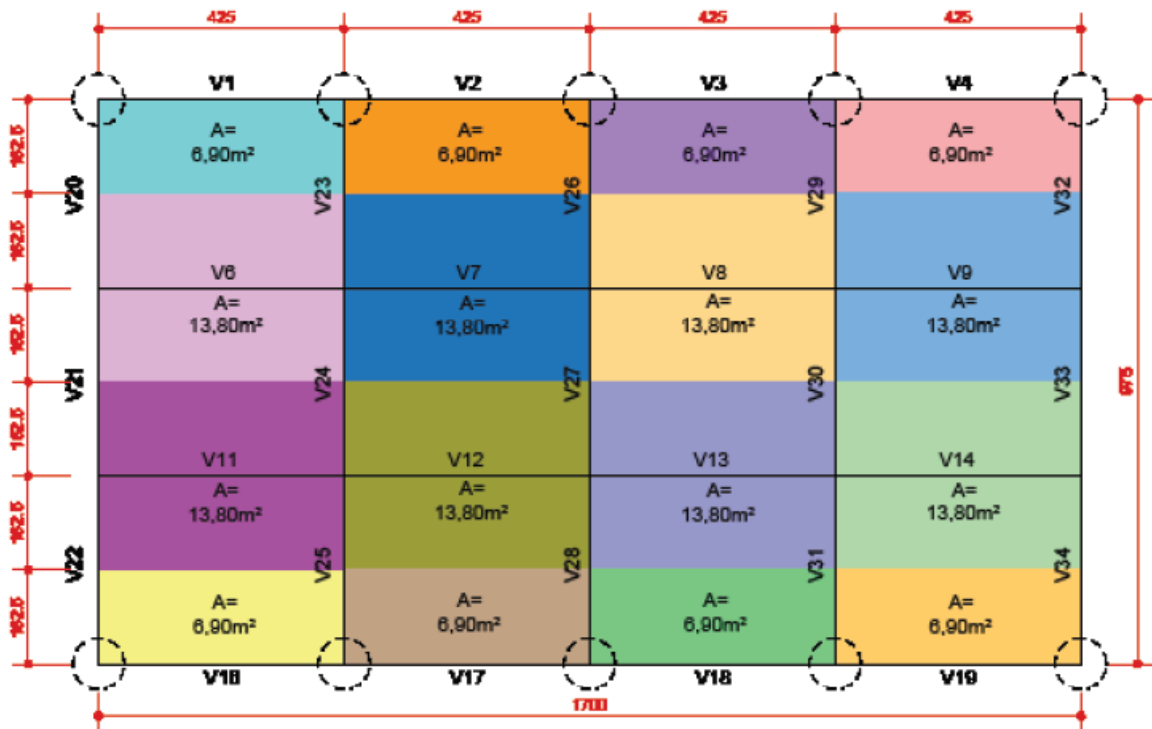
### CÁLCULO DA CARGA

Steel deck =  $208 \text{ Kgf/m}^2$   
Carga accidental =  $100 \text{ Kgf/m}^2$   
Forro =  $50 \text{ Kgf/m}^2$

**CARGA TOTAL:  $358 \text{ Kgf/m}^2$**

# AÇO

## ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS VIGAS E VIGAS SECUNDÁRIAS



## CÁLCULO DA CARGA DISTRIBUÍDA

$$\text{Carga distribuída} = \text{Kgf/m}^2 \times \text{Ainf m}^2/\text{comp. (4,25)}$$

$$\text{Peso da laje (conferido na tabela)} = 21 \text{ Kgf/m}^2$$

**CARGA TOTAL:**

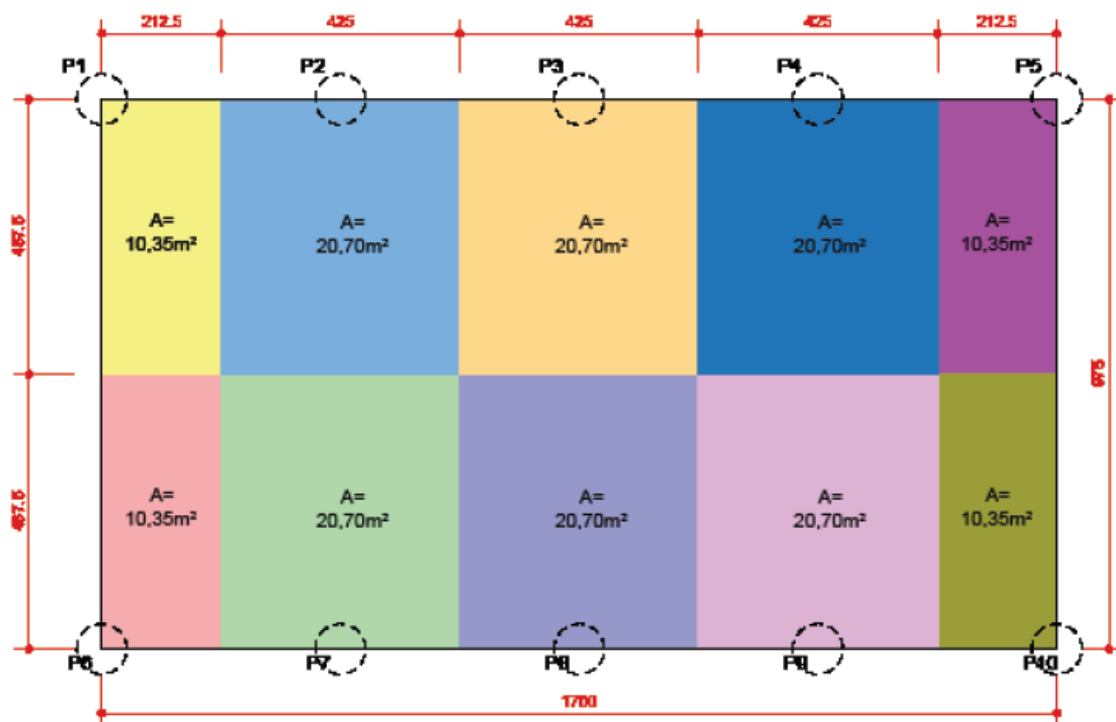
Carga distribuída =

$$358 \times 13,81 / 4,25 = 1163,3 \text{ Kgf/m} + 21 = 1184,3 \text{ Kgf/m}$$



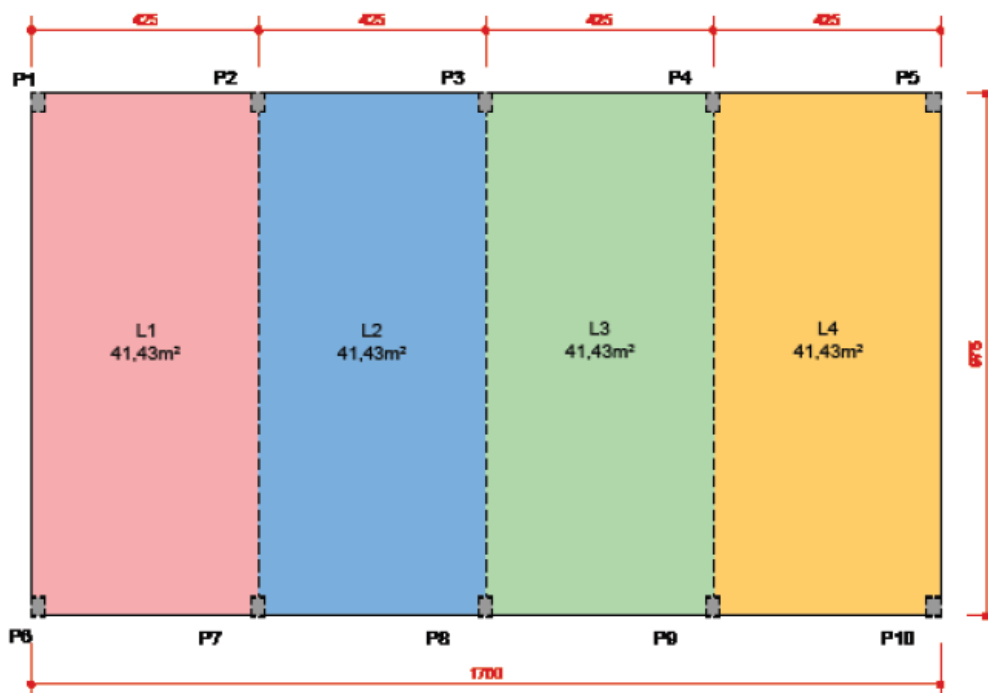
# AÇO

## ÁREA DE INFLUÊNCIA DOS PILARES



Planta baixa –  
Início das atividades de análise estrutural

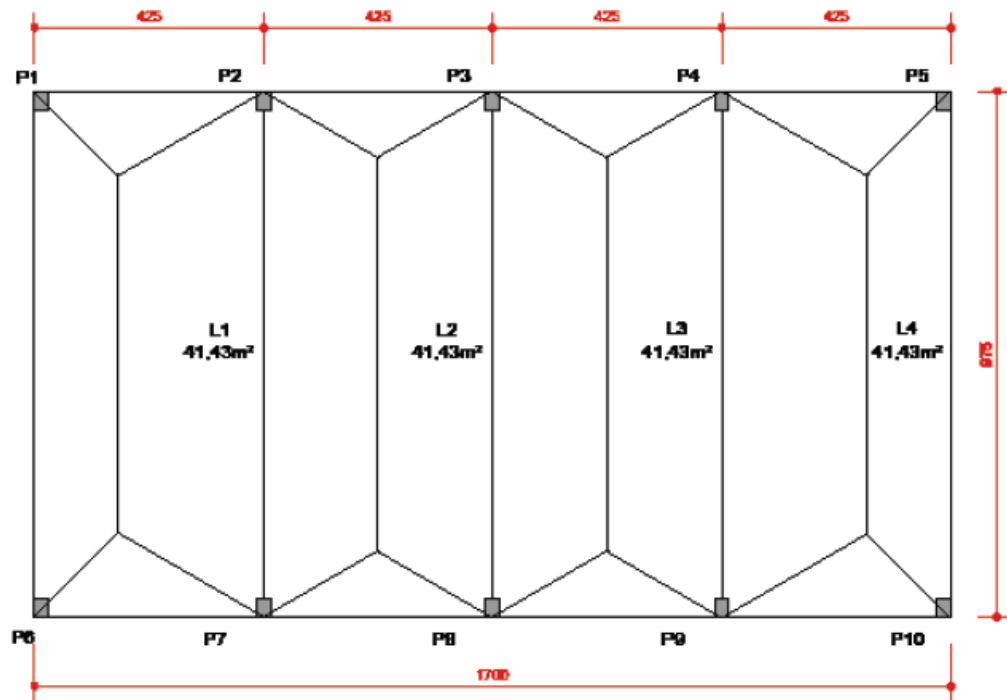
## INDICAÇÃO DOS PILARES.



LAJES,  
VIGAS PRINCIPAIS E  
VIGAS SECUNDÁRIAS

# AÇO

## CÁLCULO - ESFORÇO LAJE

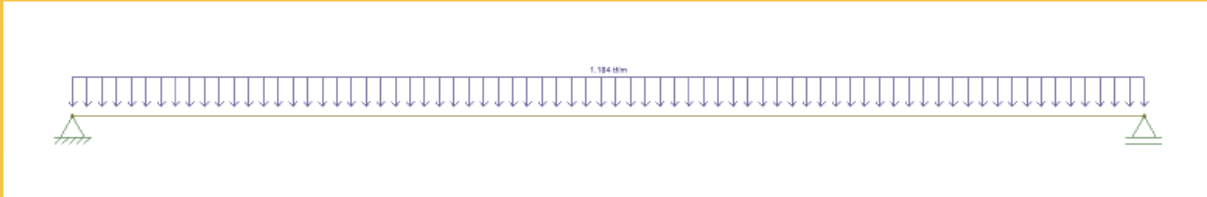


# F TOOL

TWO-DIMENSIONAL FRAME ANALYSIS TOOL

# AÇO

## FTOOL ATUAÇÃO DAS FORÇAS NA VIGA SECUNDÁRIA - CARGA DISTRIBUÍDA

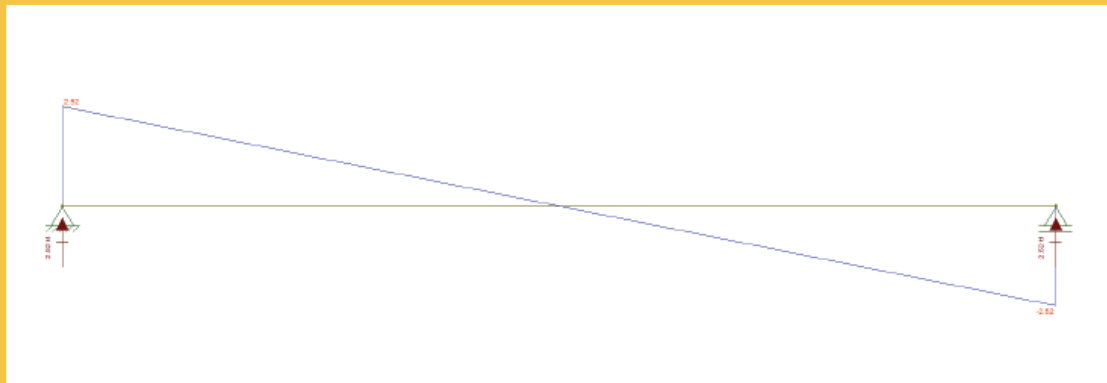


## FTOOL DIAGRAMA DE FORÇA AXIAL

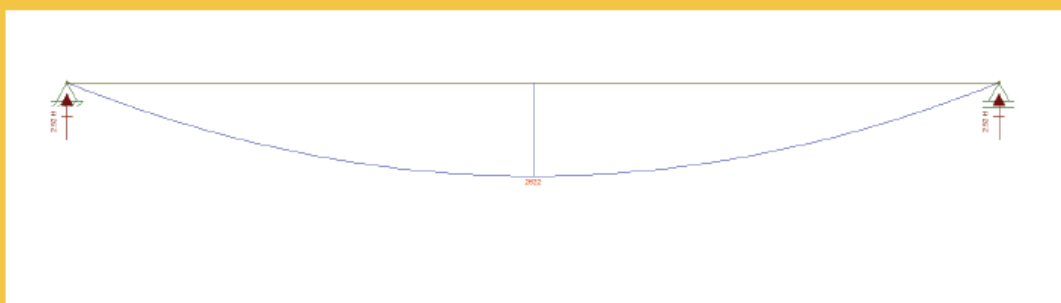


# AÇO

## FTOOL DIAGRAMA DE FORÇA CORTANTE

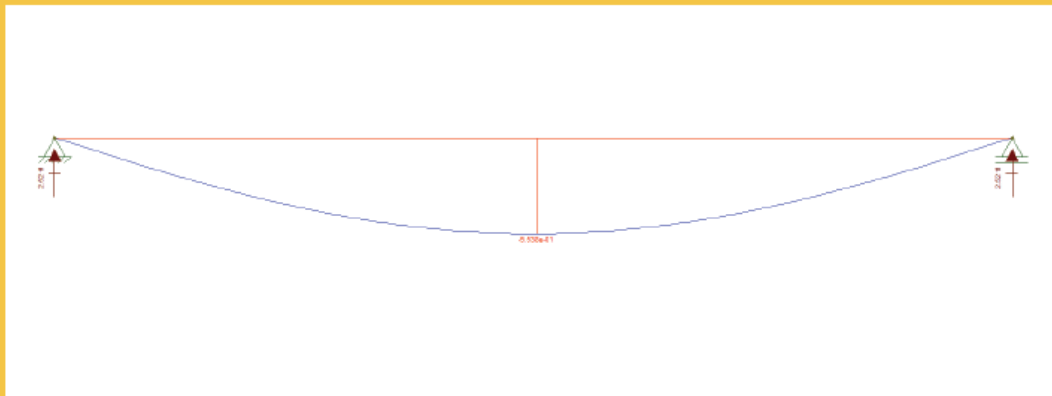


## FTOOL DIAGRAMA DE MOMENTO FLETOR



# AÇO

## FTOOL DIAGRAMA DE DEFORMAÇÃO



## VISUAL METAL

Visualizador de propriedades de um perfil laminado (I-beam) no software FTOOL.

**Identificação:** Perfil W 310 x 23,8

**Dimensões:**

|                |        |                |                      |                |                       |
|----------------|--------|----------------|----------------------|----------------|-----------------------|
| d              | 305 mm | A <sub>g</sub> | 30,7 cm <sup>2</sup> | W <sub>x</sub> | 280 cm <sup>3</sup>   |
| t <sub>w</sub> | 5,5 mm | P              | 23,8 kg/m            | W <sub>y</sub> | 22,9 cm <sup>3</sup>  |
| b <sub>f</sub> | 101 mm | I <sub>x</sub> | 4346 cm <sup>4</sup> | Z <sub>x</sub> | 333,2 cm <sup>3</sup> |
| t <sub>f</sub> | 6,7 mm | I <sub>y</sub> | 116 cm <sup>4</sup>  | Z <sub>y</sub> | 36,3 cm <sup>3</sup>  |
|                |        | I <sub>t</sub> | 4,55 cm <sup>4</sup> |                |                       |

**Compr. Flambagem:** L<sub>lx</sub> 425 cm, L<sub>ly</sub> 425 cm, L<sub>b</sub> 425 cm

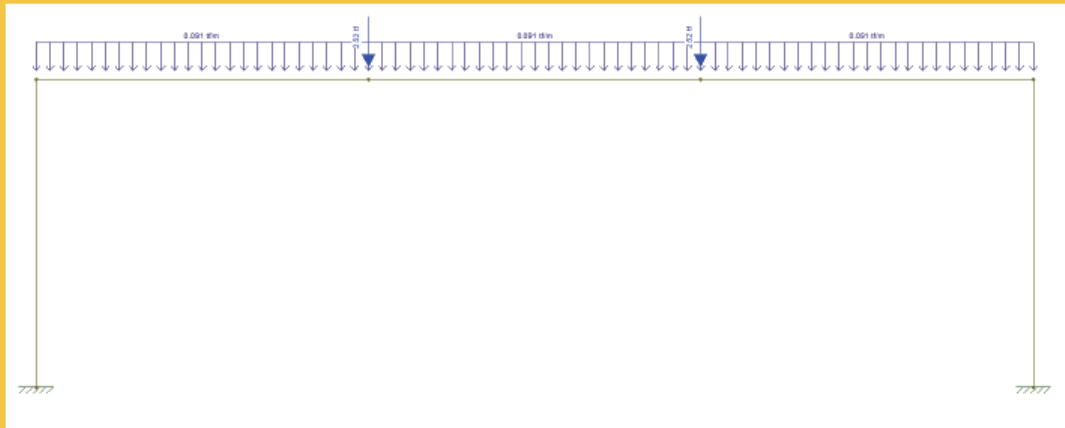
**Solicitações:** N<sub>d</sub> 0,60 kN, V<sub>d</sub> 2,52 kN, M<sub>dx</sub> 2622 kN.cm, M<sub>dy</sub> 0,00 kN.cm

**Resultados:** R<sub>d</sub>(N<sub>d</sub>) 0,00 kN, R<sub>d</sub>(V<sub>d</sub>) 211,36 kN, R<sub>d</sub>(M<sub>dx</sub>) 2627,72 kN.cm, R<sub>d</sub>(M<sub>dy</sub>) 0,00 kN.cm, R<sub>d</sub>(M<sub>dx</sub>/N<sub>d</sub>) 0,00 <- 1

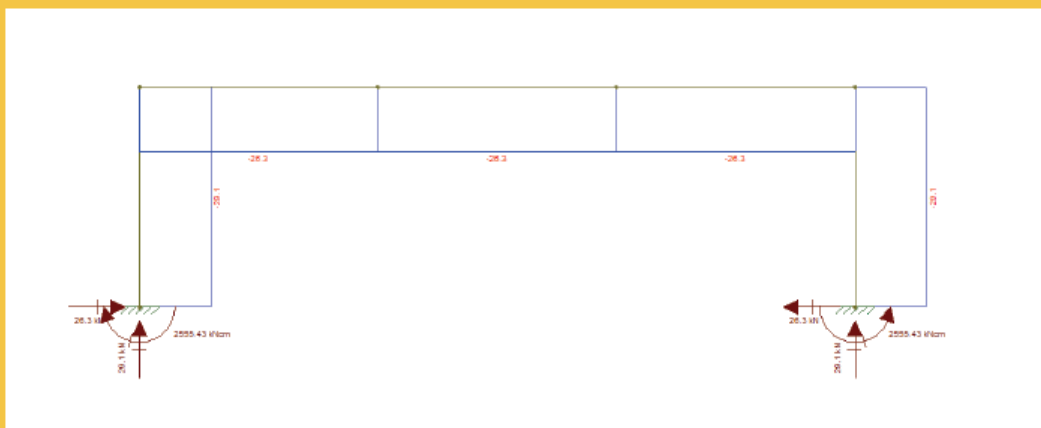
Botões: Calcular, Mais Leve, Relatório, Ok

# AÇO

## FTOOL ATUAÇÃO DAS FORÇAS NA VIGA PRINCIPAL - CARGA DISTRIBUÍDA

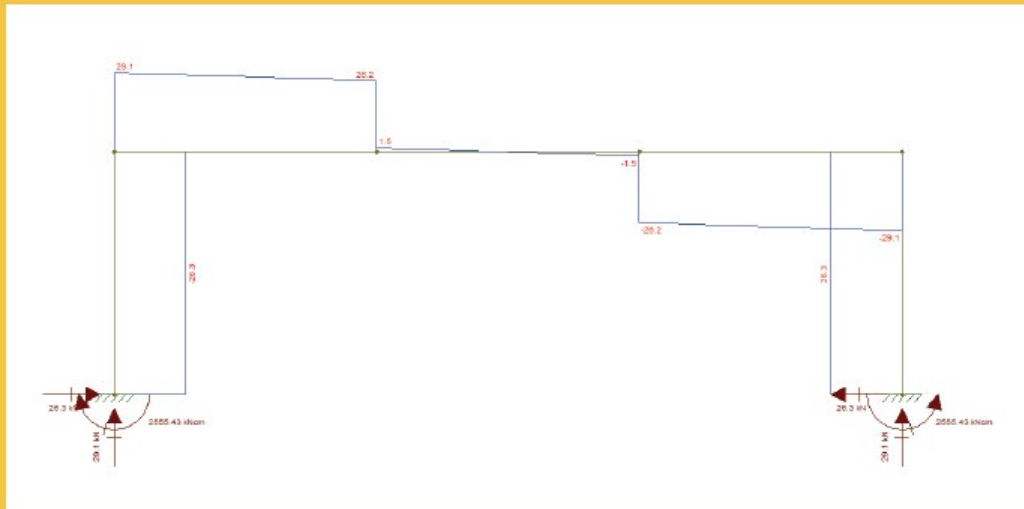


## FTOOL DIAGRAMA DE FORÇA AXIAL

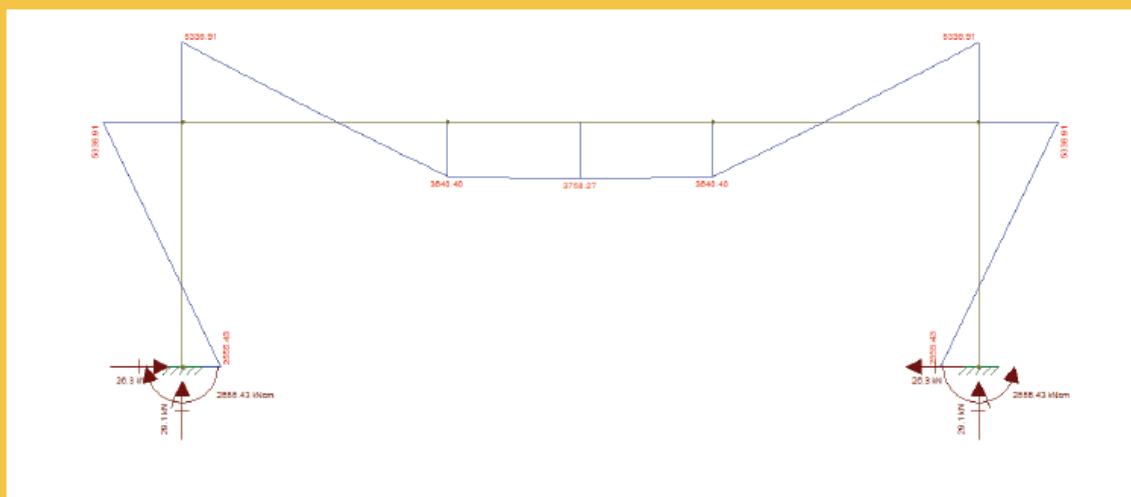


# AÇO

**FTOOL**  
DIAGRAMA DE FORÇA CORTANTE

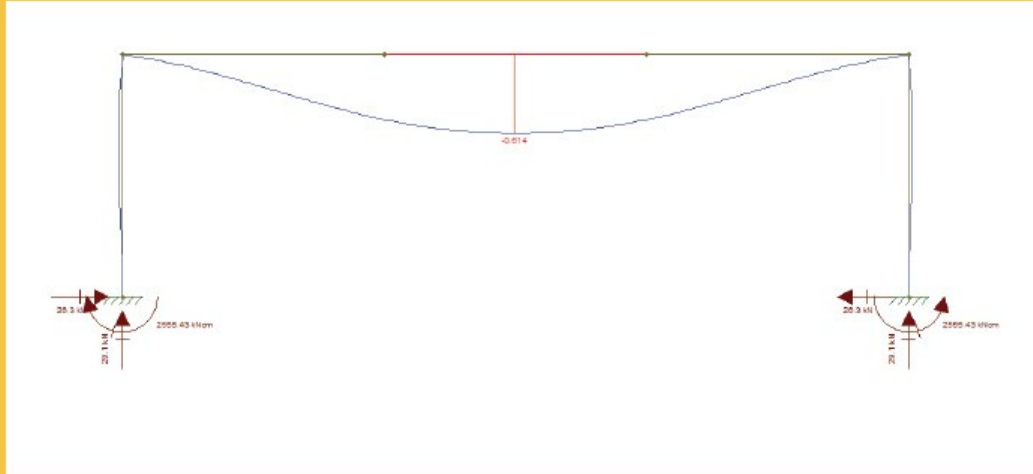


**FTOOL**  
DIAGRAMA DE MOMENTO FLETOR



# AÇO

## FTOOL DIAGRAMA DE DEFORMAÇÃO



## VISUAL METAL

Identificação  
Perfil W 360 x 75

Dimensões

|    |          |    |           |    |            |
|----|----------|----|-----------|----|------------|
| d  | 354 mm   | Ag | 101,2 cm² | Wx | 1283,2 cm³ |
| P  | 79 kgf/m | Wy | 235,7 cm³ | Ix | 22713 cm⁴  |
| tw | 9,4 mm   | Zx | 1437 cm³  | Iy | 2416 cm⁴   |
| M  | 205 mm   | Zy | 361,9 cm³ | It | 82,41 cm⁴  |
| tf | 16,8 mm  |    |           |    |            |

Resultados

|                  |                |                            |
|------------------|----------------|----------------------------|
| Compr. Flambagem | Solicitações   | Resultados                 |
| Lfb [975] cm     | Nd 26,3 kN     | Rd(Nd) 2277,00 kN OK!      |
| Lfy [975] cm     | Vd 29,1 kN     | Rd(Vd) 411,79 kN OK!       |
| Lb [975] cm      | Mdx 4910 kN.cm | Rd(Mdx) 18271,00 kN.cm OK! |
|                  | Mdy 6,00 kN.cm | Rd(Mdy) 0,60 kN.cm         |
|                  |                | Rd(Mdx+Ndx) 0,28 <= 1 OK!  |

PERFIL VIGA PRINCIPAL

Identificação  
Perfil W 360 x 75

Dimensões

|    |          |    |           |    |            |
|----|----------|----|-----------|----|------------|
| d  | 354 mm   | Ag | 101,2 cm² | Wx | 1283,2 cm³ |
| P  | 79 kgf/m | Wy | 235,7 cm³ | Ix | 22713 cm⁴  |
| tw | 9,4 mm   | Zx | 1437 cm³  | Iy | 2416 cm⁴   |
| M  | 205 mm   | Zy | 361,9 cm³ | It | 82,41 cm⁴  |
| tf | 16,8 mm  |    |           |    |            |

Resultados

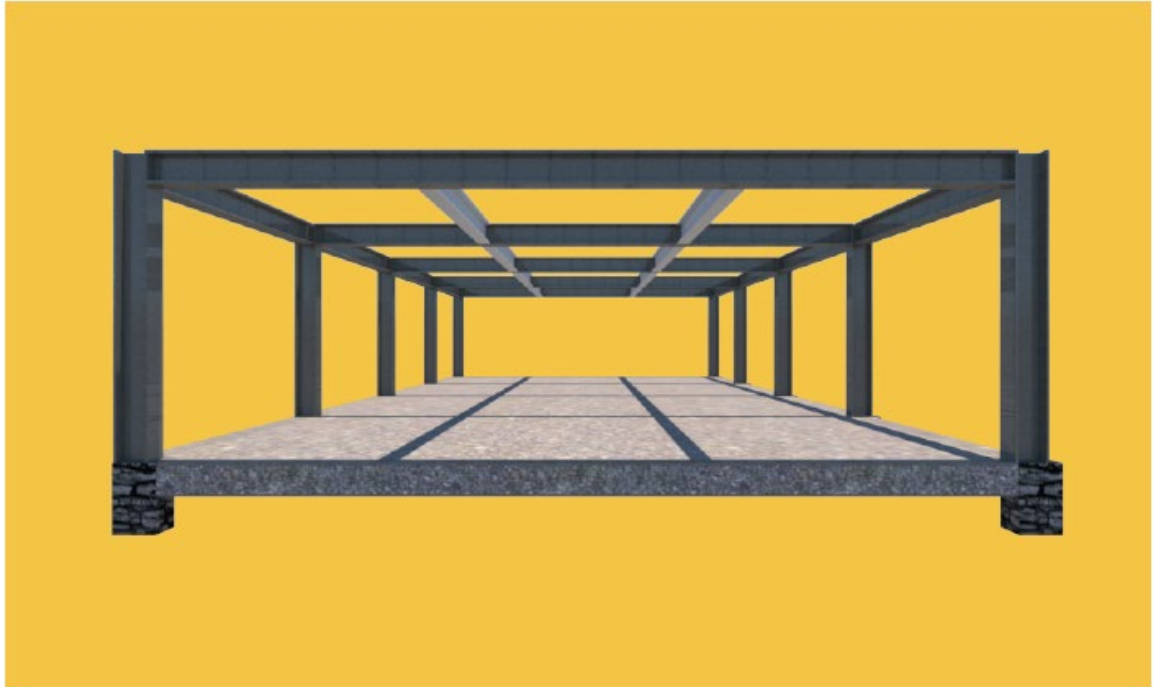
|                  |                |                            |
|------------------|----------------|----------------------------|
| Compr. Flambagem | Solicitações   | Resultados                 |
| Lfb [300] cm     | Nd 29,1 kN     | Rd(Nd) 2277,00 kN OK!      |
| Lfy [300] cm     | Vd 26,3 kN     | Rd(Vd) 411,79 kN OK!       |
| Lb [300] cm      | Mdx 5336 kN.cm | Rd(Mdx) 31270,40 kN.cm OK! |
|                  | Mdy 0,60 kN.cm | Rd(Mdy) 0,60 kN.cm         |
|                  |                | Rd(Mdx+Ndx) 0,16 <= 1 OK!  |

PERFIL PILAR



# AÇO

## MODELAGEM 3D DA ESTRUTURA



## MODELAGEM 3D DA ESTRUTURA



# AÇO

## BIBLIOGRAFIA

<https://www.archdaily.com.br/br/623572/feliz-aniversario-philip-johnson>

<https://archtrends.com/blog/glass-house/>

<https://br.pinterest.com/pin/406238828872355798/> <https://br.pinterest.com/serramendes/philip-johnson/>

<http://theglasshouse.org/learn/architectural-drawings/>

[https://www.archdaily.com/866964/20-beautiful-axonometric-drawings-of-iconic-buildings/58c04a40e58eceac9c000031-20-beautiful-axonometric-drawings-of-iconic-buildings-image?next\\_project=no](https://www.archdaily.com/866964/20-beautiful-axonometric-drawings-of-iconic-buildings/58c04a40e58eceac9c000031-20-beautiful-axonometric-drawings-of-iconic-buildings-image?next_project=no)

<https://www.behance.net/gallery/26066707/Glass-House-Philip-Johnson>



## AÇO

## Centro Cultural

Helena Cavalcanti Borges

6

Pré-dimensionamento projeto final

Helena Cavalcanti Borges

## Localização

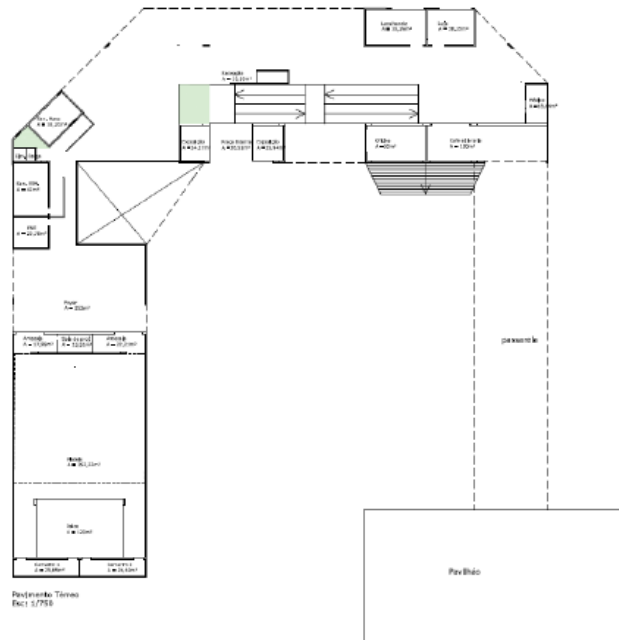
O projeto em estudo é um Centro Cultural localizado no Eixo Monumental de Brasília. A ideia é trazer um espaço de cultura e desconpressão para um local que hoje é só destinado a passagem.



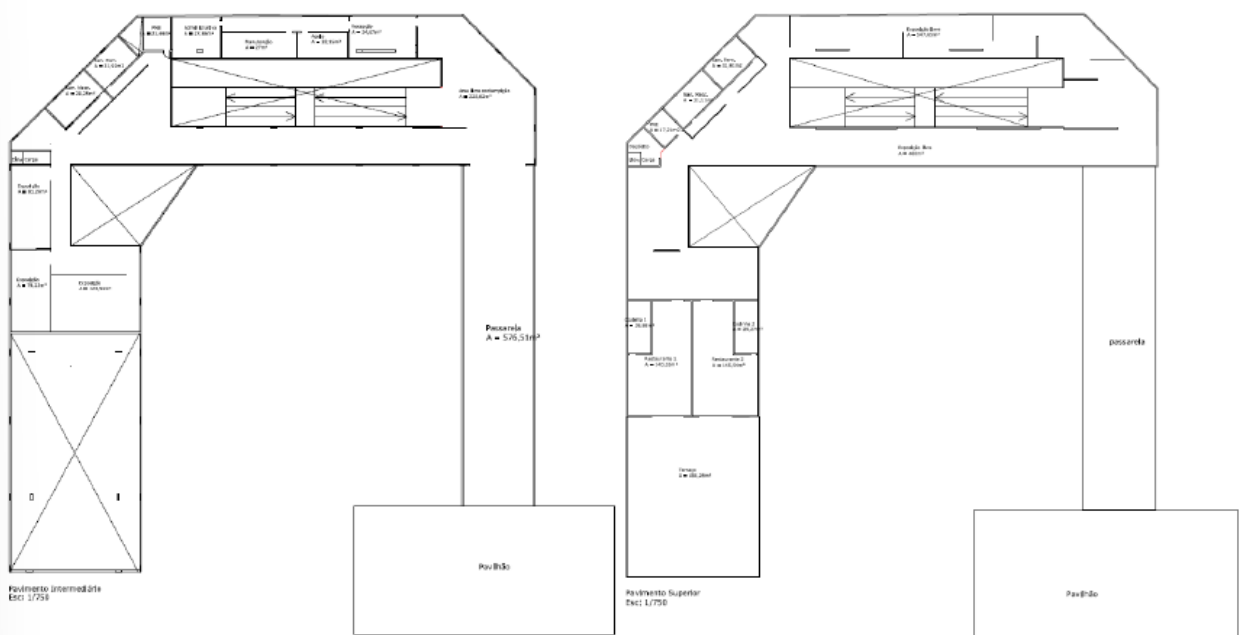
<sup>6</sup> Projeto arquitetônico elaborado pelo aluno

# AÇO

## Planta de arquitetura – Pavimento Térreo



## Planta de arquitetura – Pavimento Intermediário e Superior





# AÇO

## Escolha da Laje

A escolha da laje para o projeto foi a Steel Deck MF75 pois os vãos a serem alcançados são grandes, chegando ao máximo de 13,25 m e pela carga do uso – centro cultural. No primeiro momento o maior vão era de 22,66 metros, exigindo uma estrutura muito robusta, nesses trechos os vãos foram divididos por pilares resultando em vãos de 11,33m. Atendendo ao uso e dimensão da laje.

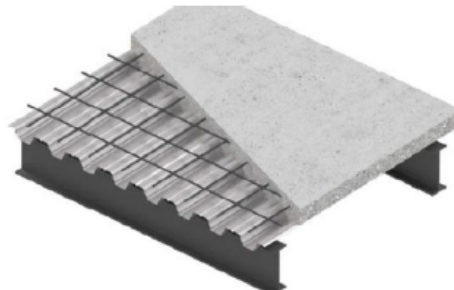
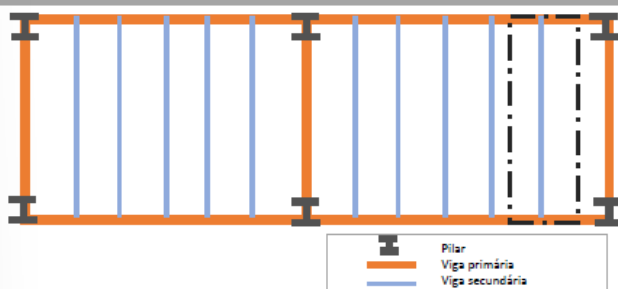


Tabela de cargas e vãos máximos - MF 75

| Alarg. da Laje (cm) | Espessura da Laje (cm) | Vãos Máximos em Decímetros |            |            |            | Peso da Laje (kg/m²) | Carga (temperatura máxima 50°C) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|----------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     |                        | Simétrico                  | Asimétrico | Asimétrico | Asimétrico |                      | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 |      |      |      |      |      |      |
| 100                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 150                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 200                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 250                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 300                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 350                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 400                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 450                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 500                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 550                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 600                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 650                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 700                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 750                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 800                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 850                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 900                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 950                 | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |
| 1000                | 2,00                   | 2,20                       | 2,30       | 2,40       | 2,50       | 30,00                | 1,00                            | 1,20 | 1,40 | 1,60 | 1,80 | 2,00 | 2,20 | 2,40 | 2,60 | 2,80 | 3,00 | 3,20 | 3,40 | 3,60 | 3,80 | 4,00 | 4,20 | 4,40 | 4,60 | 4,80 |

## Pré-dimensionamento – Vigas Secundárias



16 Galerias de arte

A ser determinada em cada caso, porém com o mínimo

**Peso próprio:** O peso próprio da laje foi determinado considerando-se concreto de densidade normal (2.400kg/m³). Entretanto, para se computar as cargas sobrepostas à laje, o valor do peso próprio não precisa ser considerado.

Laje Steel deck MF 75

H laje = 20cm

P.P. laje = 404,82g/m²

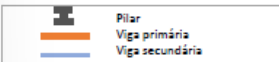
Revestimento = 100 kgf/m²

Carga acidental = 300kgf/m²

$$404,82\text{kgf/m}^2 + 100\text{kgf/m}^2 + 300\text{kgf/m}^2 = 804,82\text{kgf/m}^2$$

# AÇO

## Pré-dimensionamento – Vigas Secundárias



Peso próprio da viga

$$L/15 = 560/15 = 37,33 \rightarrow 38\text{cm}$$

Perfil Gerdau = W410x38,8

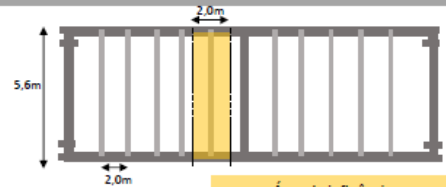
38,8 kgf/m

$$\text{Carga total} = 1609,64 + 38,8 = 1648,44\text{kgf/m}$$

$$\text{Carga total} = 1609,64 + 38,8 = 1648,44\text{kgf/m}$$

$$1648,44\text{kgf/m} / 1000$$

1,64 To

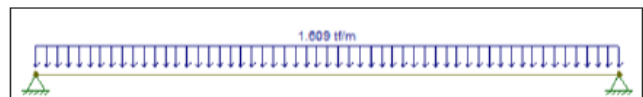


Área de influência  
= 5,6x2,0m  
= 11,20m

$$804,82\text{kgf/m}^2 \times A_i / \text{comprimento viga}$$

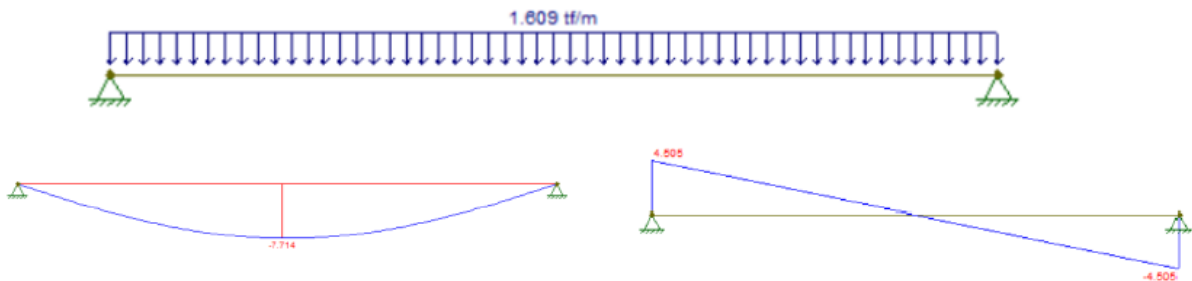
$$804,82 \text{ kgf/m}^2 \times 11,20/5,6$$

$$= 1609,64 \text{ kgf/m}$$



## Verificação Estrutural

Perfil Gerdau = W410x38,8



$$L/250 = 5600/250 = 22,4\text{mm}$$

O perfil é aceito pois seu deslocamento máximo é de 22,4 mm e o do dimensionamento é de 7,71mm

# AÇO

## Verificação Estrutural

Perfil Gerdau = W410x38,8

**Laminado**

Identificação  
Perfil W 410 x 38,8

Dimensões

|    |        |     |           |     |           |
|----|--------|-----|-----------|-----|-----------|
| d  | 399 mm | Agj | 50,3 cm²  | Wxj | 640,5 cm³ |
| tw | 6,4 mm | P   | 38,8 kg/m | Wyj | 57,7 cm³  |
| bf | 140 mm | Ix  | 12777 cm⁴ | Zx  | 736,8 cm³ |
| tf | 8,8 mm | Iy  | 404 cm⁴   | Zy  | 90,9 cm³  |
|    |        | It  | 11,69 cm⁴ |     |           |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Compr. Flambagem

|     |        |
|-----|--------|
| Lfx | 560 cm |
| Lfy | 560 cm |
| Lb  | 560 cm |

Solicitações

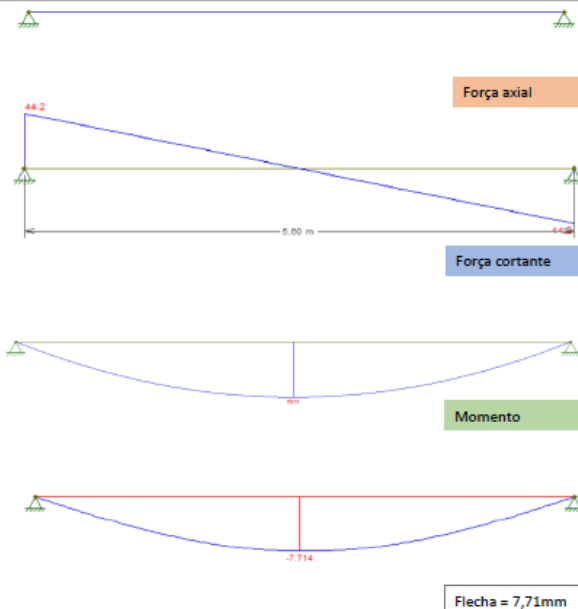
|     |            |
|-----|------------|
| Nd  | 0,00 kN    |
| Vd  | 44,2 kN    |
| Mdx | 6187 kN.cm |
| Mdy | 0,00 kN.cm |

Resultados

|           |               |      |
|-----------|---------------|------|
| Rd(Nd)    | 0,00 kN       |      |
| Rd(Vd)    | 213,99 kN     | Ok!  |
| Rd(Mdx)   | 7483,73 kN.cm | Ok!  |
| Rd(Mdy)   | 0,00 kN.cm    |      |
| Rd(Md+Nd) | 0,00          | <= 1 |

Calcular Mais Leve Relatório Ok

Atende e permite um perfil mais leve



## Verificação Estrutural

Viga secundária – Perfil mais leve

Perfil Gerdau = W250x38,5

**Laminado**

Identificação  
Perfil W 250 x 38,5

Dimensões

|    |         |     |           |     |           |
|----|---------|-----|-----------|-----|-----------|
| d  | 262 mm  | Agj | 49,6 cm²  | Wxj | 462,4 cm³ |
| tw | 6,6 mm  | P   | 38,5 kg/m | Wyj | 80,8 cm³  |
| bf | 147 mm  | Ix  | 6057 cm⁴  | Zx  | 517,8 cm³ |
| tf | 11,2 mm | Iy  | 594 cm⁴   | Zy  | 124,1 cm³ |
|    |         | It  | 17,63 cm⁴ |     |           |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex: vigas)

Compr. Flambagem

|     |        |
|-----|--------|
| Lfx | 560 cm |
| Lfy | 560 cm |
| Lb  | 560 cm |

Solicitações

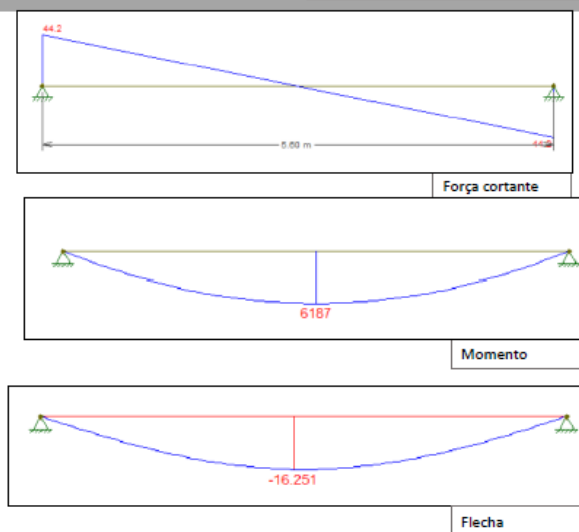
|     |            |
|-----|------------|
| Nd  | 0,00 kN    |
| Vd  | 44,2 kN    |
| Mdx | 6187 kN.cm |
| Mdy | 0,00 kN.cm |

Resultados

|           |               |      |
|-----------|---------------|------|
| Rd(Nd)    | 0,00 kN       |      |
| Rd(Vd)    | 213,99 kN     | Ok!  |
| Rd(Mdx)   | 7483,73 kN.cm | Ok!  |
| Rd(Mdy)   | 0,00 kN.cm    |      |
| Rd(Md+Nd) | 0,00          | <= 1 |

Calcular Mais Leve Relatório Ok

O perfil das vigas secundárias é o W250x38,5







# AÇO

## Verificação Estrutural – Vigas Principais

Perfil Gerdau = W410x38,8

**Identificação**  
Perfil W 410 x 38,8

**Dimensões**

|    |         |    |                       |    |                        |
|----|---------|----|-----------------------|----|------------------------|
| d  | 410 mm  | Ag | 86,3 cm <sup>2</sup>  | Wx | 1203,8 cm <sup>3</sup> |
| tw | 8,8 mm  | P  | 67 kgf/m              | Wy | 154,1 cm <sup>3</sup>  |
| bf | 179 mm  | Ix | 24678 cm <sup>4</sup> | Zx | 1362,7 cm <sup>3</sup> |
| tf | 14,4 mm | Iy | 1379 cm <sup>4</sup>  | Zy | 239 cm <sup>3</sup>    |
|    |         | IT | 48,11 cm <sup>4</sup> |    |                        |

**Resultados**

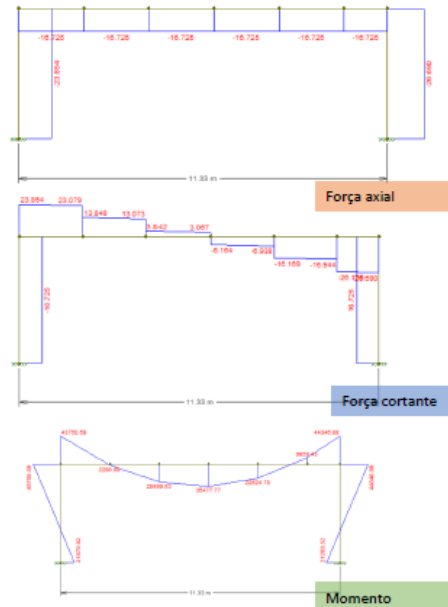
|           |                |              |
|-----------|----------------|--------------|
| Rd(Nd)    | 1941,75 kN     | Ok!          |
| Rd(Vd)    | 446,49 kN      | Ok!          |
| Rd(Mdx)   | 30660,80 kN.cm | Não Ok!      |
| Rd(Mdy)   | 0,00 kN.cm     |              |
| Rd(Md+Nd) | 1,24           | <= 1 Não Ok! |

**Solicitações**

|     |             |
|-----|-------------|
| Nd  | 164,1 kN    |
| Vd  | 261,8 kN    |
| Mdx | 35477 kN.cm |
| Mdy | 0,00 kN.cm  |

Calculador Mais Leve Relatório  Ok

Ao utilizar o perfil W410x38,8, observou-se que não atende as exigências dadas pelo Visual Metal



## Verificação Estrutural – Vigas Principais

Perfil Gerdau = W530x72

**Identificação**  
Perfil W 530 x 72

**Dimensões**

|    |         |    |                       |    |                        |
|----|---------|----|-----------------------|----|------------------------|
| d  | 524 mm  | Ag | 91,6 cm <sup>2</sup>  | Wx | 1525,5 cm <sup>3</sup> |
| tw | 9 mm    | P  | 72 kgf/m              | Wy | 156 cm <sup>3</sup>    |
| bf | 207 mm  | Ix | 39969 cm <sup>4</sup> | Zx | 1755,9 cm <sup>3</sup> |
| tf | 10,9 mm | Iy | 1615 cm <sup>4</sup>  | Zy | 244,6 cm <sup>3</sup>  |
|    |         | IT | 33,41 cm <sup>4</sup> |    |                        |

**Resultados**

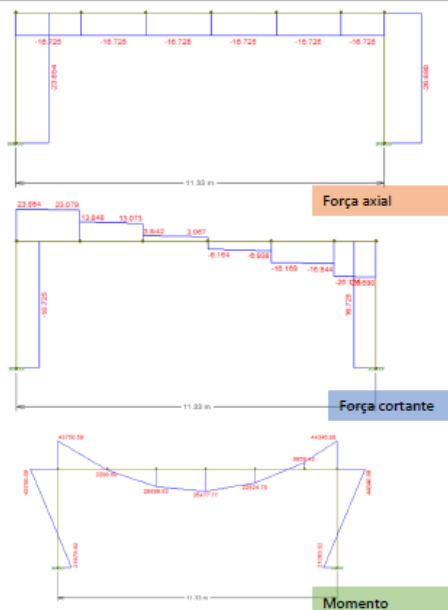
|           |                |          |
|-----------|----------------|----------|
| Rd(Nd)    | 2061,00 kN     | Ok!      |
| Rd(Vd)    | 583,60 kN      | Ok!      |
| Rd(Mdx)   | 39507,80 kN.cm | Ok!      |
| Rd(Mdy)   | 0,00 kN.cm     |          |
| Rd(Md+Nd) | 0,98           | <= 1 Ok! |

**Solicitações**

|     |             |
|-----|-------------|
| Nd  | 164,1 kN    |
| Vd  | 261,8 kN    |
| Mdx | 35477 kN.cm |
| Mdy | 0,00 kN.cm  |

Calculador Mais Leve Relatório  Ok

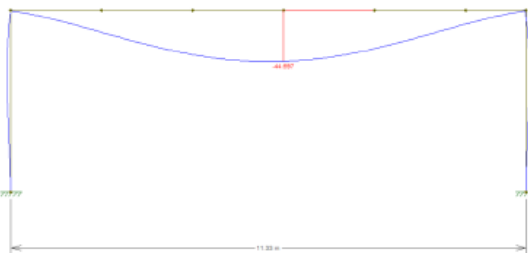
O perfil mais leve que atende as exigências foi o W530x72



# AÇO

## Verificação Estrutural – Vigas Principais

Perfil Gerdau = W530x72



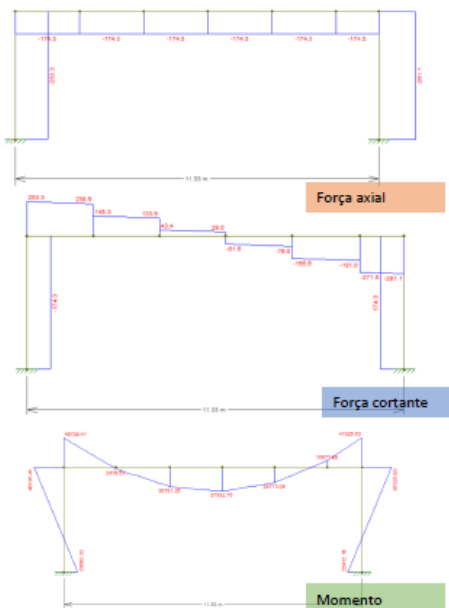
Flecha alcançada < Flecha máxima

Flecha máxima = 45,32  
Flecha projeto = 44,69

O perfil mais leve que atende as exigências foi o W530X72

## Verificação Estrutural – Pilares

Perfil Gerdau = W530x72



Ao utilizar o perfil W530x72 (o mesmo utilizado nas vigas principais), observou-se que não atende as exigências dadas pelo Visual Metal

# AÇO

## Verificação Estrutural – Pilares

Perfil Gerdau = W530x92

**Laminado**

Identificação  
Perfil W 530 x 92

**Dimensões**

|    |         |    |                       |    |                        |
|----|---------|----|-----------------------|----|------------------------|
| d  | 533 mm  | Ag | 117,6 cm <sup>2</sup> | Wx | 2069,7 cm <sup>3</sup> |
| tw | 10,2 mm | P  | 92 kgf/m              | Wy | 227,6 cm <sup>3</sup>  |
| bf | 209 mm  | Ix | 55157 cm <sup>4</sup> | Zx | 2359,8 cm <sup>3</sup> |
| tf | 15,6 mm | Iy | 2379 cm <sup>4</sup>  | Zy | 354,7 cm <sup>3</sup>  |
|    |         | IT | 75,5 cm <sup>4</sup>  |    |                        |

Perfil indicado para elementos sujeitos à flexão composta (Ex.: vigas)

**Compr. Flambagem**

|     |         |
|-----|---------|
| Lfx | 1133 cm |
| Lfy | 1133 cm |
| Lb  | 200 cm  |

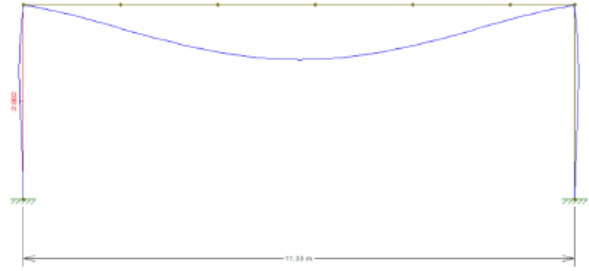
**Solicitações**

|     |                |
|-----|----------------|
| Nd  | 281,1 kN       |
| Vd  | 174,3 kN       |
| Mdx | 47325,63 kN.cm |
| Mdy | 0,00 kN.cm     |

**Resultados**

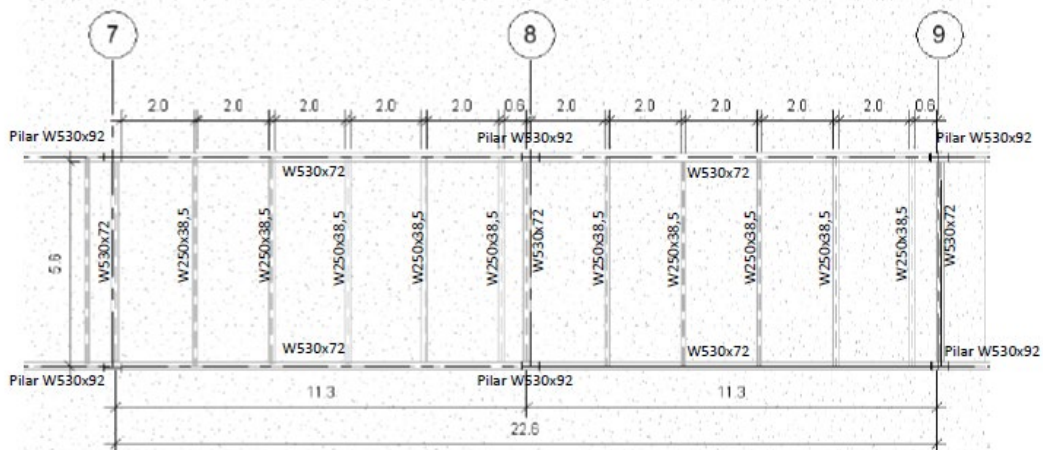
|           |                |          |
|-----------|----------------|----------|
| Rd(Nd)    | 2646,00 kN     | OK!      |
| Rd(Vd)    | 672,78 kN      | OK!      |
| Rd(Mdx)   | 53095,50 kN.cm | OK!      |
| Rd(Mdy)   | 0,00 kN.cm     |          |
| Rd(Md+Nd) | 1,00           | <= 1 OK! |

Calcular Mais Leve Relatório  Ok



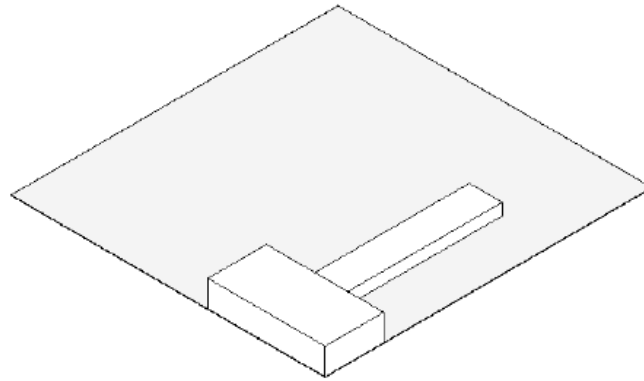
O perfil que aceita as condições estabelecidas é o W530x92

## Planta de Fôrma

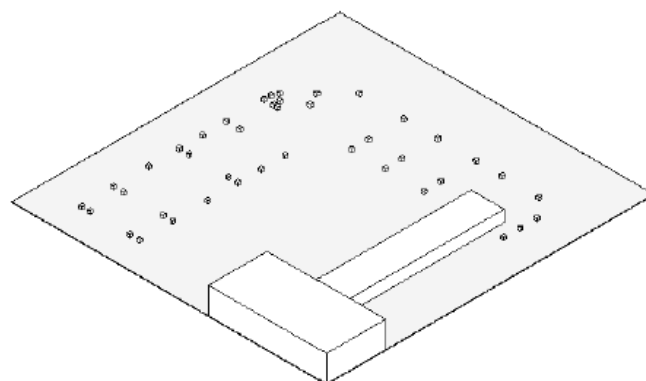


# AÇO

## Pré-dimensionamento Estrutural

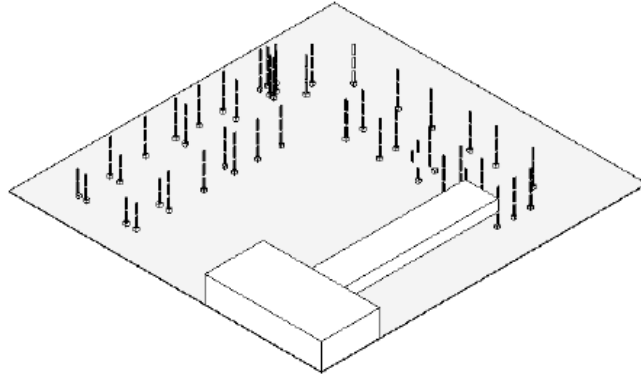


## Pré-dimensionamento Estrutural

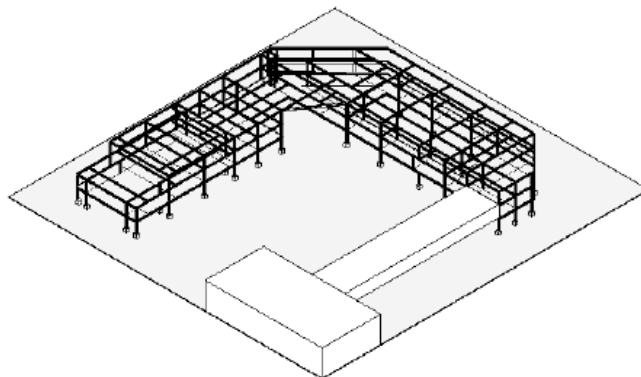


# AÇO

## Pré-dimensionamento Estrutural

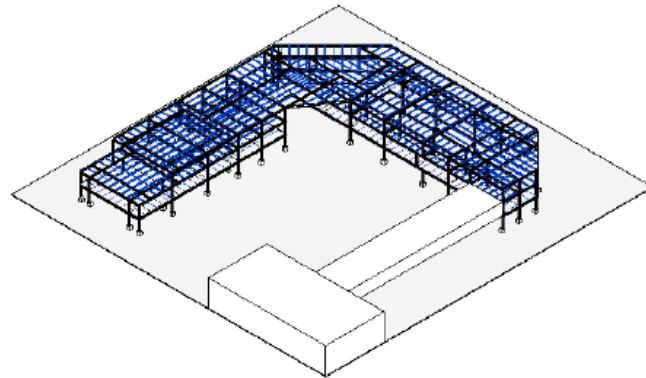


## Pré-dimensionamento Estrutural

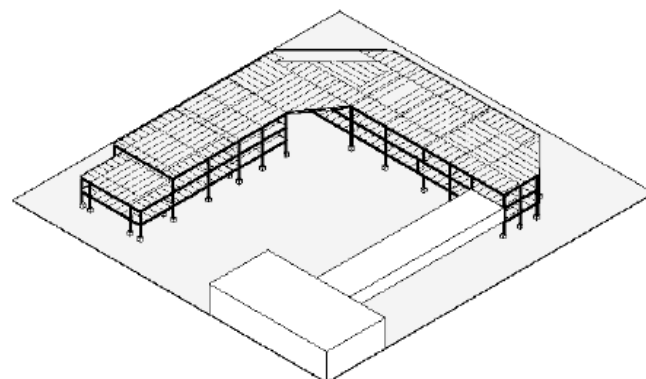


# AÇO

## Pré-dimensionamento Estrutural

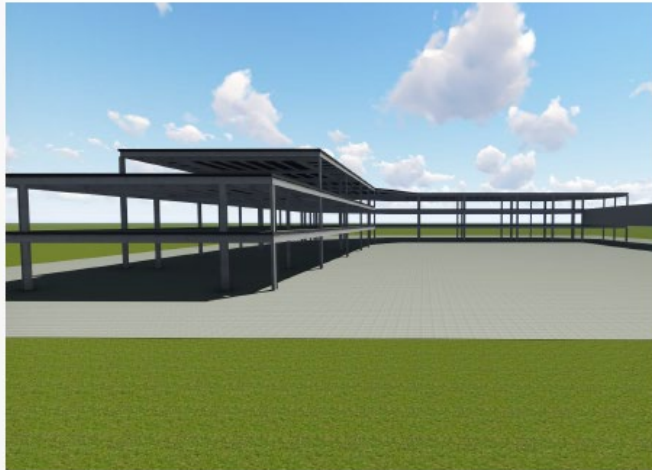


## Pré-dimensionamento Estrutural



# AÇO

## Maquete Eletrônica



Trecho estudado para dimensionamento dos pilares e vigas



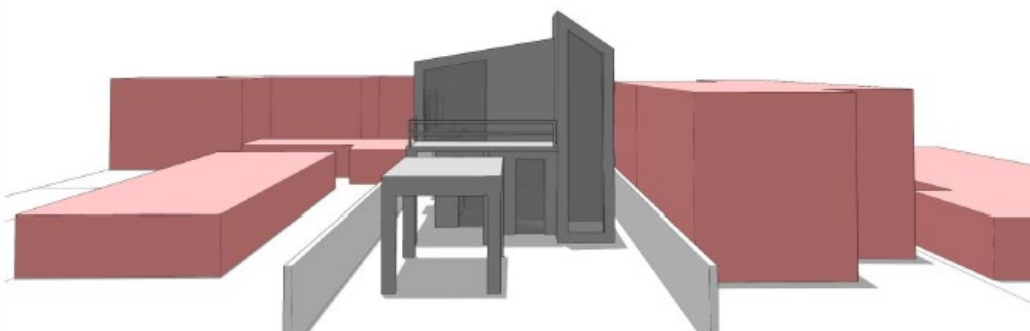
# CONCRETO

## Projeto Residencial

**Juliana Anjos  
Natália Gabrielle  
Priscila Medeiros**

7

# PROJETO RESIDENCIAL



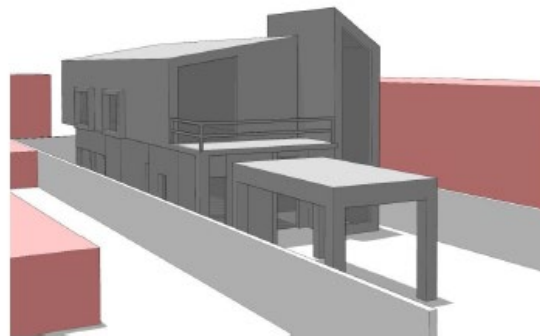
ALUNAS: JULIANA ANJOS, NATÁLIA GABRIELLE E PRISCILA MEDEIROS

SISTEMAS ESTRUTURAIS V

<sup>7</sup> Projeto arquitetônico elaborado pelos alunos.

## CONCRETO

## DADOS GERIAS



- Área construída: 199m<sup>2</sup>.
- Área do terreno: 406m<sup>2</sup>.
- Materialidade: Concreto.
- Estrutura: Concreto.
- Localização: Samambaia, DF.

## CONCEITO

## INTEGRAÇÃO

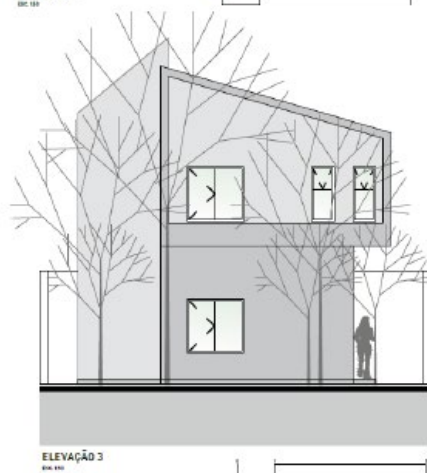
Planta livre que promove a continuidade dos ambientes, fazendo com que os mesmos sejam utilizados de forma unificada;

## VOLUMETRIA

O partido arquitetônico baseou-se na composição volumétrica; busca o dinamismo na fachada e se destacar dos padrões arquitetônicos do entorno;



ELEVAÇÃO 1



ELEVAÇÃO 3

# CONCRETO



ELEVÇÃO 1  
01/14



ELEVÇÃO 3  
02/14

## CONCEITO

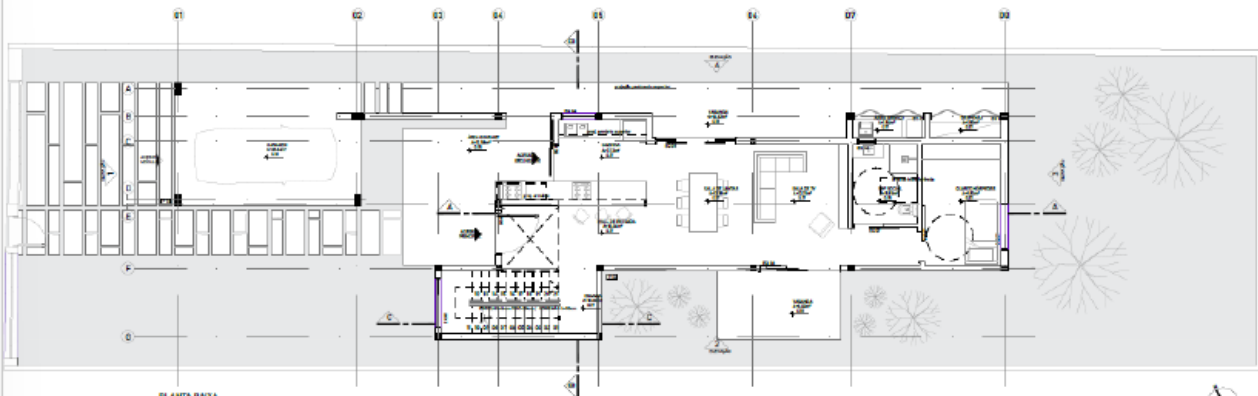
### CONFORTO

Residência projetada priorizando a iluminação e ventilação natural; iluminação natural indispensável para melhor qualidade dos ambientes;

### AFETIVIDADE

A volumetria remete a ideia de casa tradicional (águas do telhado) que é ligada a memória afetiva.

## PLANTA BAIXA

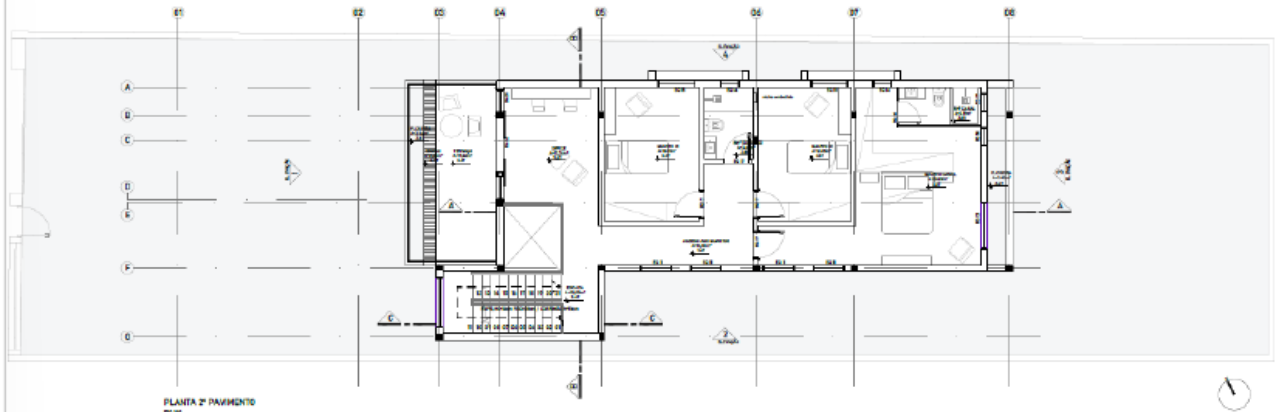


PLANTA BAIXA  
03/14

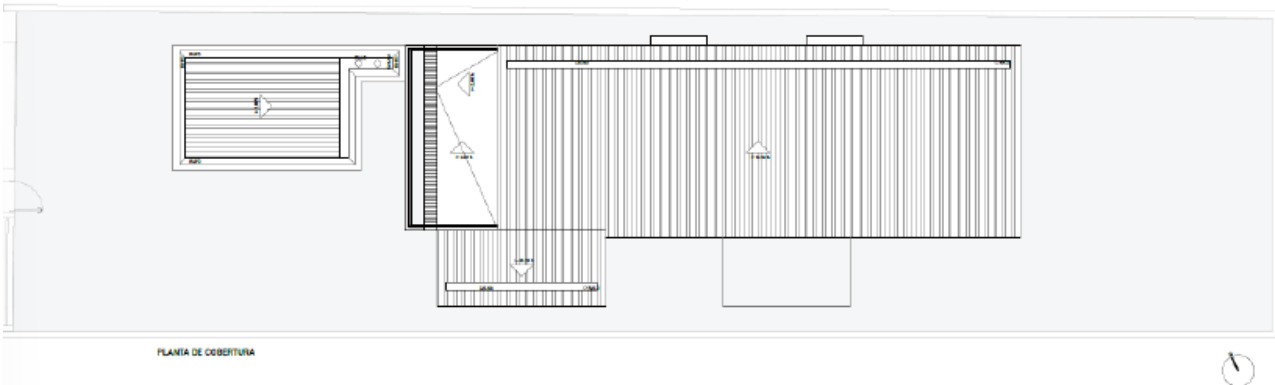


# CONCRETO

## PLANTA SUPERIOR

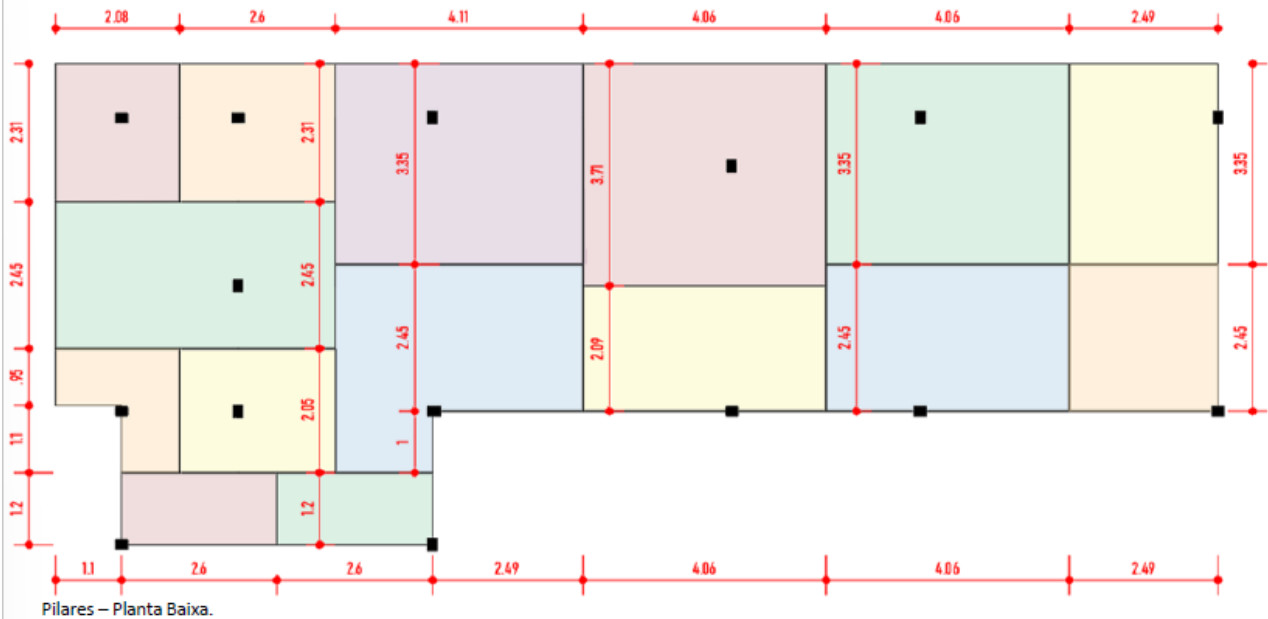


## PLANTA COBERTURA



# CONCRETO

## CÁLCULO PILAR



- Área de influência dos pilares.

## CÁLCULO PILAR

- Pré-dimensionamento dos pilares, planta baixa.

|       | Tipo          | canto, lateral, intermediário |                         |                       |                        |           |       |               |
|-------|---------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------|---------------|
| Pilar | Tipo          | b adotado(m)                  | Área de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P1    | canto         | 0,2                           | 4,78                    | 12,00                 | 12                     | 0,018     | 0,09  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P2    | canto         | 0,2                           | 5,90                    | 12,00                 | 12                     | 0,014     | 0,07  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P3    | intermediário | 0,05                          | 13,77                   | 12,00                 | 12                     | 0,028     | 0,04  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P4    | canto         | 0,2                           | 13,00                   | 12,00                 | 12                     | 0,030     | 0,15  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P5    | canto         | 0,2                           | 8,33                    | 12,00                 | 12                     | 0,019     | 0,09  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b adotado(m)                  | Área de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P6    | canto         | 0,2                           | 15,05                   | 12,00                 | 12                     | 0,055     | 0,28  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P7    | canto         | 0,2                           | 11,44                   | 12,00                 | 12                     | 0,028     | 0,13  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P8    | intermediário | 0,05                          | 5,03                    | 12,00                 | 12                     | 0,005     | 0,01  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P9    | canto         | 0,2                           | 5,34                    | 12,00                 | 12                     | 0,012     | 0,06  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)                          | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P10   | canto         | 0,2                           | 11,7                    | 12,00                 | 12                     | 0,025     | 0,13  | 0,30          |

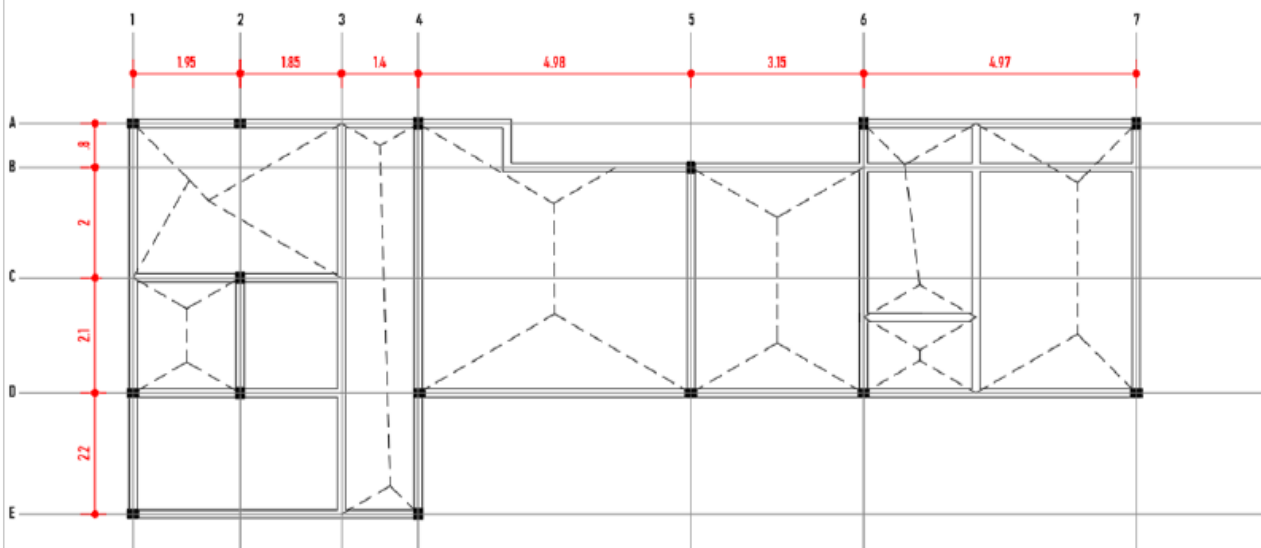
# CONCRETO

## CÁLCULO PILAR

|       | Tipo          | canto, lateral | intermediario           |                       |                        |           |       |               |
|-------|---------------|----------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------|---------------|
| Pilar | Tipo          | b adotado(m)   | Área de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P11   | canto         | 0,2            | 8,5                     | 12,00                 | 12                     | 0,031     | 0,16  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)           | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P12   | canto         | 0,2            | 9,95                    | 12,00                 | 12                     | 0,022     | 0,11  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)           | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P13   | intermediario | 0,85           | 6,09                    | 12,00                 | 12                     | 0,013     | 0,02  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)           | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P14   | canto         | 0,2            | 3,12                    | 12,00                 | 12                     | 0,007     | 0,04  | 0,30          |
| Pilar | Tipo          | b(m)           | Área de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
| P15   | canto         | 0,2            | 3,12                    | 12,00                 | 12                     | 0,007     | 0,04  | 0,30          |

- Pré-dimensionamento dos pilares, planta baixa.

## CÁLCULO VIGAS



# CONCRETO

## CÁLCULO VIGAS

| VIGA | Vão (m) | b(m) | $\mu_c$ | Transferência das cargas das lajes para a viga<br>Área de influência (m <sup>2</sup> ) |       | Cargas das Lajes (kN/m) |            | Peso Alvenaria<br>g(kN/m) | Carga Total<br>g+q(kN/m) | h(m) | h adotado (m) | flecha<br>com h adotado | flecha máxima<br>biapoiada |
|------|---------|------|---------|--|-------|-------------------------|------------|---------------------------|--------------------------|------|---------------|-------------------------|----------------------------|
| V1   | 3,65    | 0,15 | 0,30    | L1<br>2,65   | L2    | L1<br>6,75              | L2<br>0,00 | 2,30                      | 11,25                    | 0,10 | 0,25          | 1,17                    | 1,46                       |
| V2   | 2,87    | 0,15 | 0,30    | L1 L3<br>1,97  | L2 L4 | L1<br>4,56              | L2<br>0,00 | 2,30                      | 6,99                     | 0,11 | 0,25          | 0,29                    | 1,15                       |
| V3   | 4,62    | 0,15 | 0,30    | L3<br>2,22   | L4    | L1<br>5,53              | L2<br>0,00 | 1,74                      | 7,27                     | 0,20 | 0,30          | 1,35                    | 1,93                       |
| V4   | 6,35    | 0,15 | 0,30    | L1<br>1,42   | L3    | L1<br>2,70              | L2<br>0,00 | 1,32                      | 4,00                     | 0,19 | 0,20          | 2,25                    | 2,64                       |
| V5   | 3,65    | 0,15 | 0,30    | L1 L2<br>3,16  | L3 L4 | L1<br>10,39             | L2<br>0,00 | 2,30                      | 12,69                    | 0,20 | 0,25          | 1,34                    | 1,46                       |

○ Pré-dimensionamento das vigas.

## CÁLCULO VIGAS

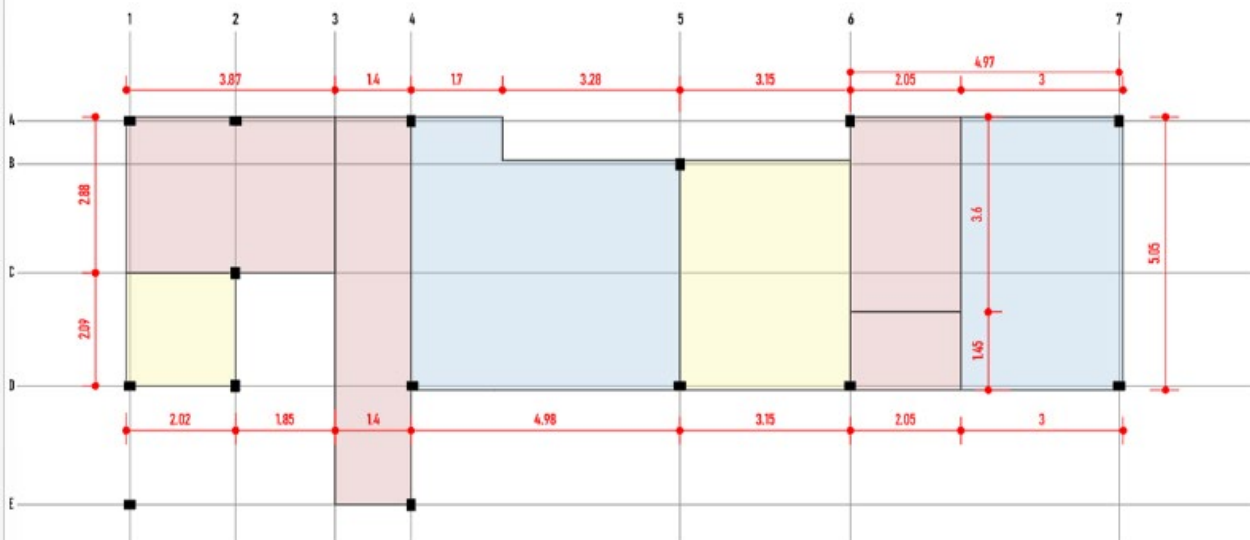
|     |      |      |      |            |    |            |            |      |       |      |      |      |      |
|-----|------|------|------|------------|----|------------|------------|------|-------|------|------|------|------|
| V6  | 1,9  | 0,15 | 0,30 | L2<br>1,2  | L4 | L1<br>7,58 | L2<br>0,00 | 4,42 | 12,00 | 0,18 | 0,25 | 0,09 | 0,28 |
| V7  | 3,62 | 0,15 | 0,30 | L2<br>0,64 | L4 | L1<br>1,79 | L2<br>0,00 | 2,32 | 4,11  | 0,11 | 0,25 | 0,42 | 1,45 |
| V8  | 4,75 | 0,15 | 0,30 | L2<br>3,57 | L4 | L1<br>9,92 | L2<br>0,00 | 1,77 | 10,79 | 0,24 | 0,30 | 1,09 | 1,80 |
| V9  | 2,05 | 0,15 | 0,30 | L2<br>1,43 | L4 | L1<br>5,82 | L2<br>0,00 | 2,85 | 8,68  | 0,13 | 0,20 | 0,76 | 1,18 |
| V10 | 4,77 | 0,15 | 0,30 | L2<br>2,16 | L4 | L1<br>5,43 | L2<br>0,00 | 1,76 | 7,19  | 0,19 | 0,30 | 1,28 | 1,64 |
| V11 | 5,02 | 0,15 | 0,30 | L2<br>0,35 | L4 | L1<br>6,84 | L2<br>0,00 | 1,67 | 2,51  | 0,12 | 0,25 | 0,95 | 2,04 |
| V12 | 2,05 | 0,15 | 0,30 | L2<br>1,43 | L4 | L1<br>6,80 | L2<br>0,00 | 4,10 | 4,10  | 0,06 | 0,25 | 0,04 | 0,82 |

# CONCRETO

## CÁLCULO VIGAS

| VIGA | Vão (m) | b(m) | $\mu$ | Transferência das cargas das lajes para a viga |    | Cargas das Lajes (kN/m) |            | Peso Alvenaria<br>g(kN/m) | Carga Total<br>g+q(kN/m) | h(m) | h adotado (m) | flecha<br>com h adotado | flecha máxima<br>biapoiada |
|------|---------|------|-------|--|----|-------------------------|------------|---------------------------|--------------------------|------|---------------|-------------------------|----------------------------|
|      |         |      |       | Área de influência (m²)                        |    | L1                      | L2         |                           |                          |      |               |                         |                            |
| V73  | 4,02    | 0,15 | 0,30  | L2<br>2,93                                     | L4 | L1<br>7,15              | L2<br>0,00 | 1,71                      | 8,85                     | 0,22 | 0,38          | 1,79                    | 1,67                       |
| V74  | 1,87    | 0,15 | 0,30  | L2<br>1,45                                     | L4 | L1<br>9,56              | L2<br>0,00 | 4,49                      | 14,05                    | 0,11 | 0,25          | 0,16                    | 0,75                       |
| V75  | 8,92    | 0,15 | 0,30  | L2<br>5,27                                     | L4 | L1<br>9,19              | L2<br>0,00 | 1,21                      | 10,21                    | 0,24 | 0,45          | 2,45                    | 2,78                       |
| V76  | 2,02    | 0,15 | 0,30  | L2   | L4 | L1<br>0,00              | L2<br>0,00 | 4,16                      | 4,16                     | 0,06 | 0,25          | 0,04                    | 0,61                       |
| V77  | 4,72    | 0,15 | 0,30  | L2<br>12,58                                    | L4 | L1<br>31,98             | L2<br>0,00 | 1,79                      | 33,76                    | 0,41 | 0,45          | 1,71                    | 1,68                       |
| V78  | 3,92    | 0,15 | 0,30  | L2<br>13                                       | L4 | L1<br>39,80             | L2<br>0,00 | 2,14                      | 41,94                    | 0,38 | 0,48          | 1,44                    | 1,57                       |
| V79  | 4,72    | 0,15 | 0,30  | L2<br>9,52                                     | L4 | L1<br>21,15             | L2<br>0,00 | 1,78                      | 22,93                    | 0,24 | 0,48          | 1,65                    | 1,68                       |
| V20  | 4,75    | 0,15 | 0,30  | L2<br>11,22                                    | L4 | L1<br>25,35             | L2<br>0,00 | 1,77                      | 26,11                    | 0,28 | 0,45          | 1,58                    | 1,58                       |
| V21  | 4,72    | 0,15 | 0,30  | L2<br>8  | L4 | L1<br>19,17             | L2<br>0,00 | 1,78                      | 11,85                    | 0,28 | 0,38          | 1,28                    | 1,68                       |

## CÁLCULO LAJES



○ Área de influência das lajes.



# CONCRETO

## LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA

- A estrutura adotada foi o concreto armado protendido, e a laje será Alveolar Protendida.
- Lajes alveolares são painéis pré-moldados de concreto, que possuem seção transversal com altura constante e alvéolos em seu comprimento, responsáveis pela redução de peso da peça.
- O sistema de lajes alveolares tem inúmeras vantagens, como por exemplo, a dispensa de serviços de carpintaria, facilidade de estocagem, transporte e montagem.

|                          |                 |          |                 |          |                 |          |     |
|--------------------------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----------------|----------|-----|
| <b>PE16</b>              | Sem Capa        |          | Capa = 4cm      |          |                 |          |     |
|                          |                 |          |                 |          |                 |          |     |
| <b>Vãos Máximos (cm)</b> |                 |          |                 |          |                 |          |     |
| Armação                  | <b>Classe 1</b> |          | <b>Classe 2</b> |          | <b>Classe 3</b> |          |     |
| Capoteamento             | Sem Capa        | Capa=4cm | Sem Capa        | Capa=4cm | Sem Capa        | Capa=4cm |     |
| M.R.U. (KN.m/m)          | 37,9            | 50,1     | 51,9            | 67,5     | 58,6            | 75,9     |     |
| Sobrecargas (KN/m²)      | 0,5             | 850      | 740             | 994      | 865             | 1056     | 920 |
|                          | 1,0             | 787      | 740             | 921      | 865             | 978      | 920 |
|                          | 2,0             | 694      | 724             | 812      | 840             | 863      | 801 |
|                          | 3,0             | 628      | 666             | 734      | 773             | 780      | 819 |
|                          | 4,0             | 577      | 619             | 675      | 719             | 718      | 762 |
|                          | 5,0             | 537      | 582             | 629      | 675             | 668      | 716 |
|                          | 6,0             | 505      | 550             | 591      | 639             | 628      | 677 |
|                          | 7,0             | 477      | 523             | 569      | 607             | 594      | 644 |
|                          | 8,0             | 454      | 500             | 531      | 580             | 565      | 615 |
|                          | 9,0             | 434      | 479             | 508      | 556             | 540      | 590 |
|                          | 10,0            | 416      | 461             | 487      | 535             | 518      | 568 |

**Dados Técnicos:**

Peso-próprio da laje (sem capa) = 2,50 KN/m<sup>2</sup> - Peso-próprio da laje (com capa) = 3,46 KN/m<sup>2</sup>  
 Consumo de concreto (C30), brita 0, para rejunte das placas = 6,0 litros/m<sup>2</sup>.  
 Concreto de capoteamento C30.

**Observações:** • As tabelas foram elaboradas admitindo momento fletor nulo nos apoios (lajes simplesmente apoiadas). Para lajes com continuidade, consulte nosso depto. técnico.  
 • Para vãos e sobrecargas não indicados nas tabelas, consulte nosso depto. técnico.

## CÁLCULO LAJES

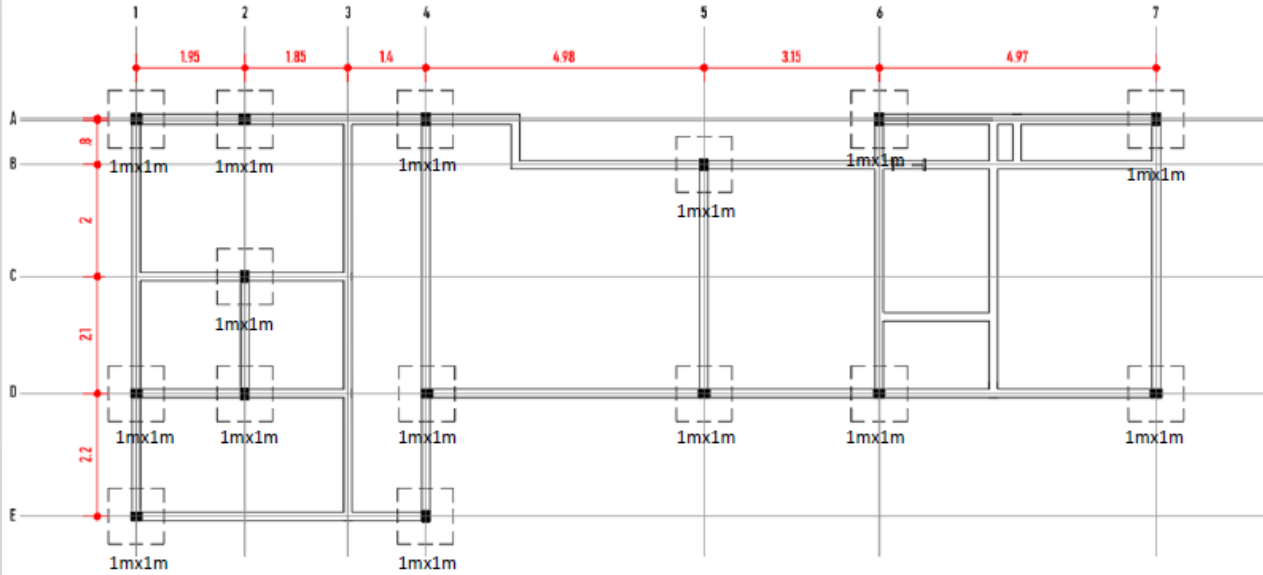
| Laje | $\xi_c$ (m) | $\xi_s$ (m) | Área da Laje (m <sup>2</sup> ) | Carga (KN/m <sup>2</sup> ) | $\mu$ adotado | h (m) | h adotado (m) |
|------|-------------|-------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|-------|---------------|
| L1   | 3,87        | 2,88        | 11,15                          | 9,10                       | 0,08          | 0,07  | 0,12          |
| L2   | 1,40        | 7,17        | 10,04                          | 9,10                       | 0,08          | 0,08  | 0,12          |
| L3   | 0,00        | 0,00        | 22,50                          | 9,10                       | 0,08          | 0,09  | 0,12          |
| L4   | 3,15        | 4,25        | 13,39                          | 9,10                       | 0,08          | 0,07  | 0,12          |

| Laje | $\xi_c$ (m) | $\xi_s$ (m) | Área da Laje (m <sup>2</sup> ) | Carga (KN/m <sup>2</sup> ) | $\mu$ adotado | h (m) | h adotado (m) |
|------|-------------|-------------|--------------------------------|----------------------------|---------------|-------|---------------|
| L5   | 2,05        | 3,60        | 7,38                           | 9,10                       | 0,08          | 0,05  | 0,12          |
| L6   | 3,00        | 5,05        | 15,16                          | 9,10                       | 0,08          | 0,08  | 0,12          |
| L7   | 2,02        | 2,09        | 22,50                          | 9,10                       | 0,08          | 0,09  | 0,12          |
| L8   | 2,05        | 1,45        | 2,97                           | 9,10                       | 0,08          | 0,03  | 0,12          |

- Pré-dimensionamento das lajes.

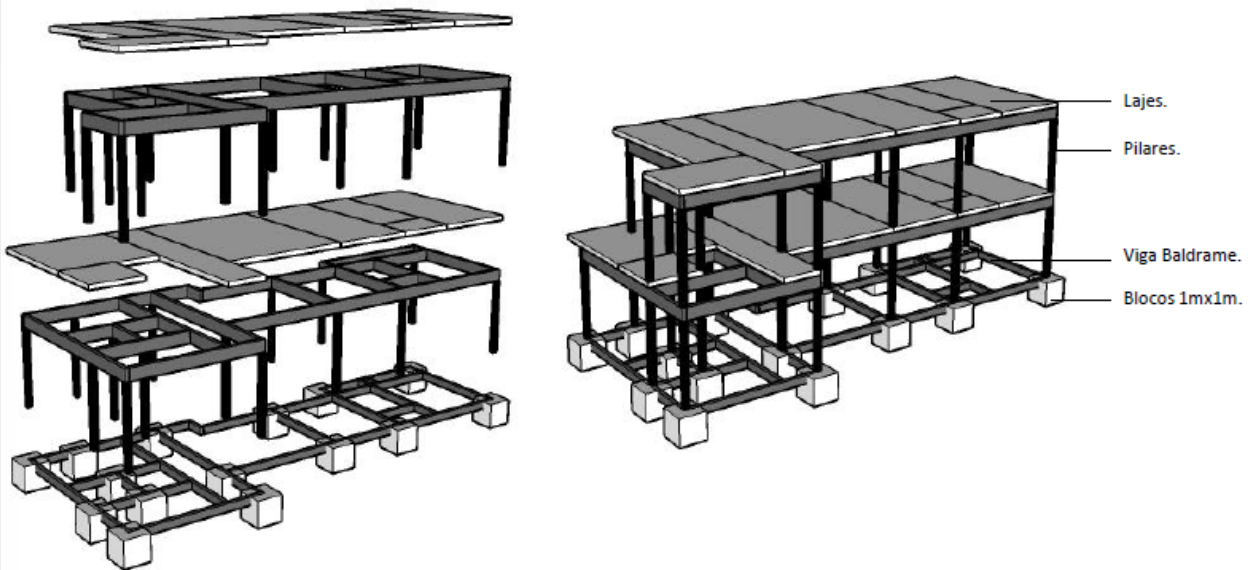
# CONCRETO

## FORMAS/TÉRREO- BALDRAME



○ Blocos 1mx1m.

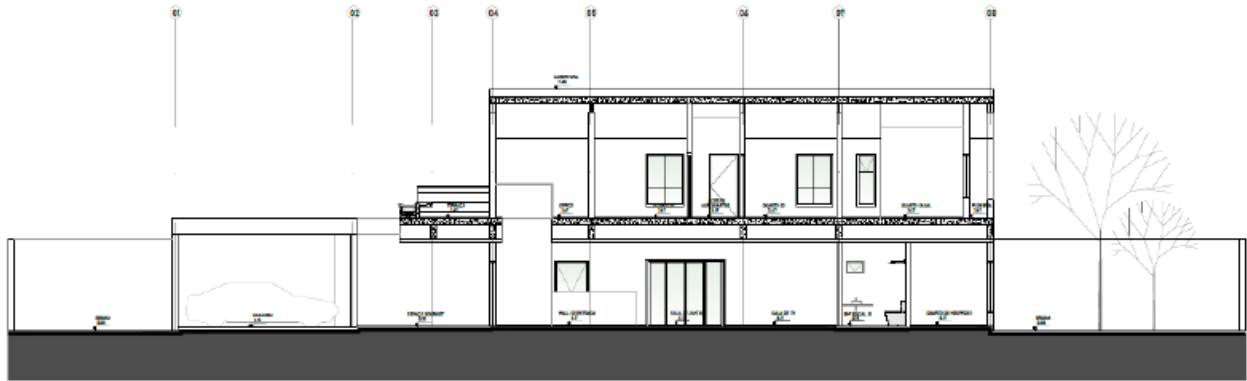
## ESTRUTURA



Estrutura desmembrada.

# CONCRETO

## CORTES



CORTE LONGITUDINAL - AA  
EQU. 104

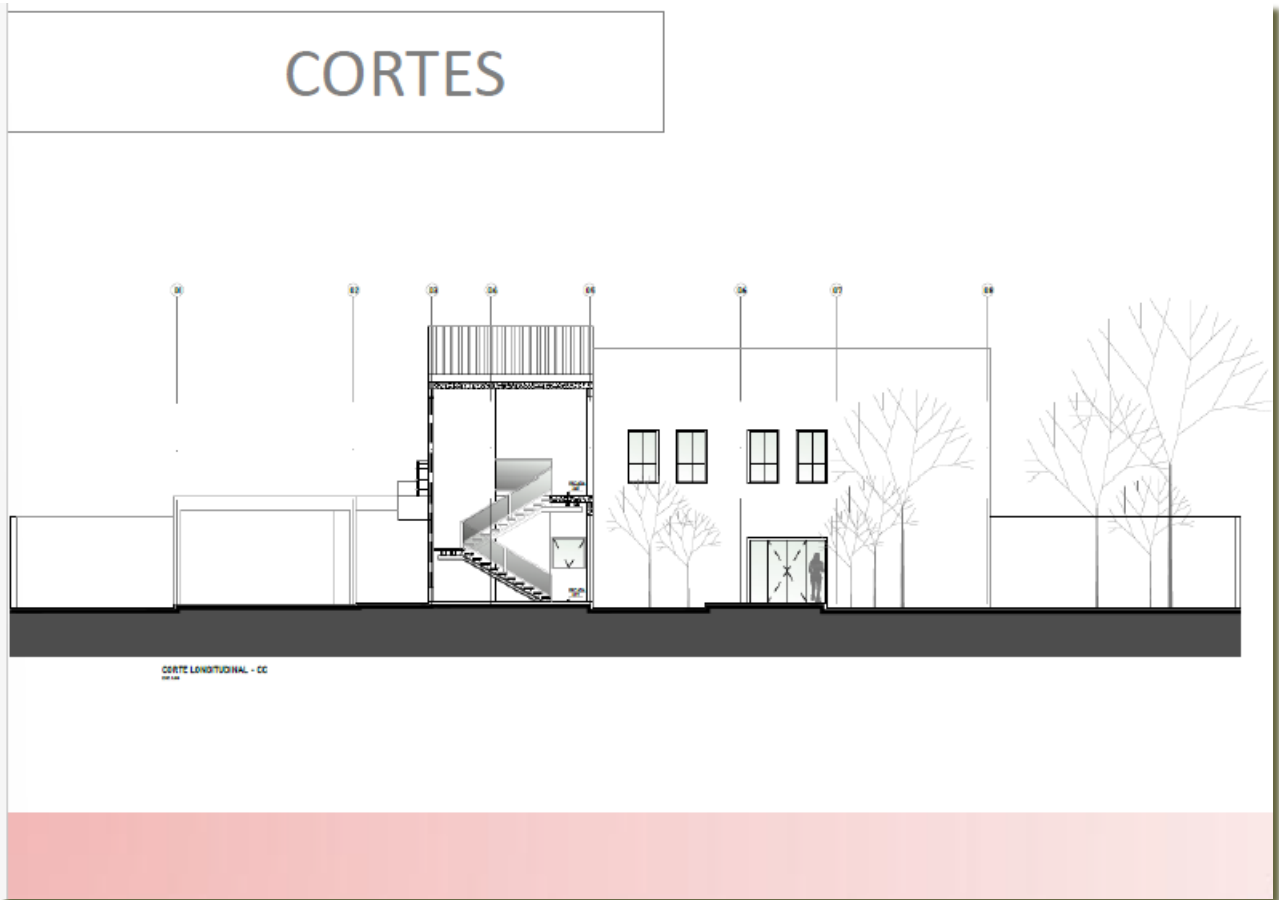
## CORTES



CORTE TRANSVERSAL - BB  
EQU. 105

# CONCRETO

## CORTES



# CONCRETO

## Casa Gerassi

*Paulo Mendes da Rocha*

**Ana Paula  
Carla  
Carolina Pedroza**

8



### » Dados da Residência

Arquitetos: Paulo Mendes da Rocha  
Ano: 1991  
Área construída: 420 m<sup>2</sup>  
Área do terreno: 700 m<sup>2</sup>  
Tipo de projeto: Habitacional  
Status: Construído  
Materialidade: Concreto  
Estrutura: Concreto  
Localização: São Paulo, Brasil  
Implantação no terreno: Isolado  
Projeto: 1988-90  
Construção: 1991



<sup>8</sup> Imagens disponíveis em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-29072/classicos-da-arquitetura-casa-gerassi-paulo-mendes-da-rocha>. Acessado em 15 mar. 2024.

## CONCRETO

## » Características

- A casa se desenvolve num pavimento superior;
- O nível térreo é livre, uma grande área de lazer, com somente os volumes da escada e de apoio à piscina interrompendo a total abertura dessa área;
- Posteriormente, outro volume de paredes diagonais em cor laranja foi adicionado;
- Sua estrutura acontece com seis pilares de seção quadrada dispostos nas laterais do edifício;
- Conformando o piso do pavimento principal da casa, três vigas transversais unem em pares os pilares, que já levam moldado consigo os apoios para elas;
- Outras três vigas, acima e alinhada às primeiras, estruturam a laje de cobertura;
- Lateralmente, outras oito vigas unem em pares as extremidades das demais vigas. Os pilares ficam, assim, visualmente destacados do volume do edifício;
- Um dos pilares das esquinas posteriores da casa eleva-se para receber um volume cúbico da caixa d'água;



## » Características

- A casa se desenvolve ao redor de uma claraboia quadrada e seu respectivo ralo, disposto como um gradil horizontal ao meio do salão de estar e jantar, que entra em consonância com a singeleza dos ladrilhos hidráulicos que compõe o piso;
- Não há corredores;
- Os três dormitórios em suítes têm suas portas diretamente a esse salão. Enquanto este tem suas vistas a nordeste, os dormitórios dão para sudoeste;
- A cozinha e área de serviço é lateral ao salão principal, separada deste pela escada, também iluminada zenitalmente;
- O programa e a distribuição funcional é muito simples;



# CONCRETO

## » Fotos

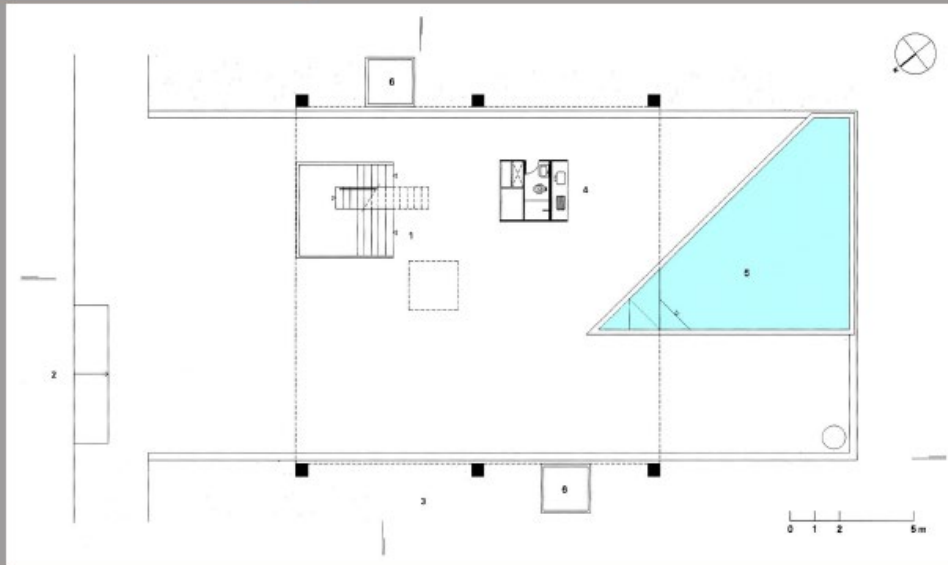


## » Fotos

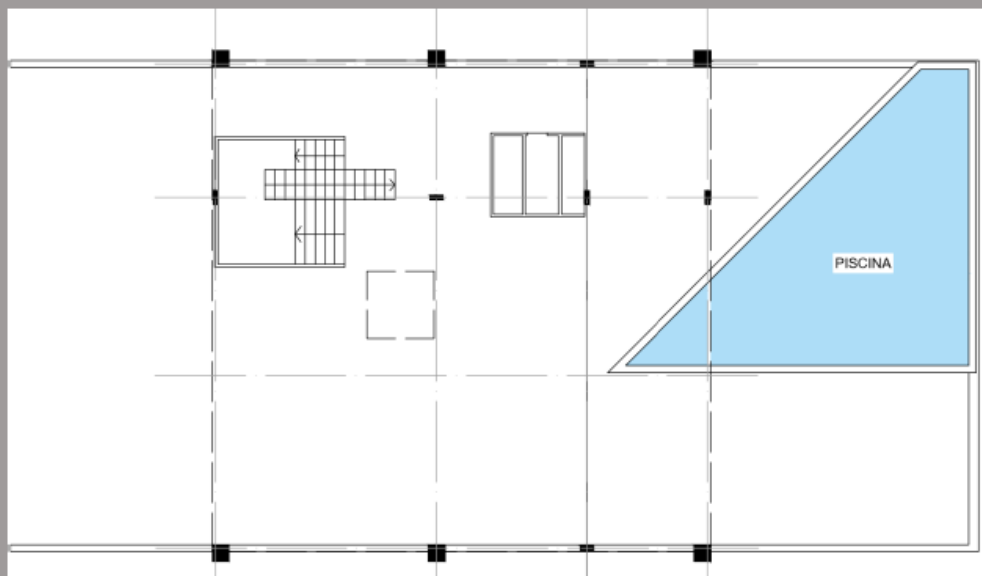


# CONCRETO

## » Planta Baixa



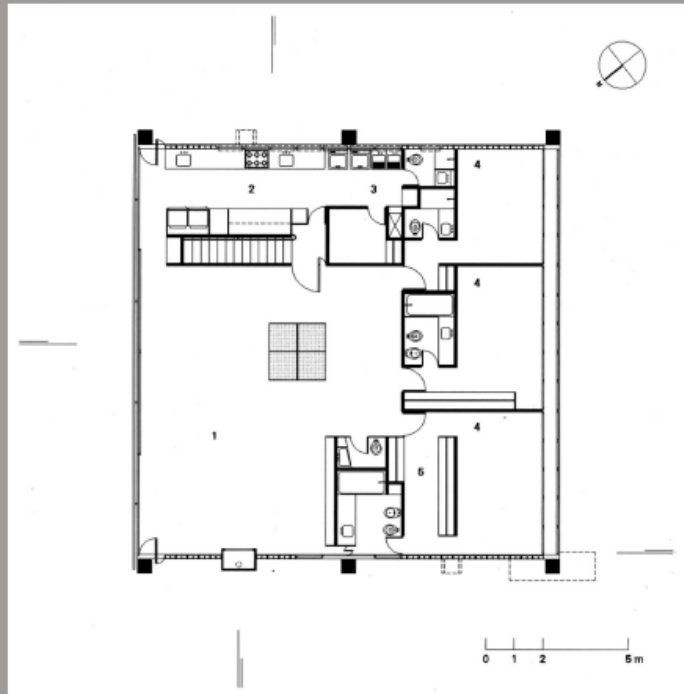
## » Planta Baixa



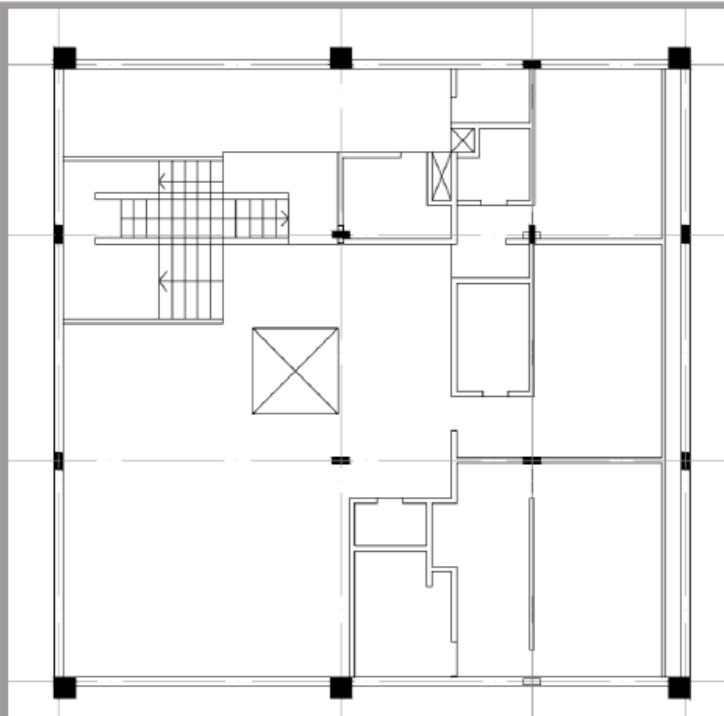


# CONCRETO

» Planta Superior



» Planta Superior

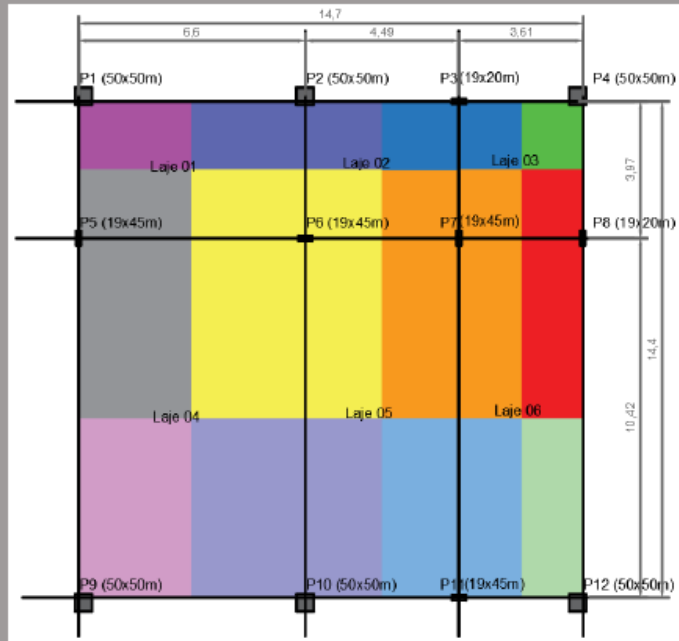


# CONCRETO

## » Cálculo Pilar

>> Área de influência dos pilares

Pilares – Planta Baixa



## » Cálculo Pilar

>> Pré-dimensionamento dos pilares da "Planta Baixa"

- .. Dimensão dos pilares
- >> 50 x 50 cm
- >> 19 x 20 cm
- >> 19 x 45 cm

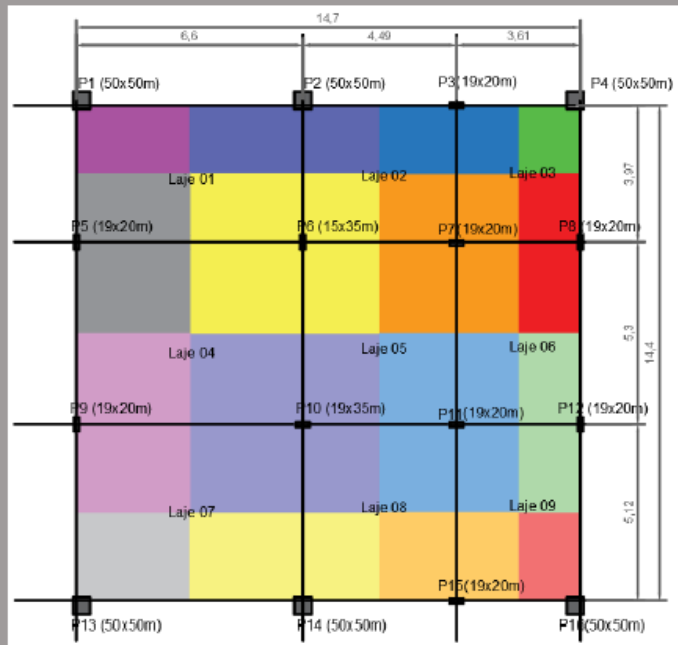
| Pilar | b adotado(m) | Área de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
|-------|--------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-------|---------------|
| P1    | 0,5          | 6,52                    | 12,00                 | 0,01      | 0,03  | 0,50          |
| P2    | 0,5          | 10,97                   | 12,00                 | 0,02      | 0,05  | 0,50          |
| P3    | 0,19         | 8,00                    | 12,00                 | 0,02      | 0,09  | 0,20          |
| P4    | 0,5          | 3,55                    | 12,00                 | 0,01      | 0,01  | 0,50          |
| P5    | 0,19         | 23,73                   | 12,00                 | 0,05      | 0,26  | 0,45          |
| P6    | 0,19         | 30,84                   | 12,00                 | 0,08      | 0,43  | 0,45          |
| P7    | 0,19         | 20,08                   | 12,00                 | 0,06      | 0,31  | 0,45          |
| P8    | 0,15         | 12,96                   | 12,00                 | 0,03      | 0,18  | 0,20          |
| P9    | 0,5          | 17,16                   | 12,00                 | 0,04      | 0,07  | 0,50          |
| P10   | 0,5          | 20,84                   | 12,00                 | 0,06      | 0,12  | 0,50          |
| P11   | 0,19         | 21,07                   | 12,00                 | 0,04      | 0,23  | 0,45          |
| P12   | 0,5          | 9,37                    | 12,00                 | 0,02      | 0,04  | 0,50          |

# CONCRETO

## » Cálculo Pilar

>> Área de influência dos pilares

Pilares – Planta Superior



## » Cálculo Pilar

>> Pré-dimensionamento dos pilares da "Planta Superior"

.. Dimensão dos pilares

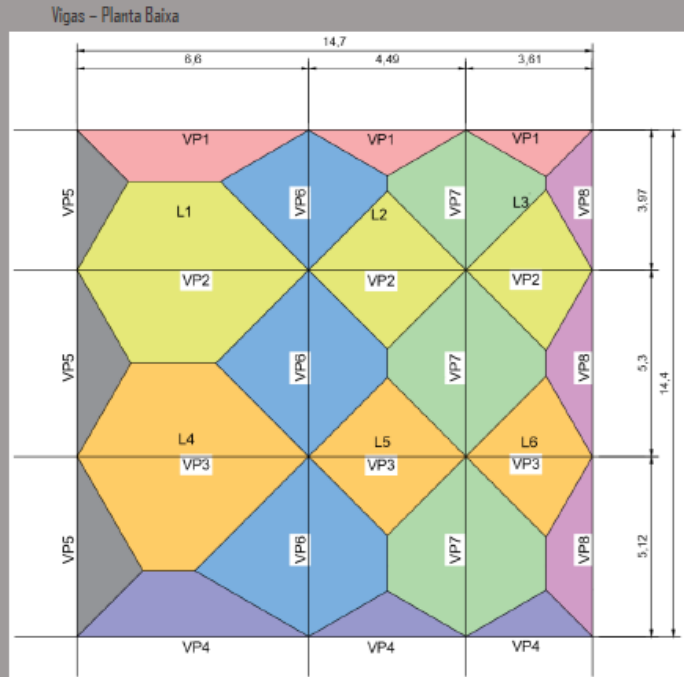
- >> 50 x 50 cm
- >> 19 x 20 cm
- >> 19 x 35 cm

| Pilar | b (m) | Área de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
|-------|-------|-------------------------|----------------------|-----------|-------|---------------|
| P1    | 0,5   | 55,5                    | 12,00                | 0,01      | 0,00  | 0,50          |
| P2    | 0,5   | 13,91                   | 12,00                | 0,02      | 0,05  | 0,50          |
| P3    | 0,15  | 6,00                    | 12,00                | 0,02      | 0,05  | 0,20          |
| P4    | 0,5   | 55,5                    | 12,00                | 0,01      | 0,01  | 0,50          |
| P5    | 0,15  | 15,25                   | 12,00                | 0,03      | 0,11  | 0,20          |
| P6    | 0,15  | 11,64                   | 12,00                | 0,03      | 0,09  | 0,35          |
| P7    | 0,15  | 13,72                   | 12,00                | 0,04      | 0,20  | 0,30          |
| P8    | 0,15  | 6,74                    | 12,00                | 0,02      | 0,11  | 0,20          |
| P9    | 0,15  | 17,31                   | 12,00                | 0,04      | 0,03  | 0,30          |
| P10   | 0,15  | 25,03                   | 12,00                | 0,05      | 0,21  | 0,35          |
| P11   | 0,15  | 11,04                   | 12,00                | 0,04      | 0,25  | 0,30          |
| P12   | 0,15  | 30,8                    | 12,00                | 0,05      | 0,30  | 0,30          |
| P13   | 0,5   | 54,1                    | 12,00                | 0,02      | 0,05  | 0,50          |
| P14   | 0,5   | 14,85                   | 12,00                | 0,03      | 0,05  | 0,50          |
| P15   | 0,15  | 12,24                   | 12,00                | 0,02      | 0,11  | 0,30          |
| P16   | 0,5   | 45,5                    | 12,00                | 0,01      | 0,02  | 0,50          |

# CONCRETO

## » Cálculo Vigas

>> Área de influência das vigas



## » Cálculo Vigas

>> Pré-dimensionamento das vigas da "Planta Baixa"

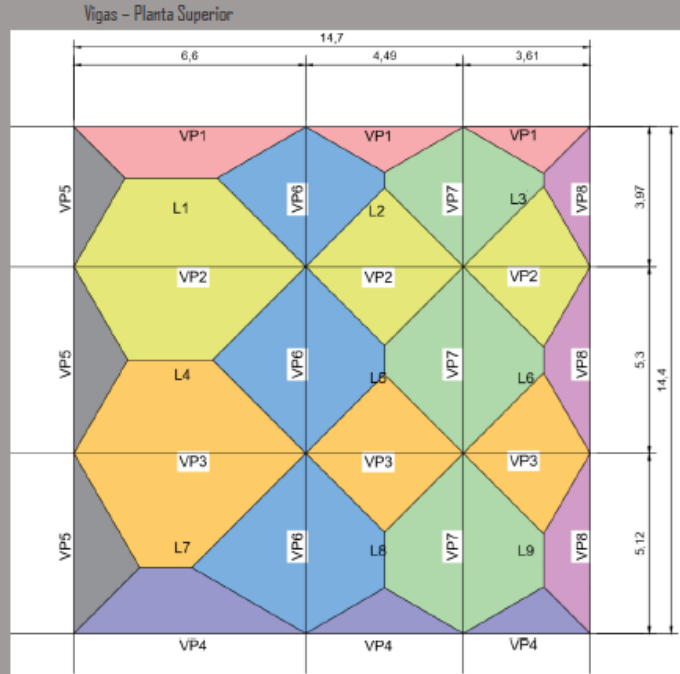
- .. Dimensão das vigas
- >> 20 x 50 cm
- >> 20 x 80 cm
- >> 20 x 90 cm

| VIGA | Vão (m) | h(m) | $\mu_s$ | Transferência das cargas das lajes para a viga |                         | Peso Alvenaria<br>g(kN/m) | Carga Total<br>qt(gkN/m) | h(m) | h adotado (m) |      |      |
|------|---------|------|---------|--|-------------------------|---------------------------|--------------------------|------|---------------|------|------|
|      |         |      |         | Área de influência (m²)                        | Cargas das Lajes (kN/m) |                           |                          |      |               |      |      |
| P7   | 6,6     | 0,2  | 0,30    | L1<br>6,71                                     | L2+L3<br>9,20           | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 24,42         | 0,42 | 0,50 |
| P8   | 6,6     | 0,2  | 0,30    | L1+L4<br>13,14                                 | L2+L3<br>9,20           | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 24,82         | 0,51 | 0,50 |
| P7   | 6,6     | 0,2  | 0,30    | L4<br>25,06                                    | L5+L6<br>9,20           | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 30,52         | 0,77 | 0,50 |
| P8   | 6,6     | 0,2  | 0,30    | L3<br>7,57                                     | L5+L6<br>9,20           | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 24,98         | 0,43 | 0,50 |
| P5   | 10,42   | 0,2  | 0,30    | L1<br>2,8                                      | L4<br>9,84              | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 16,54         | 0,52 | 0,50 |
| P6   | 10,42   | 0,2  | 0,30    | L1+L2<br>8,92                                  | L4+L5<br>24,71          | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 38,70         | 0,83 | 0,50 |
| P7   | 10,42   | 0,2  | 0,30    | L1+L3<br>3,71                                  | L5+L6<br>24,95          | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 33,22         | 0,72 | 0,50 |
| P8   | 10,42   | 0,2  | 0,30    | L3<br>1,3                                      | L5+L6<br>24,95          | L1<br>1,1                 | L2<br>3,80               | 1,62 | 33,84         | 0,61 | 0,50 |

# CONCRETO

## » Cálculo Vigas

>> Área de influência das vigas



## » Cálculo Vigas

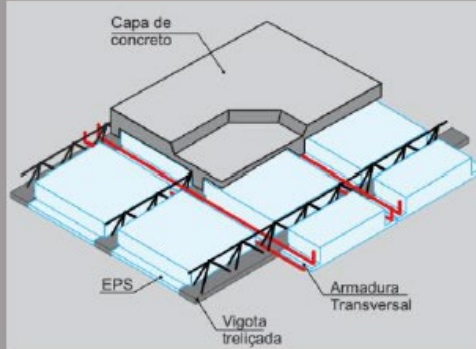
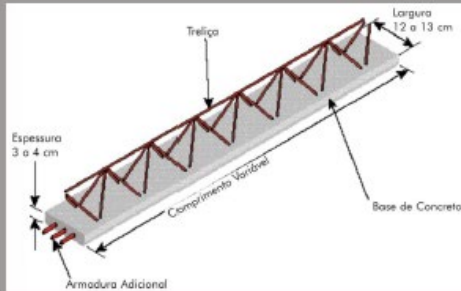
>> Pré-dimensionamento das vigas da "Planta Superior"

- .. Dimensão das vigas
- >> 20 x 40 cm
- >> 20 x 50 cm
- >> 20 x 70 cm
- >> 20 x 80 cm

| VIGAS | vão (m) | b(m) | $\mu_s$ | Transferência das cargas das lajes para a viga |                        |    |         | Peso Alvenaria |       | Carga Total   |      | h(m) | h adotado (m) |
|-------|---------|------|---------|--|------------------------|----|---------|----------------|-------|---------------|------|------|---------------|
|       |         |      |         | Área de influência (m²)                        | Cargas das Lajes (kNm) |    | g(kN/m) | g+q(kN/m)      | h(m)  | h adotado (m) |      |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 11   | 12,12                  | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 5,71   | 5,20                   | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 11,4   | 11,18-13,16            | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 23,01  | 13,21                  | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 14,17  | 11,18-13,16            | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 25,01  | 13,21                  | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 17   | 16-19                  | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,7    | 0,2  | 1,30    | 7,17   | 5,20                   | L1 | L2      | 1,72           | 10,81 | 0,93          | 0,40 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 11   | 14-17                  | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 2,3  | 5,20                   | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 11,12  | 11,16-13,18            | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 23,1   | 13,21                  | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 12,17  | 11,16-13,18            | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 24,1   | 13,21                  | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 13   | 16-19                  | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |
| P7    | 14,4    | 0,2  | 1,30    | 2,11   | 5,20                   | L1 | L2      | 1,74           | 10,81 | 0,92          | 0,30 |      |               |

# CONCRETO

## » Laje Treliça Bidirecional c/ EPS



» Conceito de grelha que racionaliza o dimensionamento, reduzindo o peso próprio e aumentando a capacidade de sobrecarga, resultando também numa melhor distribuição de carga de apoios.

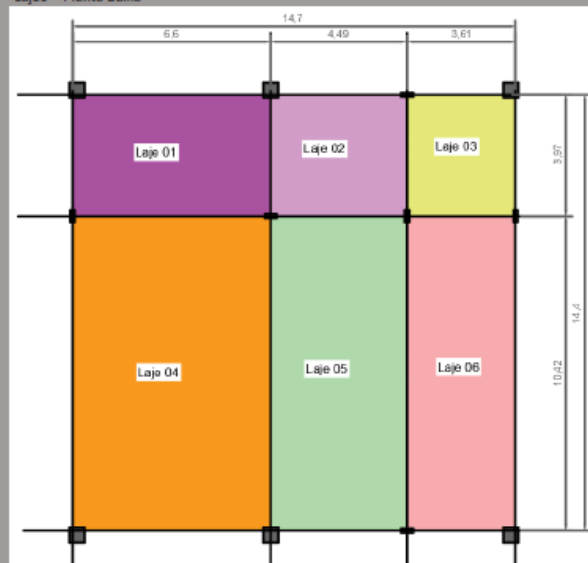
| Laje Acabada | Capa de Concreto | Altura Treliça | EIXO (m) | SOBRECARGA (KGF/m <sup>2</sup> ) X VÃO LIVRE(m) |       |       | PESO PRÓPRIO (Kgf/m <sup>2</sup> ) | CONSUMO CONCRETO (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------------|----------------|----------|---|-------|-------|------------------------------------|--|
|              |                  |                |          | 100   | 200   | 300   |                                    |  |
| 12           | 04               | 08             | 0.49     | 6,40  | 6,00  | 5,70  | 170                                | 0.061  |
| 14           | 04               | 10             | 0.49     | 7,30  | 6,90  | 6,50  | 185                                | 0.068  |
| 16           | 04               | 12             | 0.49     | 8,20  | 7,80  | 7,40  | 200                                | 0.074  |
| 20           | 04               | 16             | 0.49     | 9,60  | 9,10  | 8,65  | 260                                | 0.097  |
| 25           | 05               | 20             | 0.49     | 11,30   | 10,70 | 10,20 | 295                                | 0.110  |
| 30           | 05               | 25             | 0.49     | 13,10   | 12,40 | 11,80 | 350                                | 0.134  |

## » LAJE TRELIÇADA

- >> Laje acabada: 25cm
- .. Capacidade de concreto: 05
- >> Altura da Treliça: 20cm
- .. Eixo: 0.49m
- >> Sobrecarga: 200KGF/m<sup>2</sup> x 10,70m
- .. Peso próprio: 295 Kgf.m<sup>2</sup>
- >> Consumo concreto: 0.110m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

| Laje Acabada | Capa de Concreto | Altura Treliça | EIXO (m) | SOBRECARGA (KGF/m <sup>2</sup> ) X VÃO LIVRE(m) |       |       | PESO PRÓPRIO (Kgf/m <sup>2</sup> ) | CONSUMO CONCRETO (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------------|----------------|----------|---|-------|-------|------------------------------------|--|
|              |                  |                |          | 100   | 200   | 300   |                                    |  |
| 12           | 04               | 08             | 0.49     | 6,40  | 6,00  | 5,70  | 170                                | 0.061  |
| 14           | 04               | 10             | 0.49     | 7,30  | 6,90  | 6,50  | 185                                | 0.068  |
| 16           | 04               | 12             | 0.49     | 8,20  | 7,80  | 7,40  | 200                                | 0.074  |
| 20           | 04               | 16             | 0.49     | 9,60  | 9,10  | 8,65  | 260                                | 0.097  |
| 25           | 05               | 20             | 0.49     | 11,30   | 10,70 | 10,20 | 295                                | 0.110  |
| 30           | 05               | 25             | 0.49     | 13,10   | 12,40 | 11,80 | 350                                | 0.134  |

Lajes - Planta Baixa



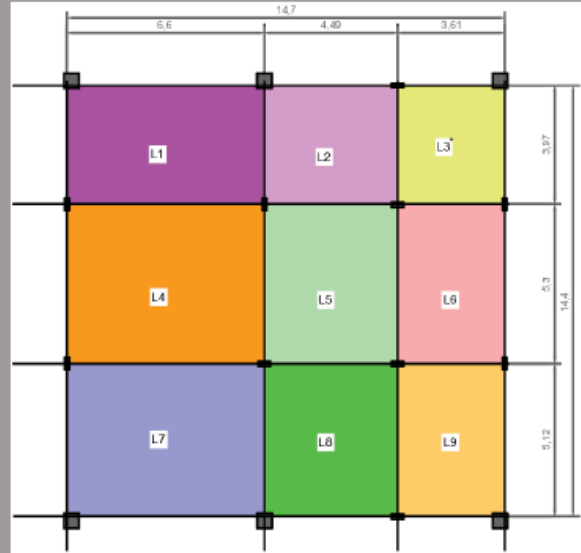
# CONCRETO

## » LAJE TRELIÇADA

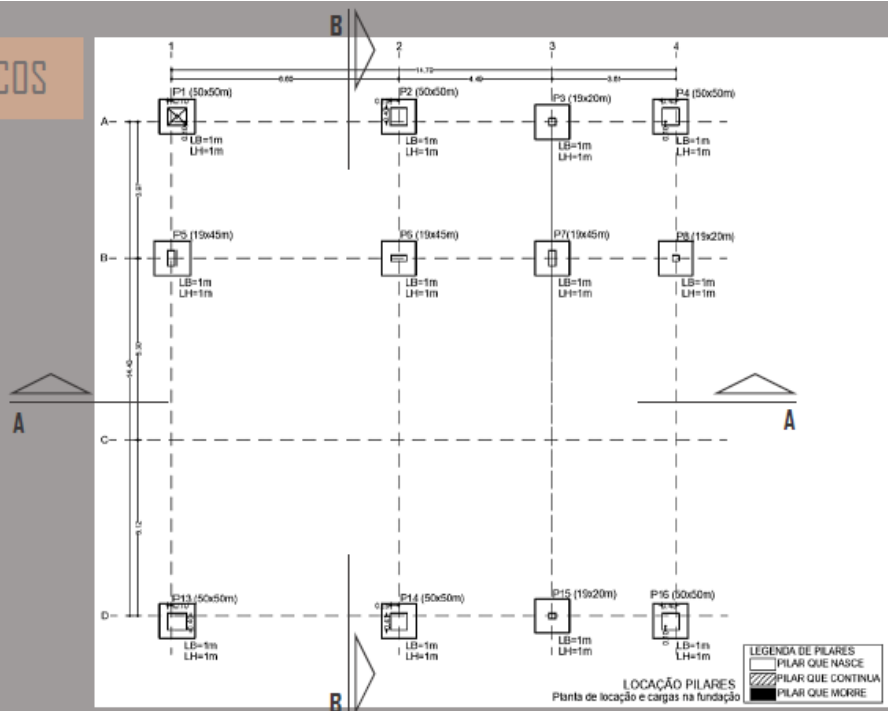
- >> Laje acabada: 14cm
- .. Capacidade de concreto: 04
- >> Altura da Treliça: 10cm
- .. Eixo: 0.49ml
- >> Sobrecarga: 200KGF/m<sup>2</sup> x 6,90m
- .. Peso próprio: 185 Kgf.m<sup>2</sup>
- >> Consumo concreto: 0.068m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>

| Laje Acabada | Capa de Concreto | Altura Treliça | EIXO (ml) | SOBRECARGA (KGF/m <sup>2</sup> ) X VÃO LIVRE (m) |       |       | PESO PRÓPRIO (KGF/m <sup>2</sup> ) | CONSUMO CONCRETO (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) |
|--------------|------------------|----------------|-----------|--|-------|-------|------------------------------------|--|
|              |                  |                |           | 100  | 200   | 300   |                                    |  |
| 12           | 04               | 08             | 0.49      | 6,40   | 6,00  | 5,70  | 170                                | 0.061  |
| 14           | 04               | 10             | 0.49      | 7,30   | 6,90  | 6,50  | 185                                | 0.068  |
| 16           | 04               | 12             | 0.49      | 8,20   | 7,80  | 7,40  | 200                                | 0.074  |
| 20           | 04               | 16             | 0.49      | 9,60   | 9,10  | 8,65  | 260                                | 0.097  |
| 25           | 05               | 20             | 0.49      | 11,30  | 10,70 | 10,20 | 295                                | 0.110  |
| 30           | 05               | 25             | 0.49      | 13,10  | 12,40 | 11,80 | 350                                | 0.134  |

Lajes - Planta Superior

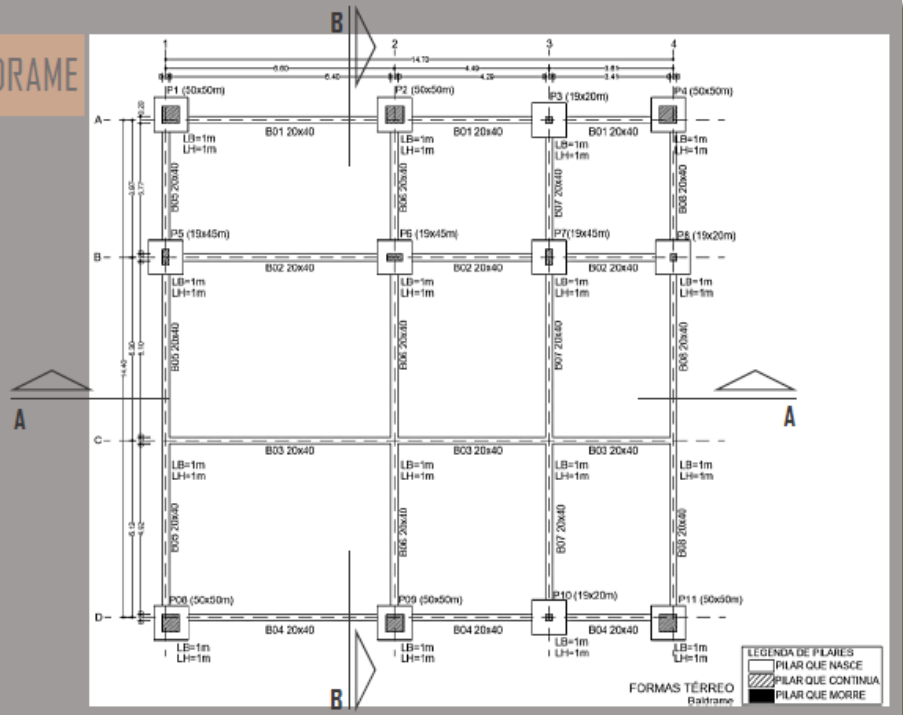


## » LOCAÇÃO PILARES / BLOCOS

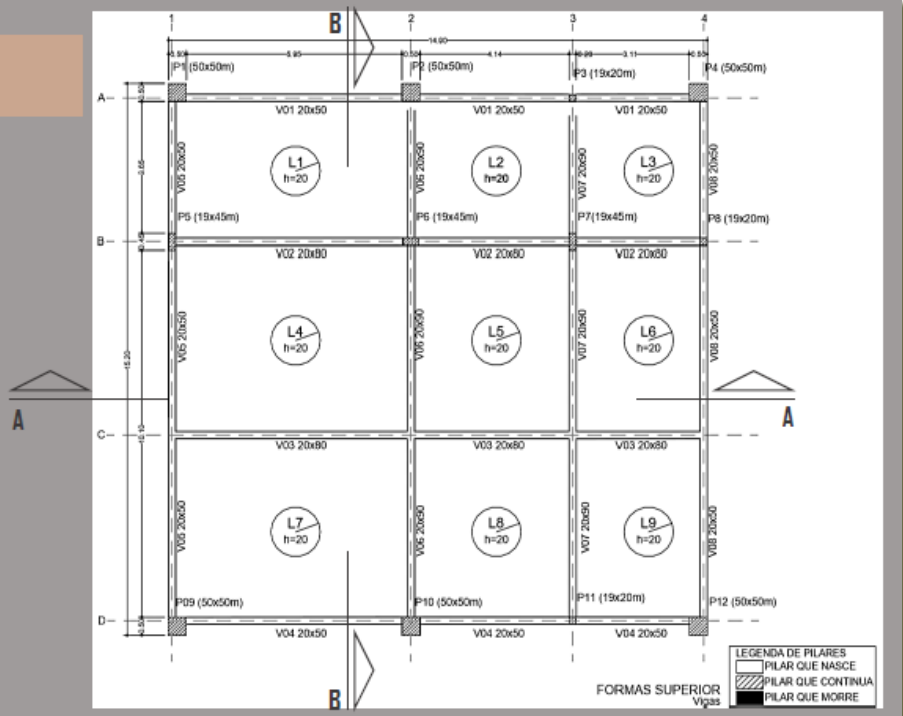


# CONCRETO

## » FORMAS TÉRREO / BALDRAME



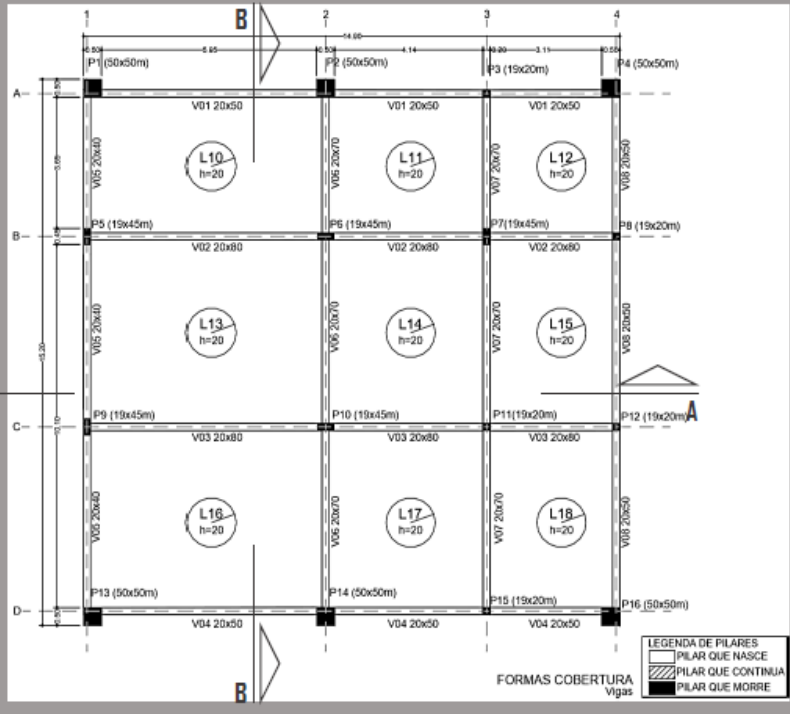
## » FORMAS SUPERIOR



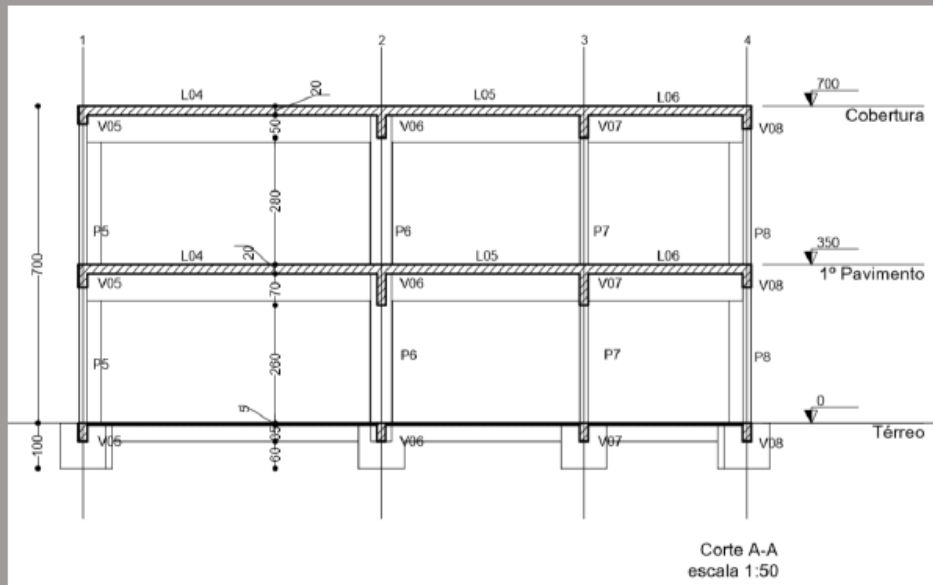


# CONCRETO

## » FORMAS COBERTURA

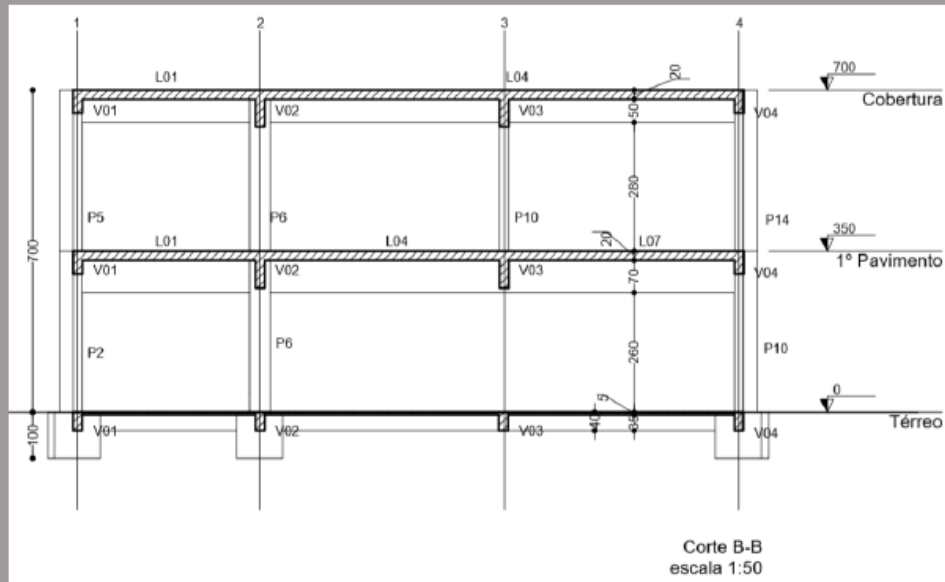


## » Cortes

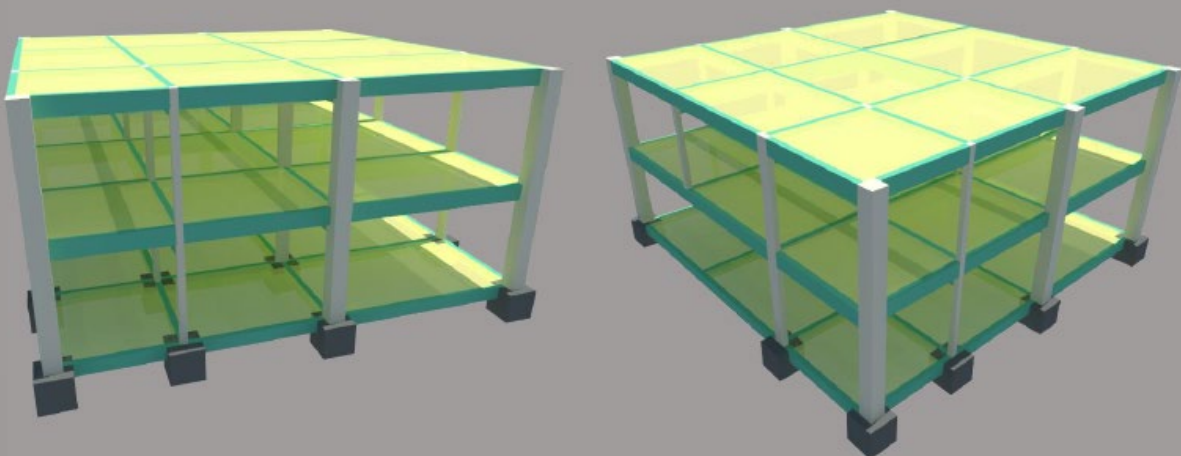


# CONCRETO

## » Cortes



## » ESTRUTURA



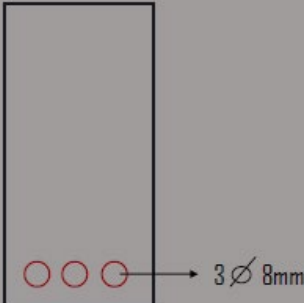
# CONCRETO

» APLICATIVO MSCALC 14

Resultados

**QUANTIDADE E BITOLA CA25**

5 Ø 6.3 (+3.9%) \*\*\*  
 3 Ø 8 (+0.5%) \*\*\*  
 2 Ø 10 (+4.7%) \*\*\*



**Flexão**

MATERIAIS

Aço CA25

Fck (kgf/cm²) 254.92

SEÇÃO

Largura (cm) 20

Altura (cm) 50

D1 (cm) 45

SOLICITAÇÃO

Momento (kgf.m) 3.028

Exibir critérios

CALCULAR

DADOS RESULTADOS

**Flexão**

MATERIAIS

Aço CA25

Fck (kgf/cm²) 254.92

SEÇÃO

Largura (cm) 20

ÁREA DE AÇO

1.5 cm² (ARMADURA MÍNIMA)

D1 (cm) 45

SOLICITAÇÃO

Momento (kgf.m) 3.028

Exibir critérios

MODO DE EXPERIÊNCIA VERSÃO PRO 29 DIMENSIONAMENTOS RESTANTES

ADQUIRIR VERSÃO PROFISSIONAL

» APLICATIVO MSCALC 14

Cálculos

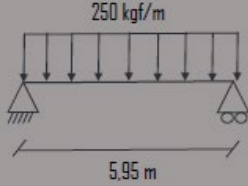
25 Mpa = 254.9 kgf/cm²

1) Peso Próprio  
 $0.2 \times 0.5 \text{ m}^2 \times 2500 \text{ kgf/m}^3$   
**250 kgf/m²**

2) Carga Laje  
 $185 \text{ kgf/m}^2 \times 6.71 \text{ m}^2 \div 5.95 \text{ m}$   
**208.63 kgf/m**

3) Carga Acidental  
 $200 \text{ kgf/m}^2 \times 6.71 \text{ m}^2 \div 5.95 \text{ m}$   
**225.54 kgf/m**

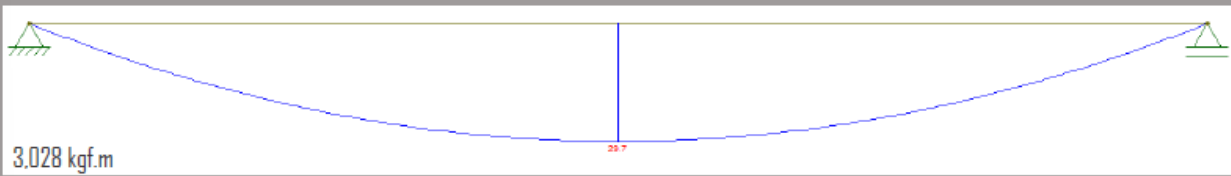
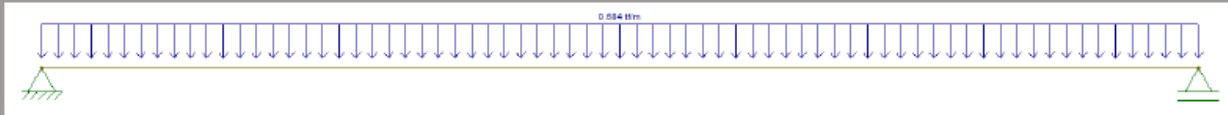
Área Total



**CARGA TOTAL** = 250 kgf/m² + 208.63 kgf/m + 225.54 kgf/m = **684.17 kgf/m**

# CONCRETO

## » APLICATIVO MSCALC 14



## CONCRETO

### Casa 6 | Studio MK27

*Márcio Kogan*

**Cauê César Maurício  
Gabriela Galvão Malheiros  
Marcella Schiavoni  
Paula Caeiro Silva  
Suzane Maria Oliveira da Silva**

9



<sup>9</sup> Imagens disponíveis em: [https://www.archdaily.com.br/br/01-37454/casa-6-studio-mk27-marcio-kogan/37454\\_37479](https://www.archdaily.com.br/br/01-37454/casa-6-studio-mk27-marcio-kogan/37454_37479). Acessado em 15 mar. 2024.

## CONCRETO

## AUTOR DA OBRA

- O Arquiteto paulistano Marcio Kogan, nascido em 6 de março de 1952, formou-se pela FAU/Universidade Mackenzie, em 1977.
- Seus desenhos priorizam linhas retas, decoração minimalista, tons neutros funcionalidade, amplos espaços sem, contudo, incorrer na perda do conforto e aconchego.
- Ele utiliza em seus projetos o contraste entre materiais naturais – fibras, madeiras, pedras – com produtos e materiais de alta tecnologia, sempre em busca da sua própria linguagem de projetar.
- As obras, projetadas por Marcio Kogan, são de uma plasticidade que impressiona pela leveza, simetria, refinamento, praticidade e beleza, fazendo com que o arquiteto seja um dos nomes mais destacados dentro da arquitetura e um dos profissionais desta área mais premiados do país.



Casa 6/ Studio MK27, Marcio Kogan.

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



- Contruída nos anos 2009 e 2010
- Arquiteto: Marcio Kogan
- Co-autora: Diana Radomysler
- Equipe de Projeto: Beatriz Meyer, Carolina Castroviejo, Eduardo Chalabi, Eduardo Glycerio, Gabriel Kogan, Lair Reis, Maria Cristina Motta, Oswaldo Pessano, Renata Furlanetto, Samanta Cafardo, Suzana Glogowski
- Desenho Interiores Co-autor: Diana Radomysler, Mariana Simas
- Arquiteta Paisagista: Renata Tilli
- Construtora: Lock Engenharia
- Engenharia Estrutural: Leão & Associados

Casa 6/ Studio MK27, Marcio Kogan.

# CONCRETO

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



- Situada na cidade de São Paulo, a Casa 6 foi projetada pelo arquiteto Marcio Kogan para atender o pedido dos clientes, criando uma grande área social coberta no térreo, que funciona como uma ampla varanda, integrando a parte interna com o jardim.
- A casa possui 3 pavimentos, com o total de 995 m<sup>2</sup> de área construída.
- A casa se estrutura em dois volumes transversais e um anexo no fundo que comporta um pequeno escritório doméstico.

Casa 6/ Studio MK27, Marcio Kogan.

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



- Espaço multi-uso que se abre para a piscina e o jardim.

No volume superior, há a área privada da casa, com os quartos.

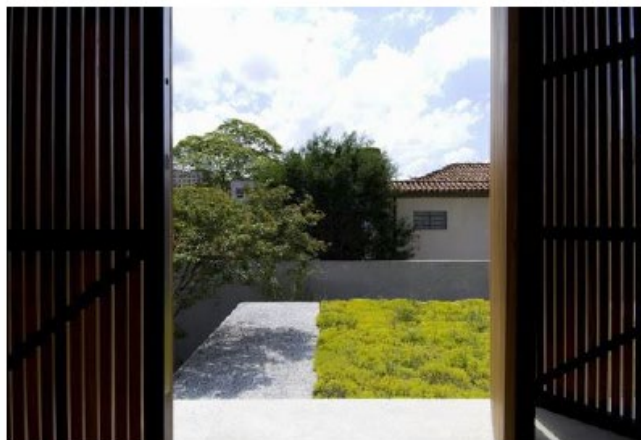


# CONCRETO

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



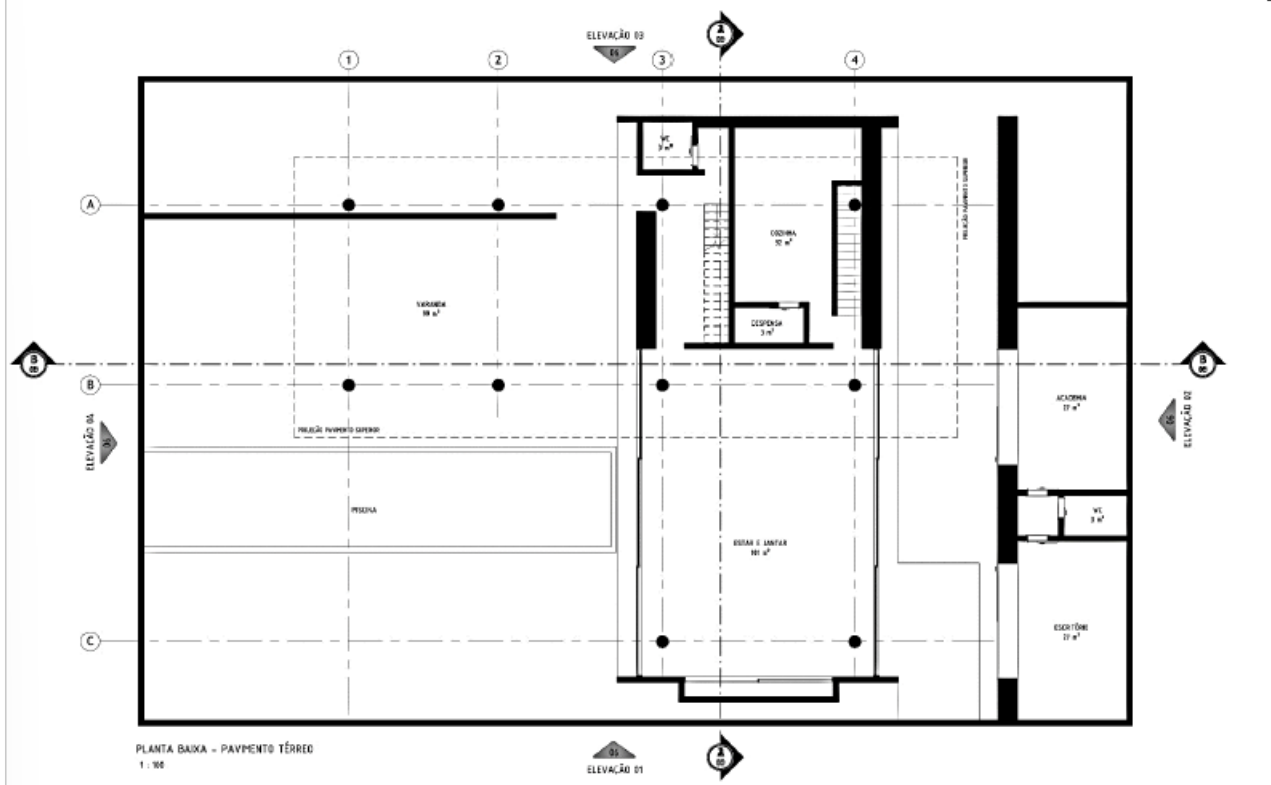
Volume do Segundo Pavimento



Vista do 2º Pavimento para o Terraço

- No segundo pavimento, há uma pequena sala para múltiplos usos, junto de um deck superior.
- Há anexo no fundo da casa que comporta um pequeno escritório doméstico.

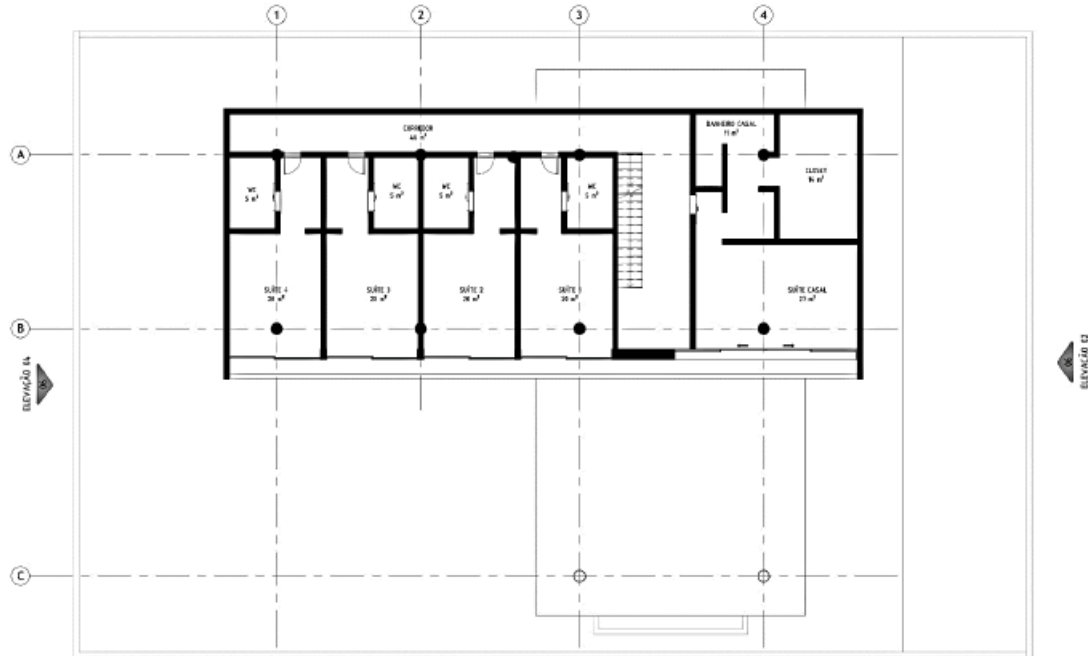
## APRESENTAÇÃO DO PROJETO





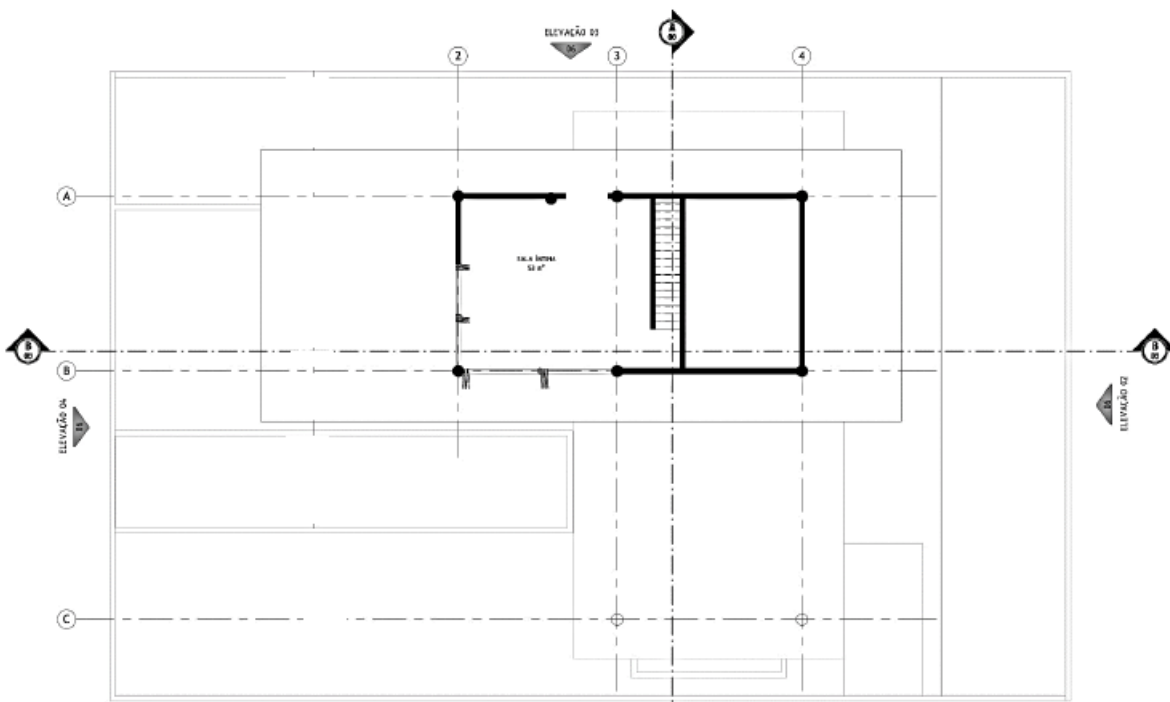
# CONCRETO

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



PLANTA BAIXA - PAGAMENTO 1  
1:100

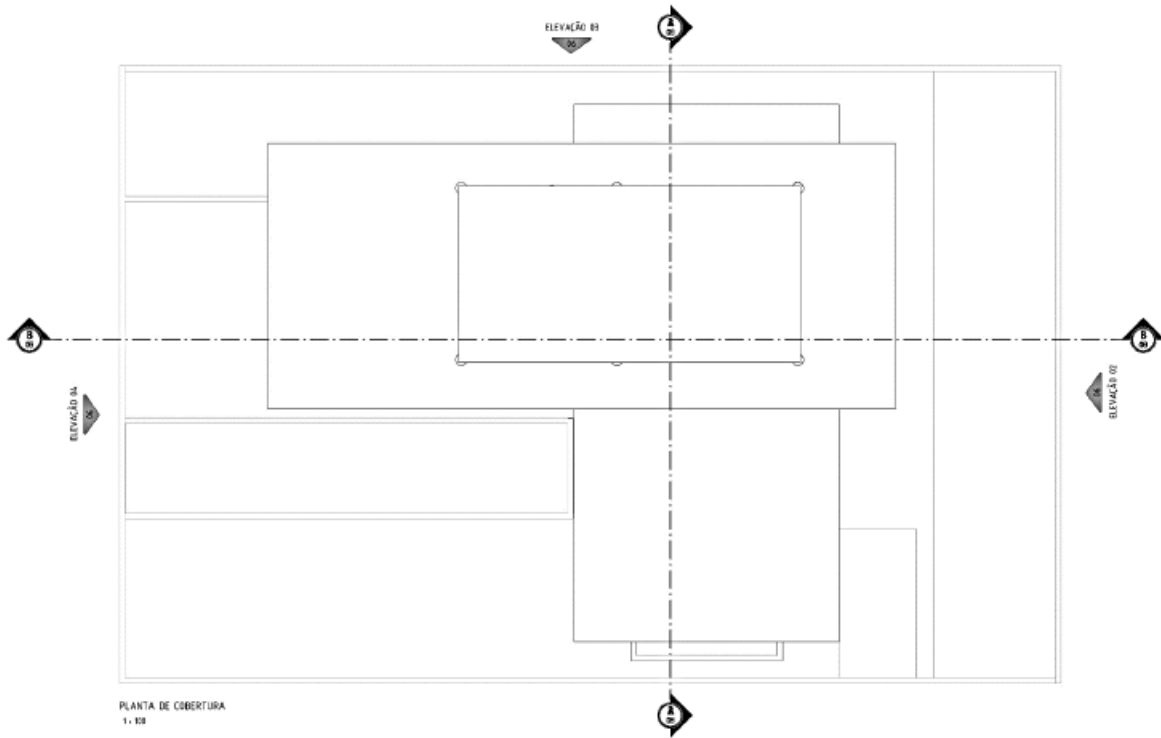
## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



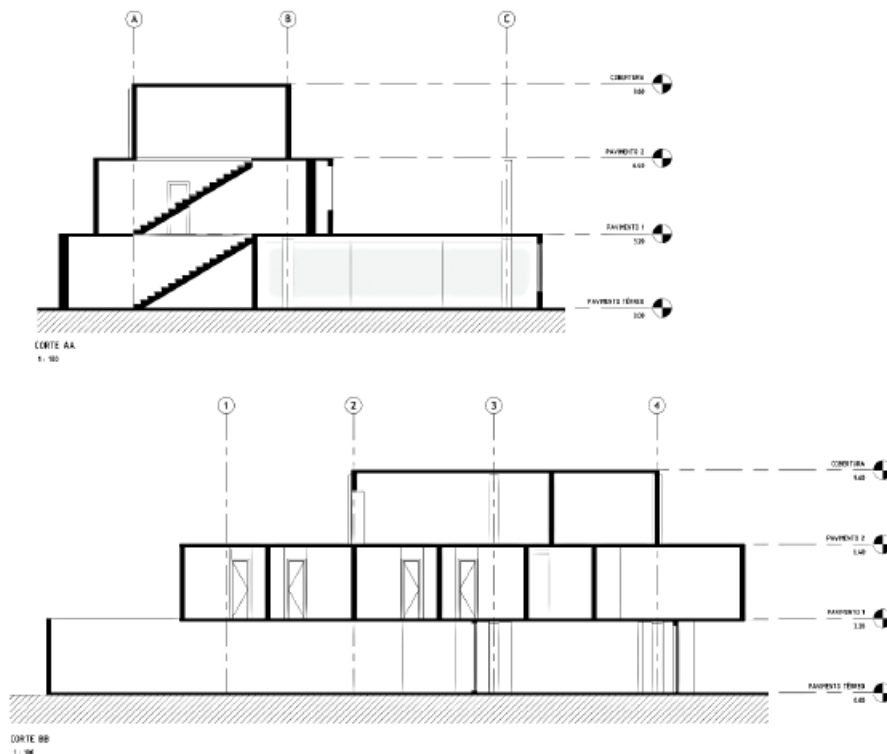
PLANTA BAIXA - PAGAMENTO 2  
1:100

# CONCRETO

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO

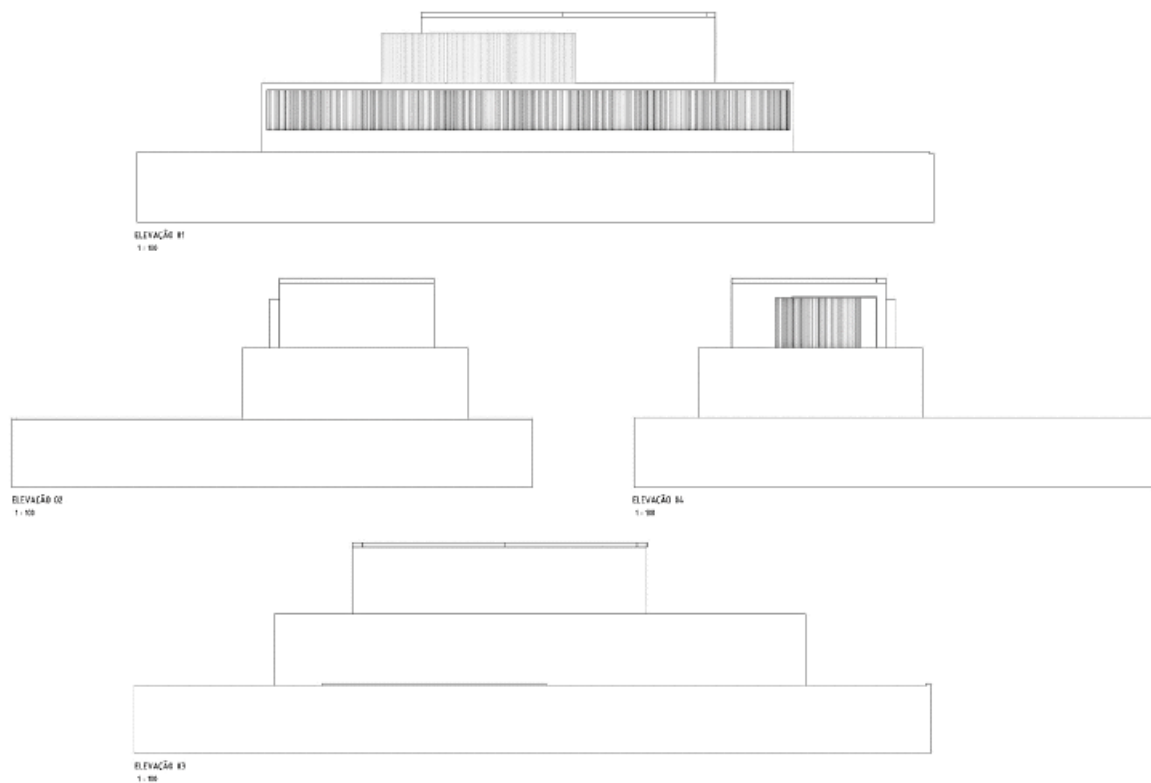


## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



## CONCRETO

## APRESENTAÇÃO DO PROJETO



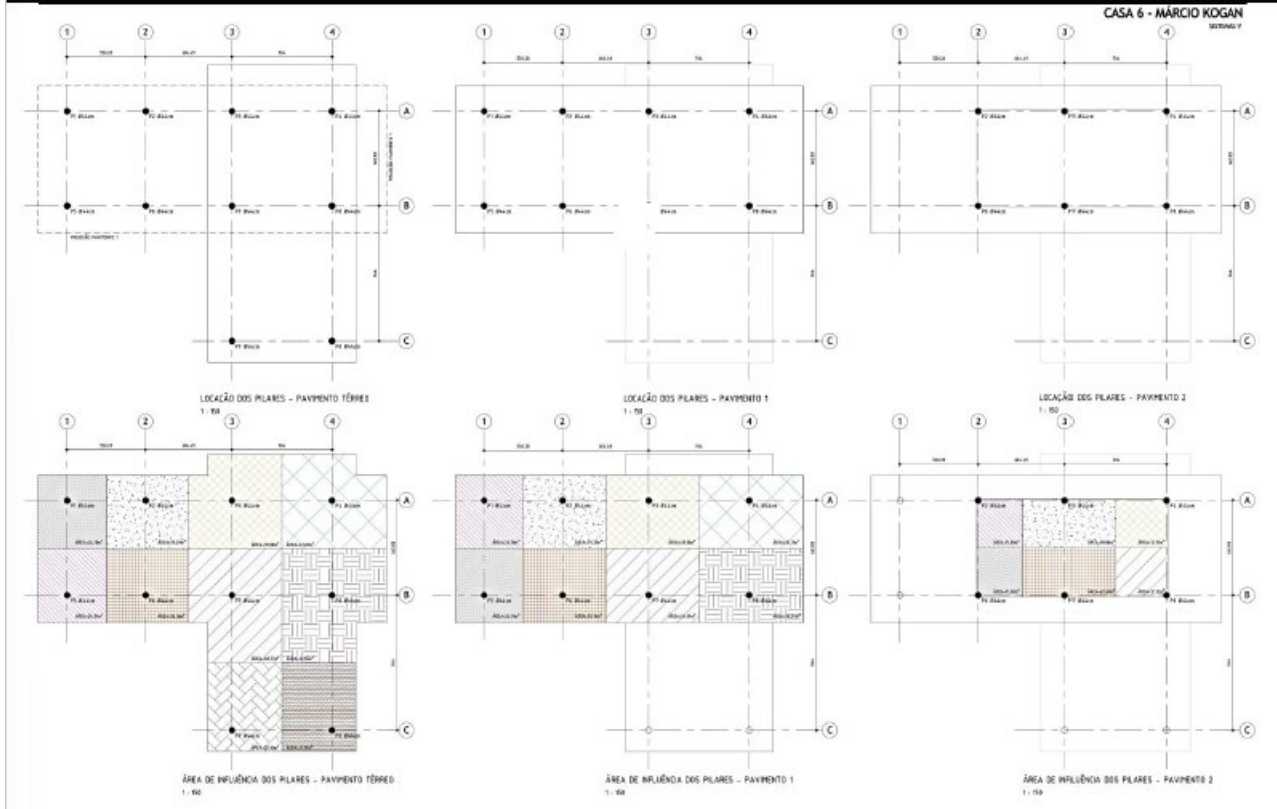
## SISTEMA ESTRUTURAL



- A estrutura adotada foi o Concreto Armado Protendido, e a Laje será Alveolar Protendida
- Lajes alveolares são painéis pré-moldados de concreto, em geral, protendido, que possuem seção transversal com altura constante e alvéolos em seu comprimento, responsáveis pela redução do peso da peça.
- O sistema de lajes alveolares tem inúmeras vantagens como por exemplo, a dispensa de serviços de carpintaria, facilidade de estocagem, transporte e montagem, dispensa de escoramento e redução de serviços na obra.

# CONCRETO

## SISTEMA ESTRUTURAL \_ locação e área de influência dos pilares



## SISTEMA ESTRUTURAL \_ pré-dimensionamento dos pilares

**DADOS:**

|                     |      |                             |      |
|---------------------|------|-----------------------------|------|
| <b>fck (kN/cm²)</b> | 2,50 | <b>Revestimento</b>         | 1,00 |
| <b>γ</b>            | 1,40 | <b>Sobrecarga</b>           | 3,00 |
| <b>fcd (kN/cm²)</b> | 1,79 | <b>Divisórias</b>           | 3,00 |
|                     |      | <b>total(q<sub>0</sub>)</b> | 9,00 |

kN/m²

Dimensionamento total:

A= 0,16 m² /

A= 0,44 m diâmetro

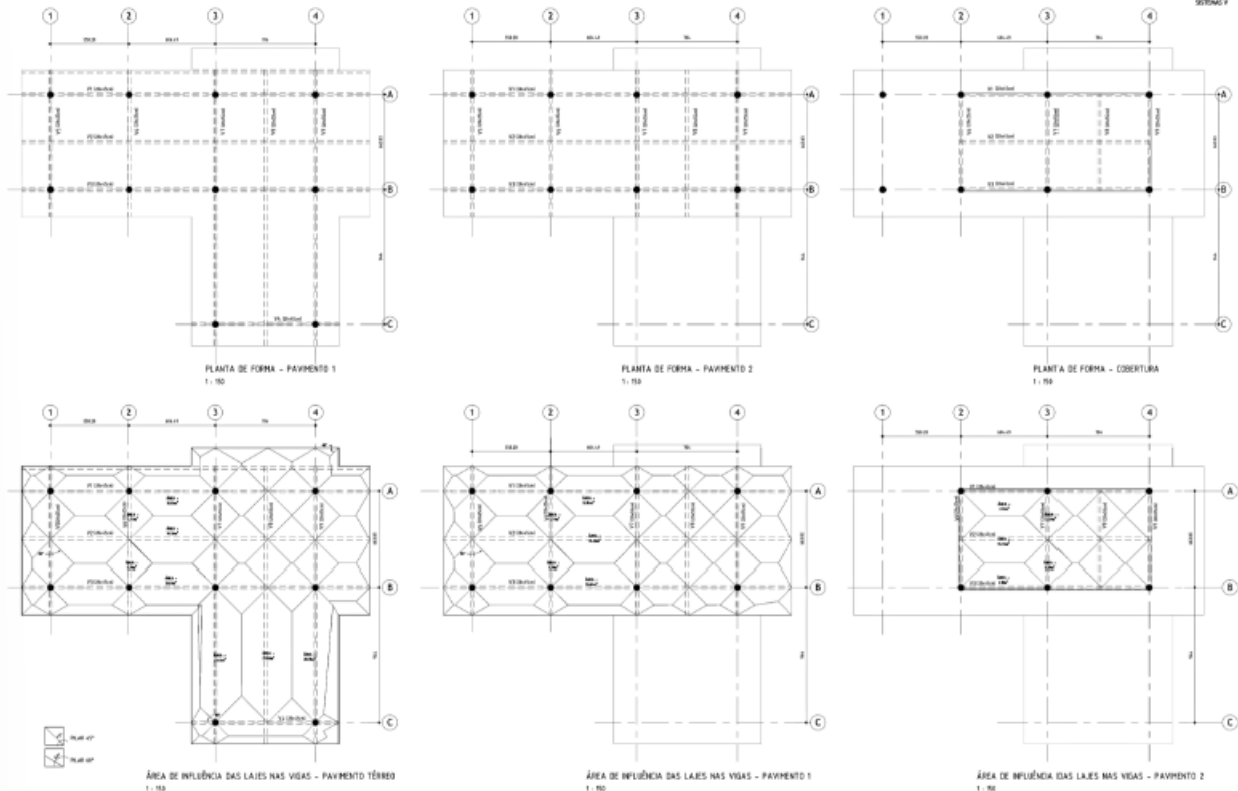
**Pré-Dimensionamento dos Pilares**

| Pilar | b adotado (m) | Área de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
|-------|---------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-------|---------------|
| P1    | 0,3           | 24,18                   | 12,00                 | 0,07      | 0,25  | 0,30          |
| P2    | 0,3           | 29,29                   | 12,00                 | 0,09      | 0,30  | 0,50          |
| P3    | 0,3           | 39,88                   | 12,00                 | 0,12      | 0,41  | 0,25          |
| P4    | 0,3           | 43,81                   | 12,00                 | 0,14      | 0,45  | 0,50          |
| P5    | 0,3           | 24,91                   | 12,00                 | 0,08      | 0,26  | 0,85          |
| P6    | 0,3           | 30,18                   | 12,00                 | 0,09      | 0,31  | 0,40          |
| P7    | 0,3           | 48,77                   | 12,00                 | 0,15      | 0,50  | 0,30          |
| P8    | 0,3           | 52,82                   | 12,00                 | 0,16      | 0,54  | 0,40          |
| P9    | 0,3           | 32,18                   | 12,00                 | 0,10      | 0,33  | 0,20          |

# CONCRETO

## SISTEMA ESTRUTURAL \_ locação e área de influência das vigas

CASA 6 - MARCIO KOGAN  
SITIO 7



## SISTEMA ESTRUTURAL \_ pré-dimensionamento das vigas

| Pré-Dimensionamento das Vigas         |      |
|---------------------------------------|------|
| Peso Alvenaria sobre as vigas (kN/m²) | 15   |
| Pé Direito<br>d (m)                   | 2,88 |
| Carga Adotada da laje (kN/m²)         | 12   |

$$\mu_r = \frac{M_d}{0,85 f_{cp} b d^2}$$

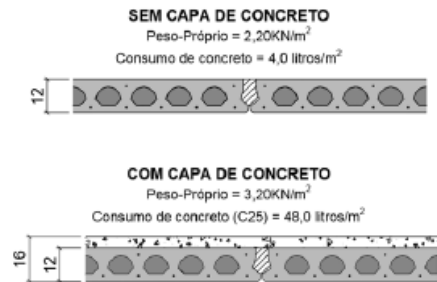
$$M_d = \frac{p l^2}{8}$$

| VIGA | Vão (m) | b(m) | $\mu_r$ | Herência das cargas das lajes para a |                         | Cargas das Lajes (kN/m) |       | Peso Alvenaria<br>g(kN/m) | Carga Total<br>g+q(kN/m) | h(m) | h adotado (m) |
|------|---------|------|---------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|---------------------------|--------------------------|------|---------------|
|      |         |      |         | Área de influência (m²)              | Área de influência (m²) | L1                      | L2    |                           |                          |      |               |
| V1   | 5,00    | 0,2  | 0,30    | L1                                   | L2                      | 12,80                   | 0,00  | 1,78                      | 14,58                    | 0,30 | 0,30          |
| V2   | 5,00    | 0,2  | 0,30    | L1                                   | L3                      | 22,18                   | 20,26 | 1,78                      | 44,22                    | 0,62 | 0,55          |
| V3   | 5,00    | 0,2  | 0,30    | L3                                   | L2                      | 11,72                   | 0,00  | 1,78                      | 13,50                    | 0,29 | 0,30          |
| V4   | 5,00    | 0,2  | 0,30    | L1                                   | L2                      | 10,97                   | 0,00  | 2,13                      | 13,10                    | 0,24 | 0,25          |
| V5   | 5,00    | 0,2  | 0,30    | L1                                   | L2                      | 19,01                   | 19,01 | 2,13                      | 40,15                    | 0,41 | 0,45          |
| V6   | 5,00    | 0,2  | 0,30    | L2                                   | L2                      | 10,97                   | 0,00  | 2,13                      | 13,10                    | 0,24 | 0,25          |

# CONCRETO

## SISTEMA ESTRUTURAL \_ modulação dos painéis da laje

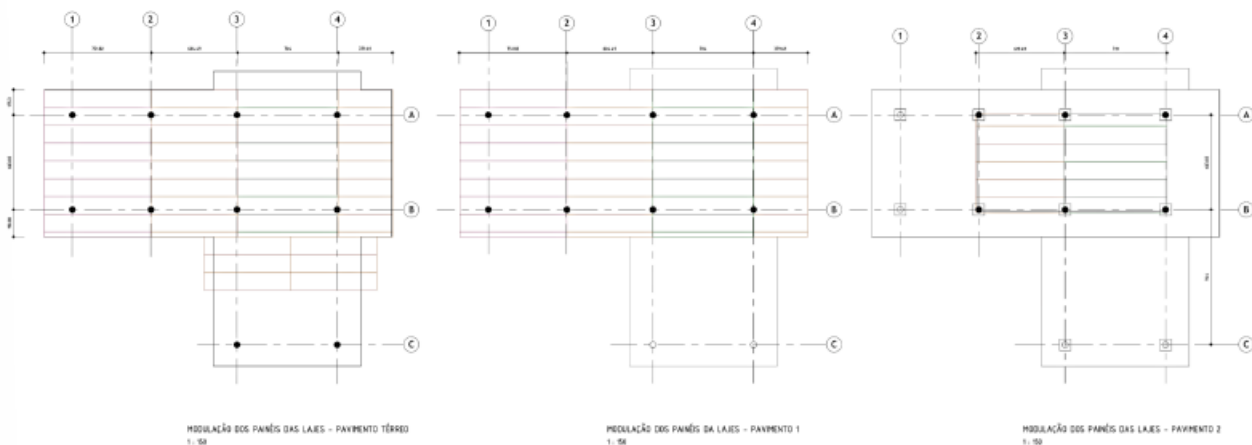
LAJE ALVEOLAR PROTENDIDA – Hp=12cm



| M.R.U.<br>(KN.m/m) | VÃOS MÁXIMOS (cm) X CARREGAMENTO (KN/m <sup>2</sup> ) |          |           |          |           |          |
|--------------------|---|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|                    | PA1209606   |          | PA1209608 |          | PAT129610 |          |
|                    | Sem Capa  | Com Capa | Sem Capa  | Com Capa | Sem Capa  | Com Capa |
| <b>0,5</b>         | 796   | 812      | 907       | 919      | 1002      | 1007     |
| <b>1,0</b>         | 729   | 761      | 830       | 861      | 918       | 943      |
| <b>1,5</b>         | 676   | 718      | 770       | 812      | 852       | 889      |
| <b>2,0</b>         | 634   | 681      | 722       | 771      | 798       | 844      |
| <b>3,0</b>         | 568   | 622      | 647       | 704      | 716       | 771      |
| <b>4,0</b>         | 519   | 576      | 592       | 652      | 654       | 715      |
| <b>5,0</b>         | 481   | 539      | 549       | 610      | 606       | 669      |
| <b>6,0</b>         | 451   | 509      | 514       | 576      | 568       | 631      |
| <b>7,0</b>         | 425   | 483      | 485       | 546      | 536       | 599      |
| <b>8,0</b>         | 404   | 460      | 460       | 521      | 508       | 571      |
| <b>9,0</b>         | 385   | 441      | 439       | 499      | 485       | 547      |
| <b>10,0</b>        | 369   | 424      | 420       | 479      | 465       | 525      |
| <b>11,0</b>        | 354   | 408      | 404       | 462      | 446       | 506      |
| <b>12,0</b>        | 342   | 395      | 389       | 446      | 430       | 489      |
| <b>13,0</b>        | 330   | 382      | 376       | 432      | 416       | 474      |
| <b>14,0</b>        | 320   | 371      | 364       | 419      | 403       | 460      |
| <b>15,0</b>        | 310   | 360      | 354       | 408      | 391       | 447      |

## SISTEMA ESTRUTURAL \_ modulação dos painéis da laje

CASA 6 - MÁRCIO KOGAN  
SOLTA 7



PAINÉIS PRÉ-FABRICADOS PARA LAJE ALVEOLAR PROTENDIDAS  
SEM CAPA DE CONCRETO E REVESTIMENTO TÍPICO

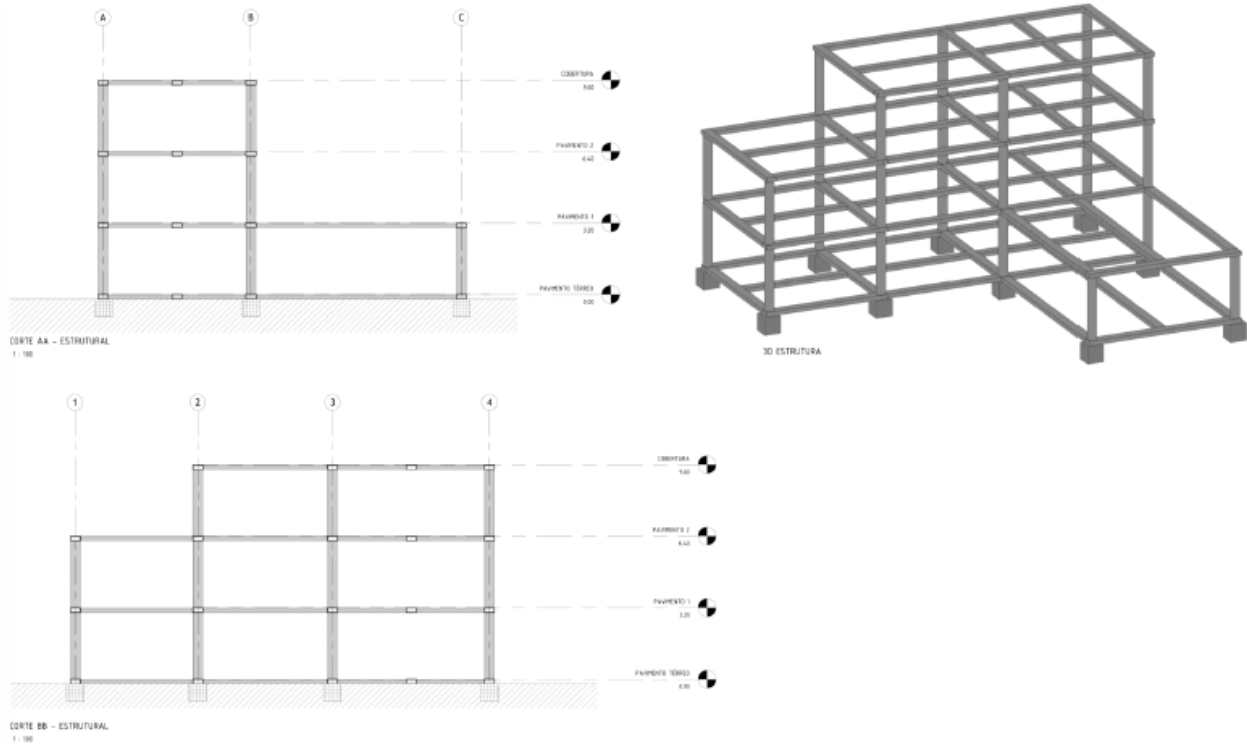
PAINÉIS 60x120x120 - 8 Ø10mm - sem capa e revestimento TÍPICO

PAINÉIS 60x120x120 - 8 Ø10mm - sem capa e revestimento TÍPICO

PAINÉIS 60x120x120 - 8 Ø10mm - com capa e revestimento TÍPICO

## CONCRETO

## SISTEMA ESTRUTURAL \_ cortes e perspectiva



## SISTEMA ESTRUTURAL \_ fontes de pesquisa

<https://ensaiosfragmentados.com/2010/07/14/casa-6-marcio-kogan/>

<http://www.ecivilnet.com/dicionario/o-que-e-laje-alveolar.html>

<http://www.grupoferrres.com/wp-content/uploads/2015/08/Lajes-Alveolares.jpg>

[https://www.google.com.br/search?q=marcio+kogan+arquiteto&biw=1920&bih=935&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiEsNzJmJfNAhUHgJAKHQdQAIQQ\\_AUIBigB#imgrc=ibIL6oErdFH3jIM%3A](https://www.google.com.br/search?q=marcio+kogan+arquiteto&biw=1920&bih=935&source=lnms&tbm=isch&sa=X&sqi=2&ved=0ahUKEwiEsNzJmJfNAhUHgJAKHQdQAIQQ_AUIBigB#imgrc=ibIL6oErdFH3jIM%3A)

# CONCRETO

## Hostel

Carolina Junqueira Guimarães

Lídia Lima Vidal

Priscila de Freitas Calheiros

Tháisa Martins Pasqua

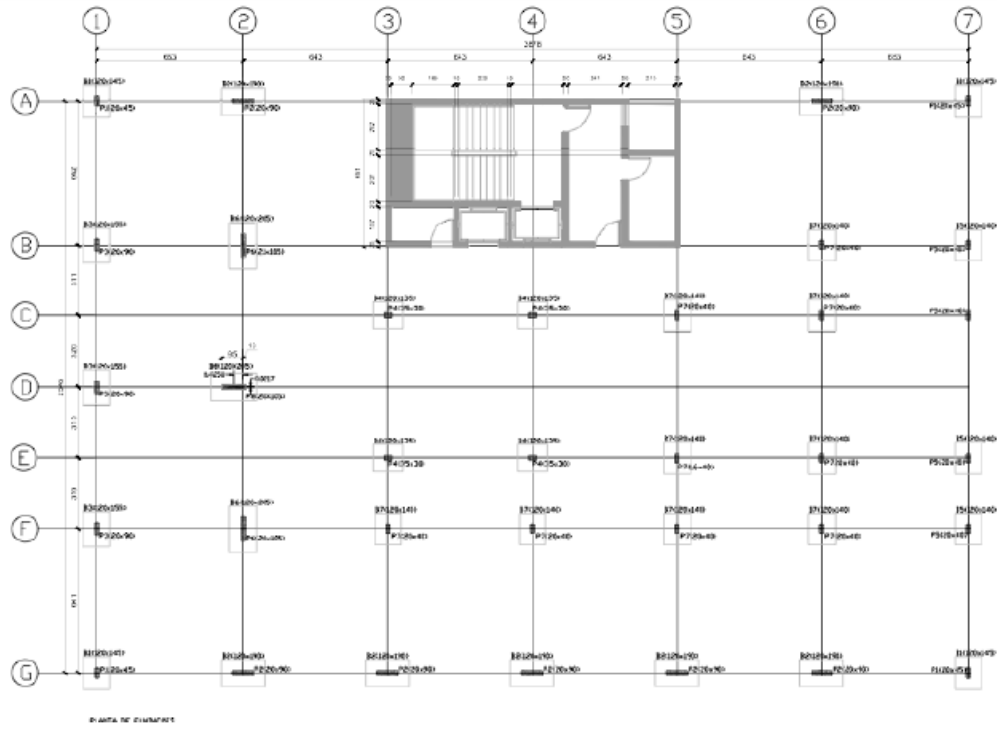


### Dados

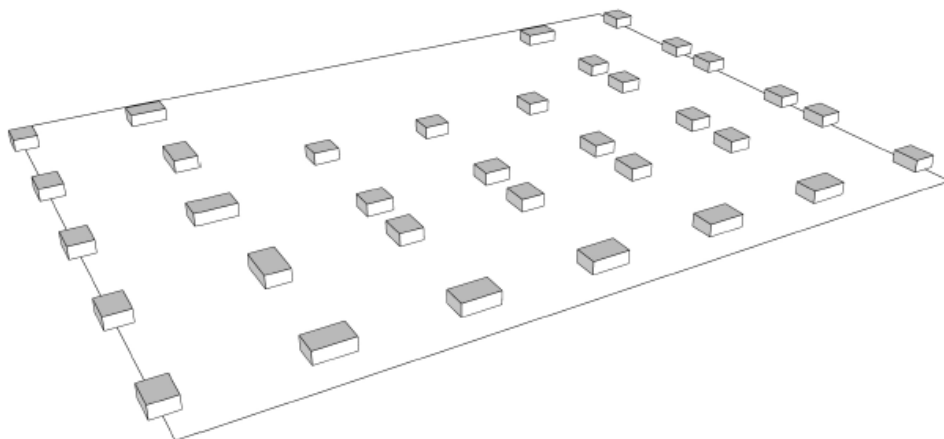
|                           |      |              |                   |  |     |
|---------------------------|------|--------------|-------------------|--|-----|
|                           |      |              | kN/m <sup>2</sup> |  |     |
| fck (kN/cm <sup>2</sup> ) | 2,00 | Revestimento | 1,00              | Peso Alvenaria sobre as vigas (kN/m <sup>2</sup> ) | 16  |
| gf                        | 1,40 | Sobrecarga   | 2,50              | Cota Piso a Piso (m)                               | 2,5 |
| fcd (kN/cm <sup>2</sup> ) | 1,43 | Divisórias   | 3,00              | nº andares   | 4   |
|                           |      | total(qd)    | 9,10              |  |     |



# CONCRETO



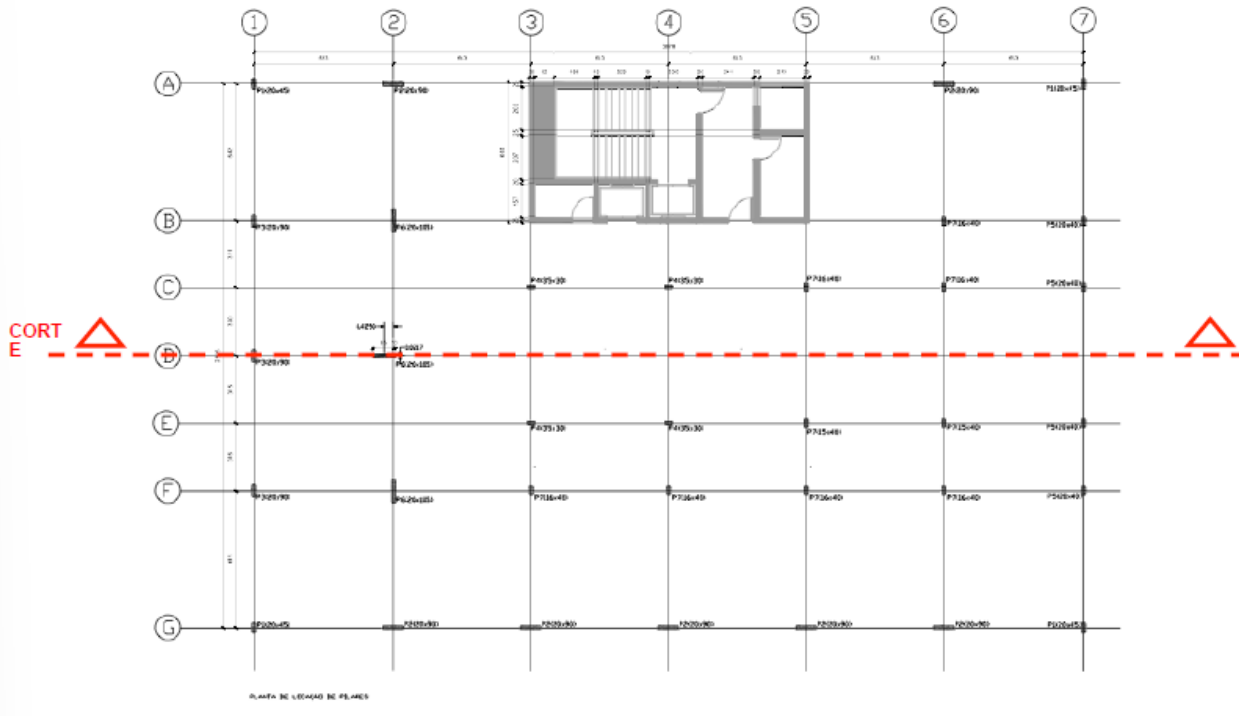
Blocos da Fundação



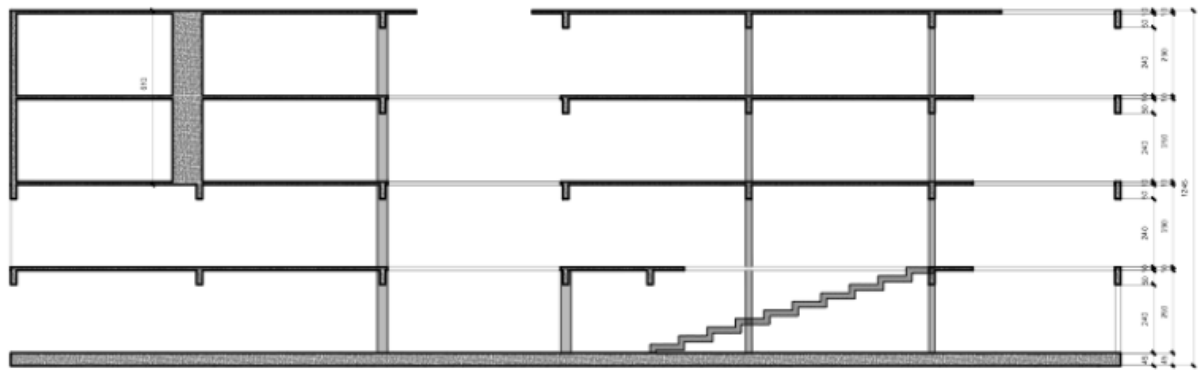
# CONCRETO

## Pré-dimensionamento dos pilares

|       |              |                         |                       |           |       | nº andares    | 4 |
|-------|--------------|-------------------------|-----------------------|-----------|-------|---------------|---|
| Pilar | b adotado(m) | Area de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |   |
| P1    | 0,2          | 17,33                   | 12,00                 | 0,09      | 0,45  | 0,45          |   |
| Pilar | b(m)         | Area de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |   |
| P2    | 0,2          | 34,4                    | 12,00                 | 0,18      | 0,88  | 0,90          |   |
| Pilar | b(m)         | Area de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |   |
| P3    | 0,2          | 20,70                   | 12,00                 | 0,11      | 0,53  | 0,55          |   |
| Pilar | b(m)         | Area de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |   |
| P4    | 0,35         | 20,3                    | 12,00                 | 0,10      | 0,30  | 0,30          |   |
| Pilar | b(m)         | Area de influência      | Carga Adotada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |   |
| P5    | 0,2          | 15,5                    | 12,00                 | 0,08      | 0,40  | 0,40          |   |



# CONCRETO

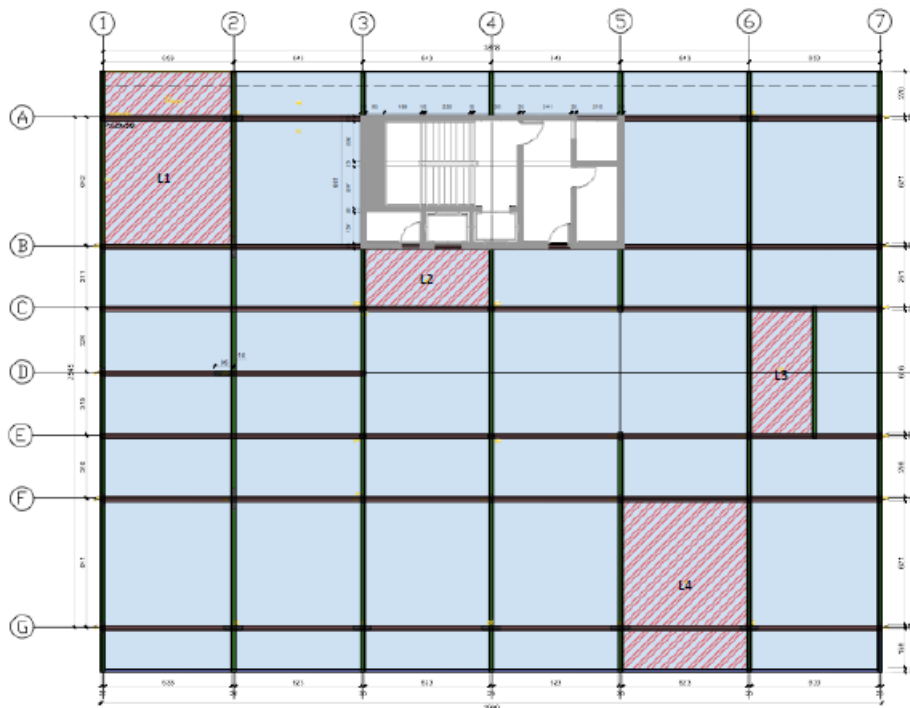


## Pré-dimensionamento das lajes

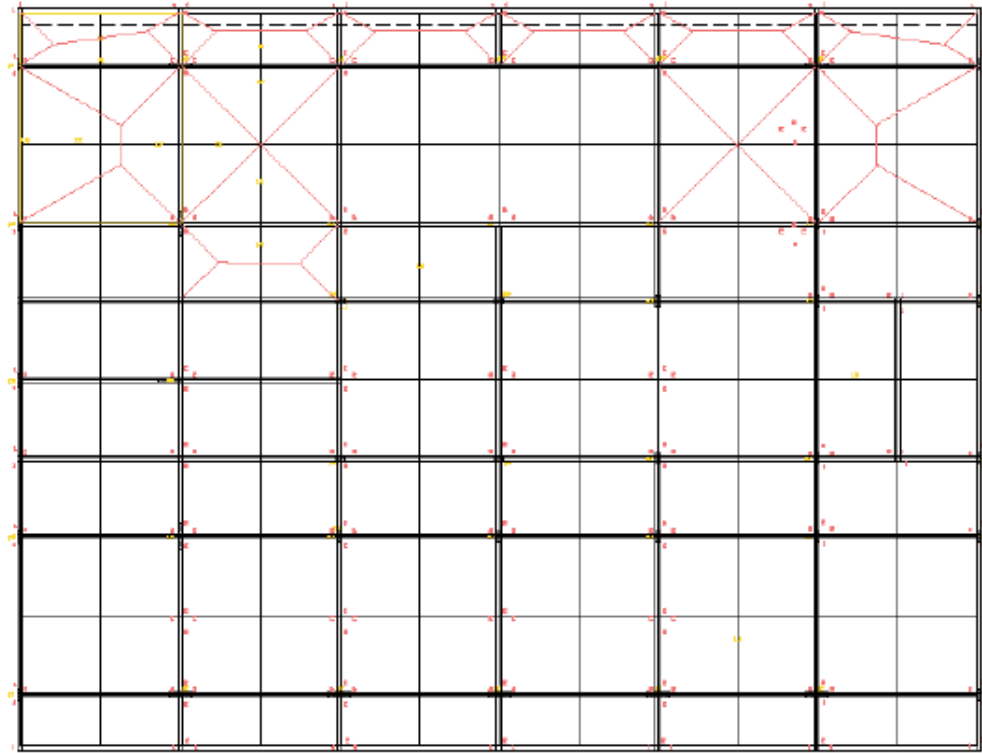
$$\mu_l = \frac{M_d}{0,85 f_{cd} b d^2}$$

$$M_d = \frac{q \cdot l_x \cdot l_y}{24}$$

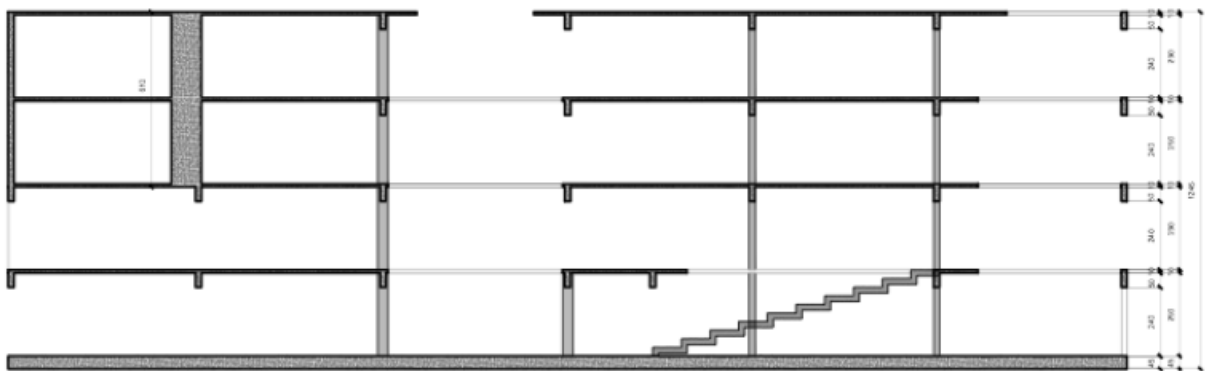
| Laje | lx (m) | ly (m) | Área da Laje (m²) | Carga (kN/m²) | m adotado | h (m) | h adotado (m) |
|------|--------|--------|-------------------|---------------|-----------|-------|---------------|
| L1   | 6,60   | 8,70   | 57,42             | 9,10          | 0,08      | 0,17  | 0,20          |
| L2   | 3,20   | 6,40   | 20,48             | 9,10          | 0,08      | 0,10  | 0,10          |
| L3   | 3,20   | 6,30   | 20,16             | 9,10          | 0,08      | 0,10  | 0,10          |
| L4   | 6,40   | 8,60   | 55,04             | 9,10          | 0,08      | 0,17  | 0,20          |



# CONCRETO



Estudo das lajes



CORTE

# CONCRETO

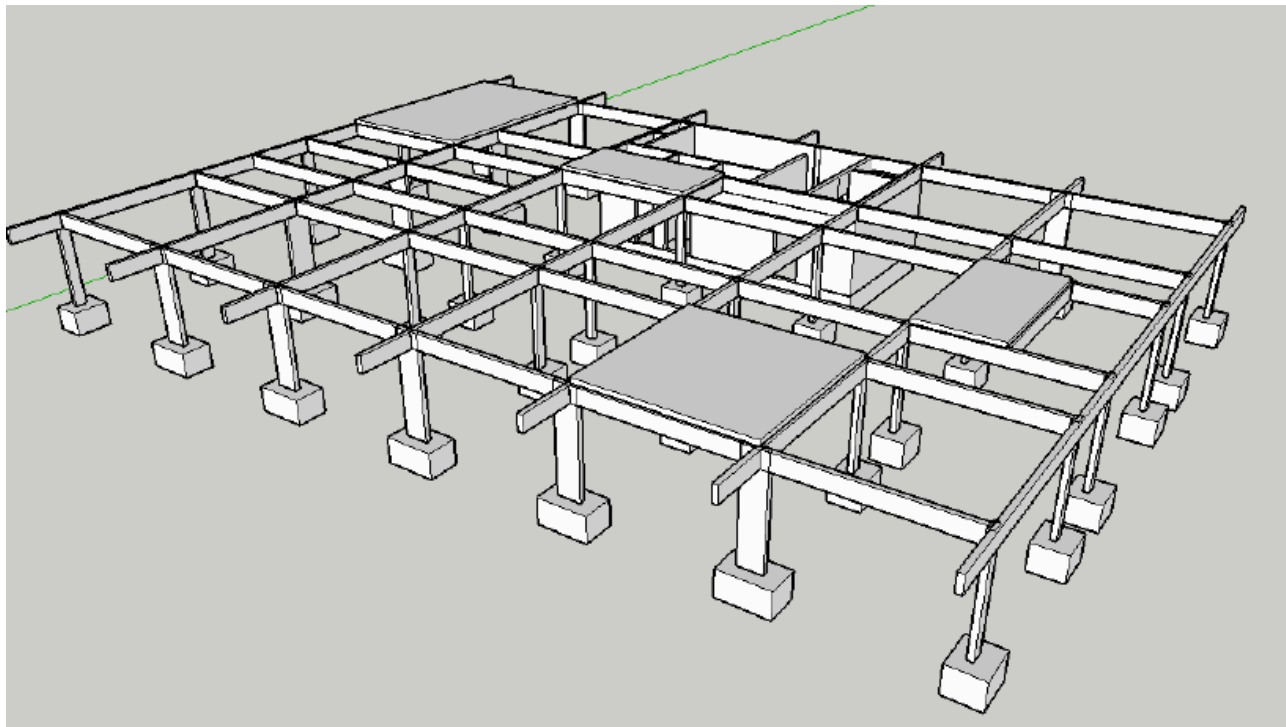
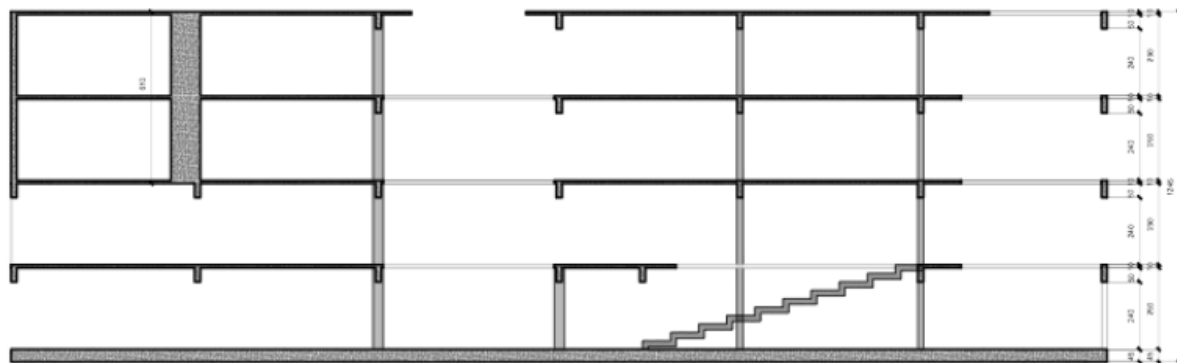
## Pré-dimensionamento das vigas

| Peso próprio sobre as vigas (kN/m)      |         |      |      | 16   |        | Nota: Para cálculo do peso da alvenaria foi considerado um muro médio de 80 cm |       |                       |                    |       |               |
|---|---------|------|------|--|--------|--|-------|-----------------------|--------------------|-------|---------------|
| Pa-Corato                               |         |      |      | 2,5  |        |  |       |                       |                    |       |               |
| e (m)                                   |         |      |      | 0,30   |        |  |       |                       |                    |       |               |
| Carga distribuída da laje (kN/m)        |         |      |      | 12   |        |  |       |                       |                    |       |               |
| $\mu_s = \frac{M_d}{0,85 f_{ct} b l^2}$ |         |      |      | $M_d = \frac{p l^2}{8}$  |        |  |       |                       |                    |       |               |
| VIGA                                    | Vão (m) | b(m) | ax   | Referência das cargas das lajes para a Área de influência (m²) |        | Cargas das Lajes (kN/m)  |       | Peso Alvenaria (kN/m) | Carga Total (kN/m) | N(m)  | h adotado (m) |
|   |         |      |      | L1   | L2     | L1   | L2    |                       |                    |       |               |
| V1                                      | 6,55    | 0,3  | 0,30 | 0,3  | 17,33  | 12,15  | 50,15 | 1,44                  | 45,70              | 0,33  | 0,30          |
| VIGA                                    | Vão (m) | b(m) | ax   | Referência das cargas das lajes para a Área de influência (m²) |        | Cargas das Lajes (kN/m)  |       | Peso Alvenaria (kN/m) | Carga Total (kN/m) | N(m)  | h adotado (m) |
|   |         |      |      | L1,3   | L2,4   | L1   | L2    |                       |                    |       |               |
| V2                                      | 4,2     | 0,3  | 0,30 | 11,3   | 17,4   | 30,15  | 9,00  | 1,45                  | 31,64              | 0,51  | 0,30          |
| VIGA                                    | Vão (m) | b(m) | ax   | Referência das cargas das lajes para a Área de influência (m²) |        | Cargas das Lajes (kN/m)  |       | Peso Alvenaria (kN/m) | Carga Total (kN/m) | N(m)  | h adotado (m) |
|   |         |      |      | L3   | L4     | L1   | L2    |                       |                    |       |               |
| V3                                      | 6,2     | 0,3  | 0,30 | 4,7  | 6,00   | 16,77  | 17,42 | 1,45                  | 37,64              | 0,54  | 0,30          |
| VIGA                                    | Vão (m) | b(m) | ax   | Referência das cargas das lajes para a Área de influência (m²) |        | Cargas das Lajes (kN/m)  |       | Peso Alvenaria (kN/m) | Carga Total (kN/m) | N(m)  | h adotado (m) |
|   |         |      |      | L1   | L2     | L1   | L2    |                       |                    |       |               |
| V4                                      | 6,2     | 0,3  | 0,30 | 9,5  | 6,00   | 16,35  | 12,36 | 1,45                  | 32,36              | 0,52  | 0,30          |
| VIGA                                    | Vão (m) | b(m) | ax   | Referência das cargas das lajes para a Área de influência (m²) |        | Cargas das Lajes (kN/m)  |       | Peso Alvenaria (kN/m) | Carga Total (kN/m) | N(m)  | h adotado (m) |
|   |         |      |      | L1, L2   | L3, L4 | L1   | L2    |                       |                    |       |               |
| V5                                      |         | 0,2  | 0,30 |  |        | 10,00  | 10,00 | 10,00                 | 10,00              | 10,00 | 0,30          |
| VIGA                                    | Vão (m) | b(m) | ax   | Referência das cargas das lajes para a Área de influência (m²) |        | Cargas das Lajes (kN/m)  |       | Peso Alvenaria (kN/m) | Carga Total (kN/m) | N(m)  | h adotado (m) |
|   |         |      |      | L2   | L4     | L1   | L2    |                       |                    |       |               |
| V6                                      |         |      | 0,30 |  |        | 10,00  | 10,00 | 10,00                 | 10,00              | 10,00 | 0,30          |

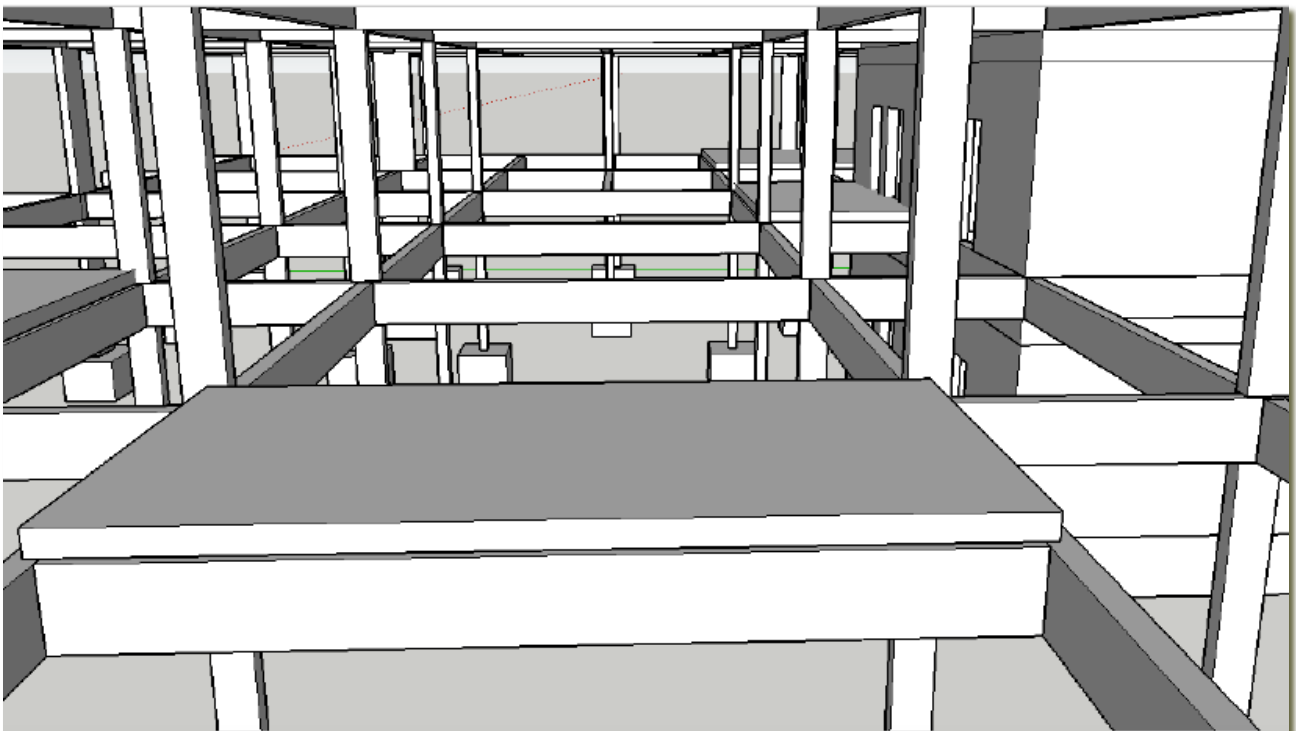
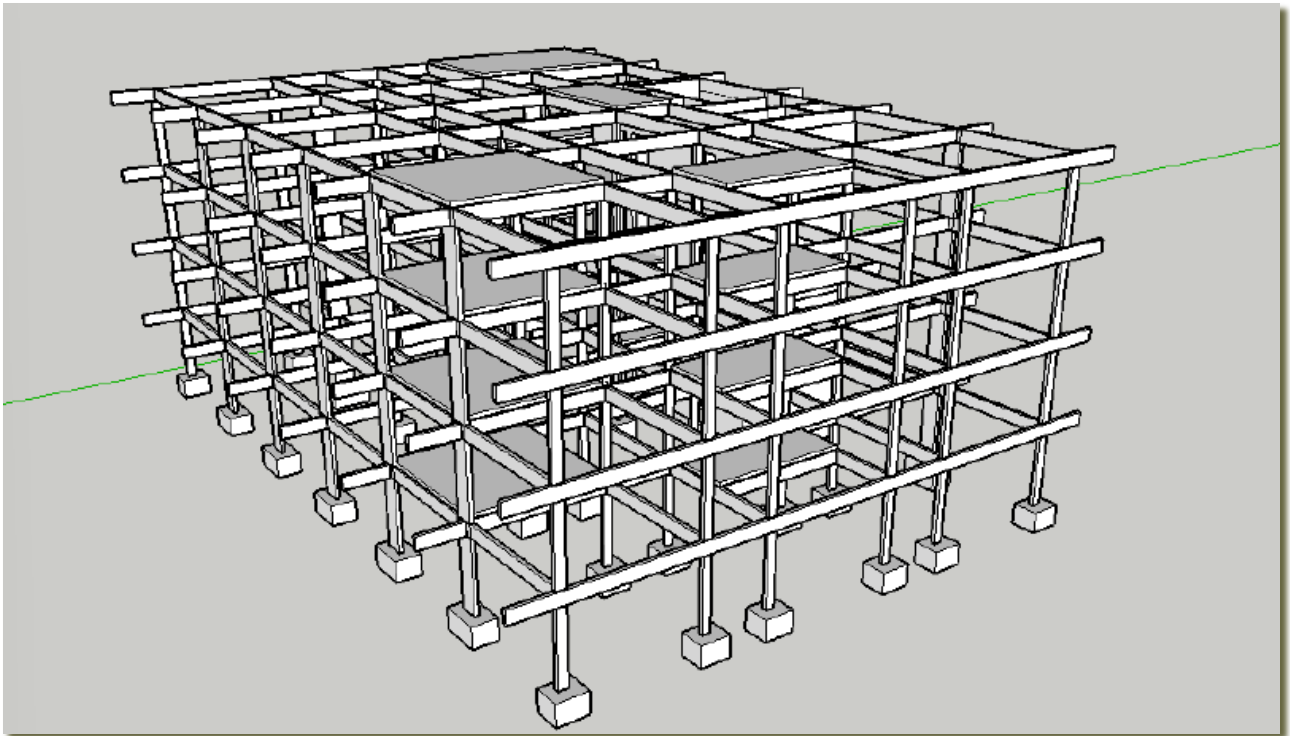


ALVENA DE FERRO TUBADO

# CONCRETO



# CONCRETO



# CONCRETO





## CONCRETO

### Teatro ao ar livre Ruínas de Huanchaca

Márcio Kogan

Beatriz Sattin  
Luisa Ferlin  
Mariana Douets

11



#### 01 | o projeto características e informações

<sup>11</sup> Imagens disponíveis em: <https://www.archdaily.com.br/br/911750/teatro-ao-ar-livre-ruinas-de-huanchaca-ramon-coz-marco-polidura-benjamin-ortiz-sebastian-alvarez>. Acessado em 15 mar. 2024.

# CONCRETO

## ficha técnica



localização: antofagasta, chile

arquitetos: marco pollidura, ramón coz  
+ benjamín ortiz, sebastián alvarez

ano da construção: 2017

área: 392m<sup>2</sup>

materia: concreto

## características

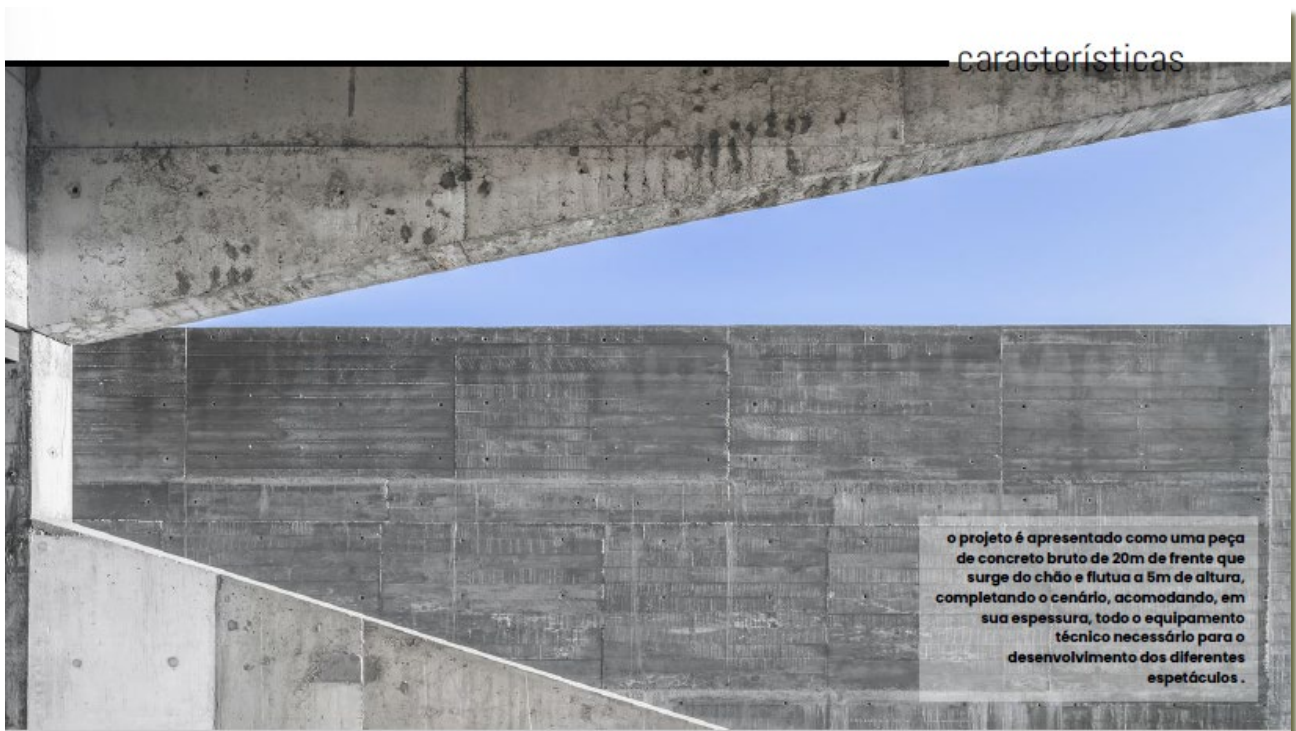
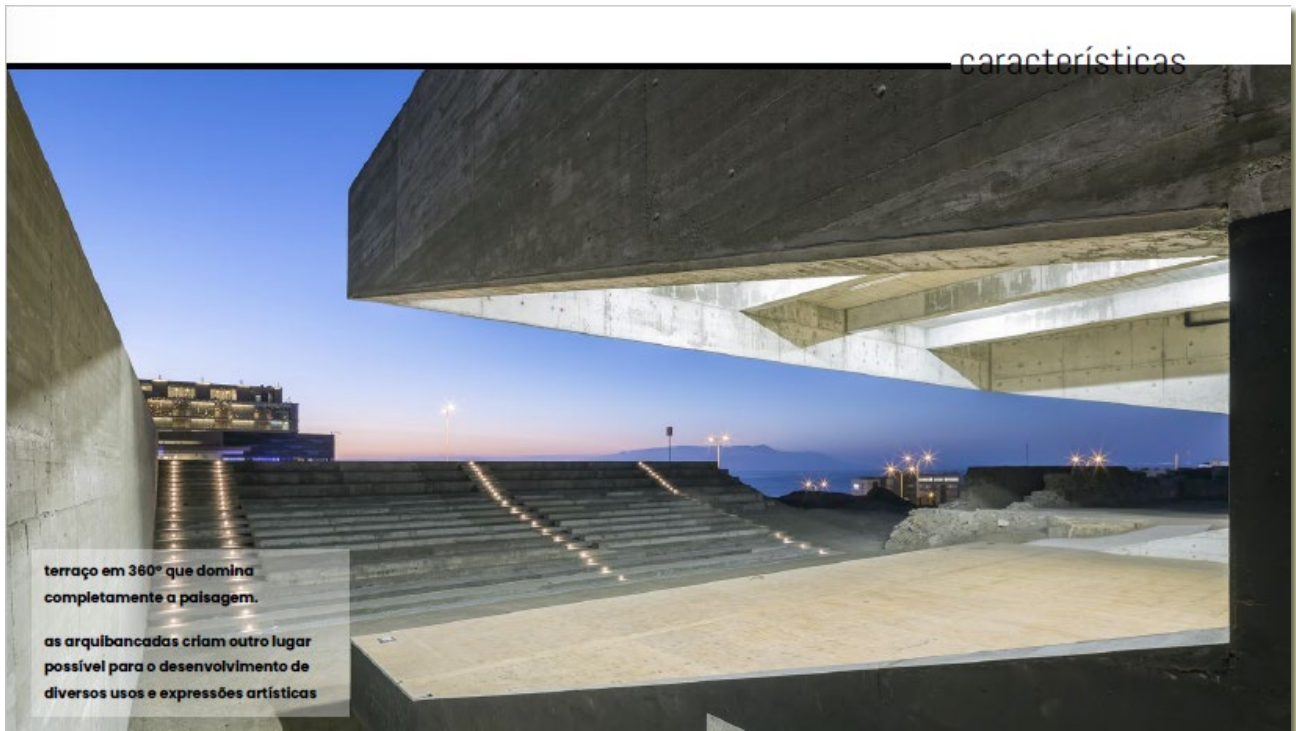


volume posiciona as ruínas como principal protagonista do lugar

cobertura emerge do chão e molda o palco do Teatro

se volta como um mirante para as Ruínas e para o mar

# CONCRETO

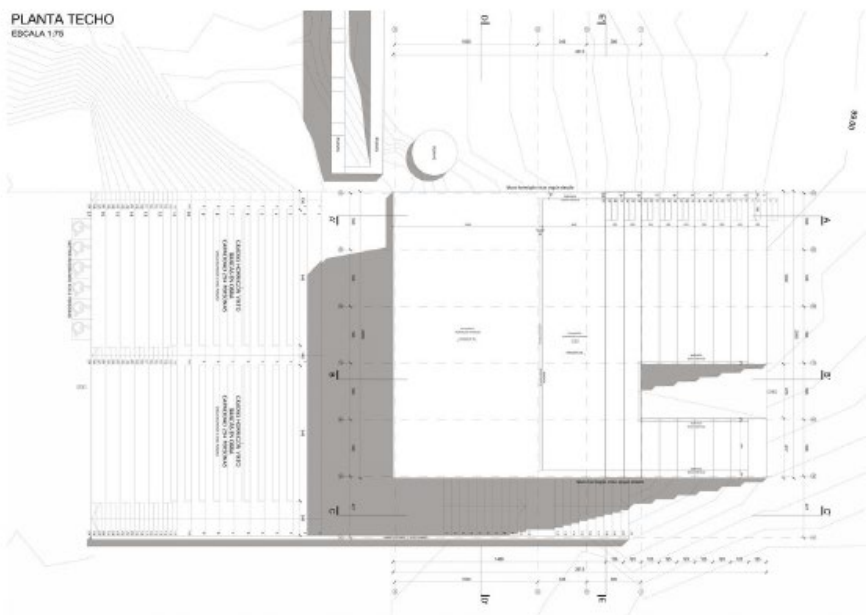


# CONCRETO

implantação

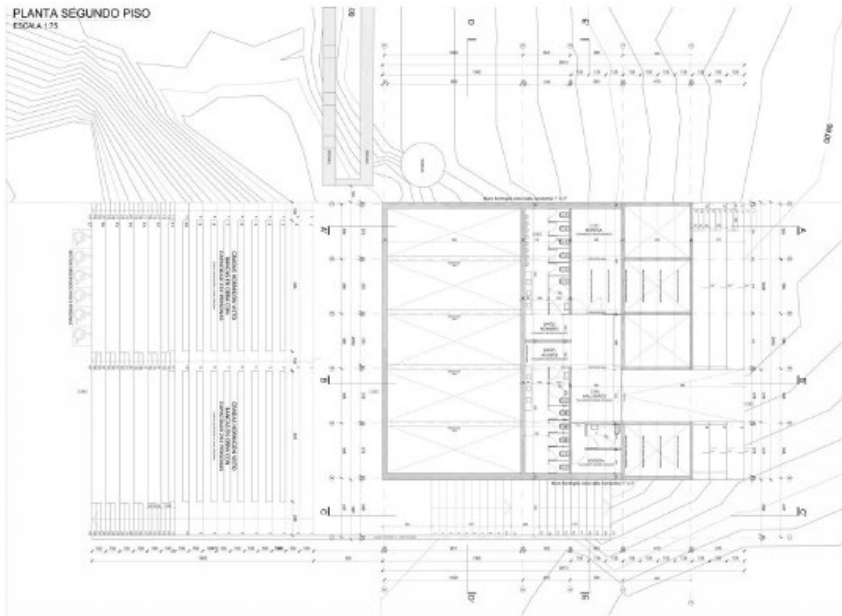


planta de cobertura

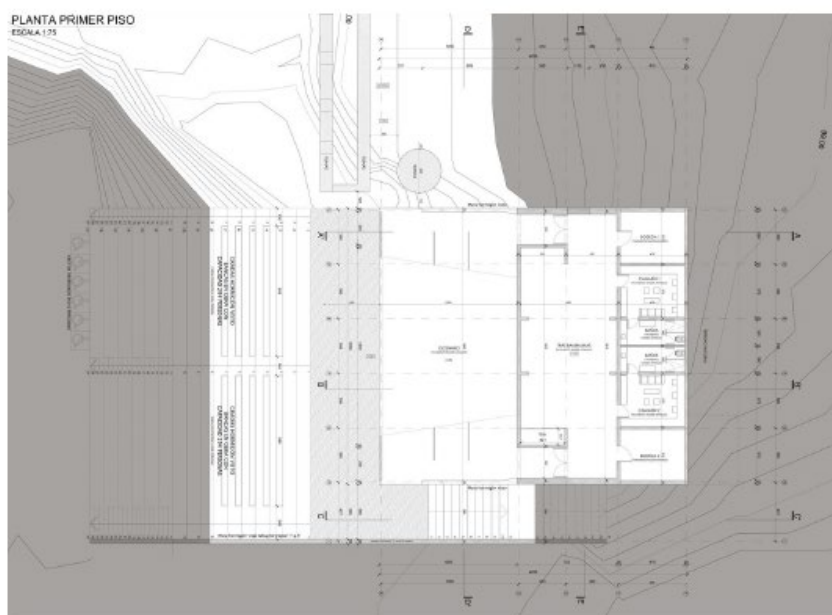


# CONCRETO

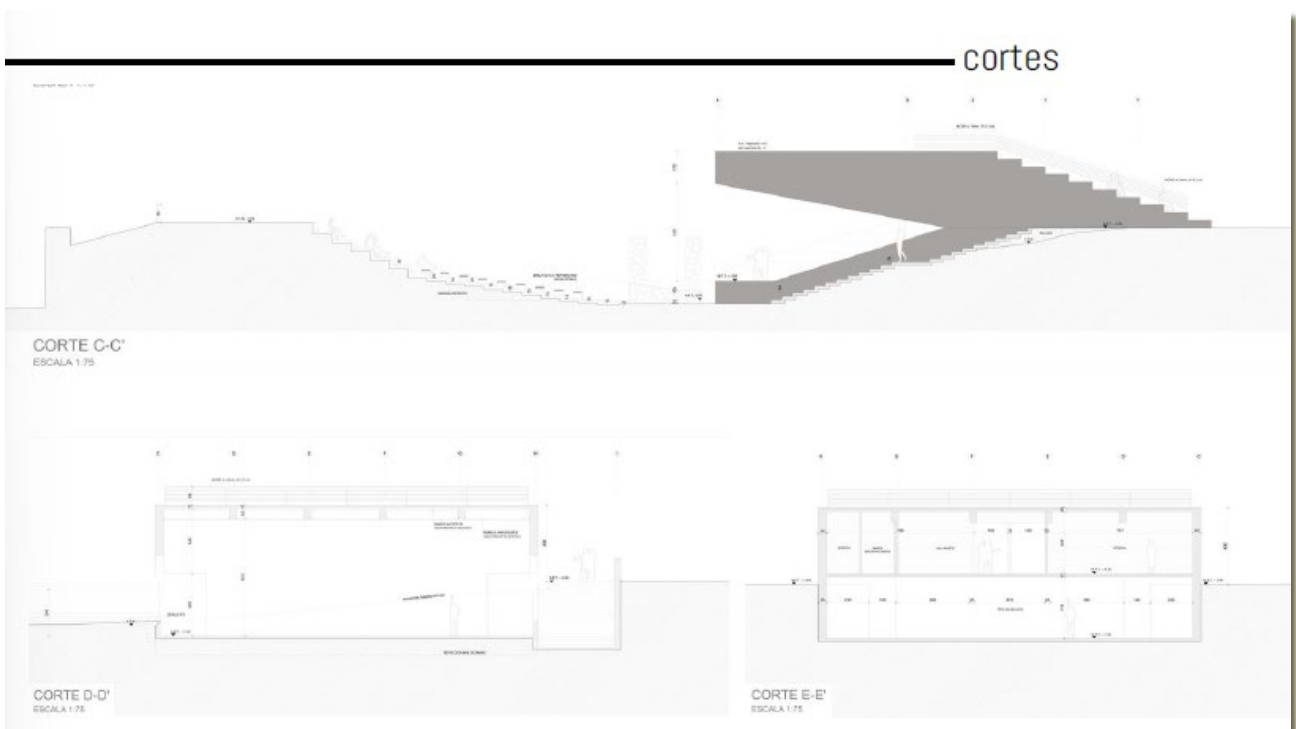
planta baixa - terraço



planta baixa - térreo

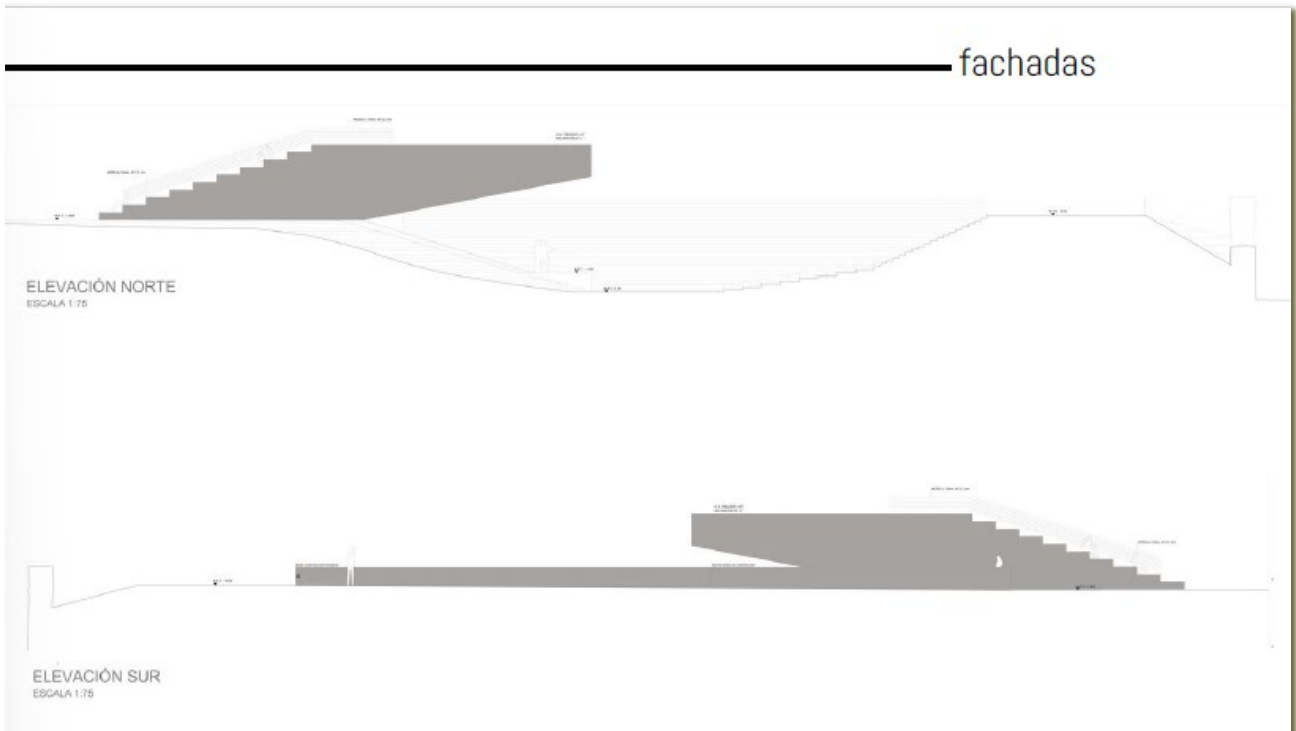


# CONCRETO

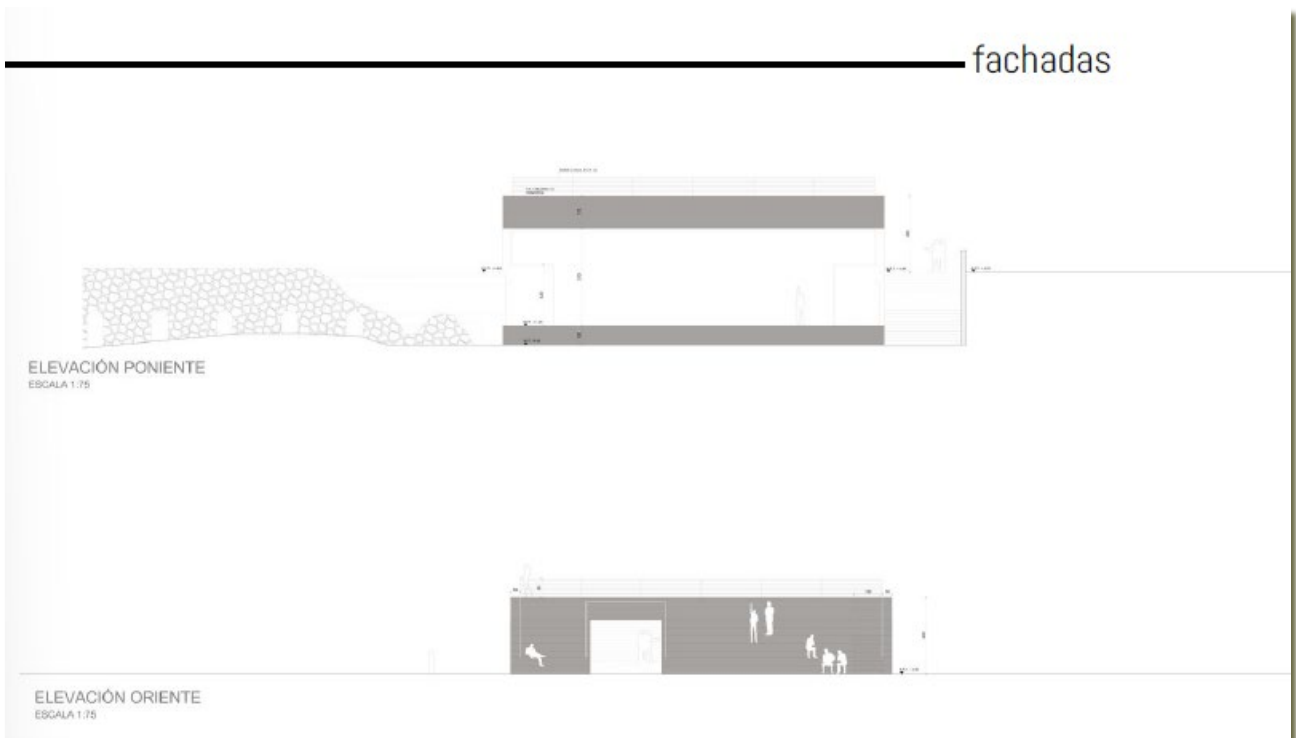


# CONCRETO

fachadas



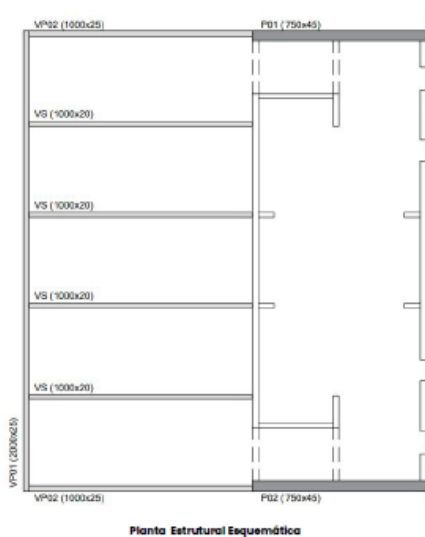
fachadas



# CONCRETO

## 02 | carregamentos: balanço cálculo da cargas aplicadas no projeto

### cargas



**Cargas Permanentes:**

**Peso Próprio da Laje Maciça:**

espessura (m) x densidade do concreto (2500Kg/m<sup>3</sup>)  
 0,17m x 2500 Kg/m<sup>3</sup>= **425 Kg/m<sup>2</sup>**

**Impermeabilização:**

8Kg/m<sup>2</sup>

**Peso Próprio da Viga Principal 01:**

base (m) x altura (m) x densidade do concreto (2500Kg/m<sup>3</sup>)  
 0,25m x 1,70m x 2500Kg/m<sup>3</sup> = **1062,5 Kg/m**

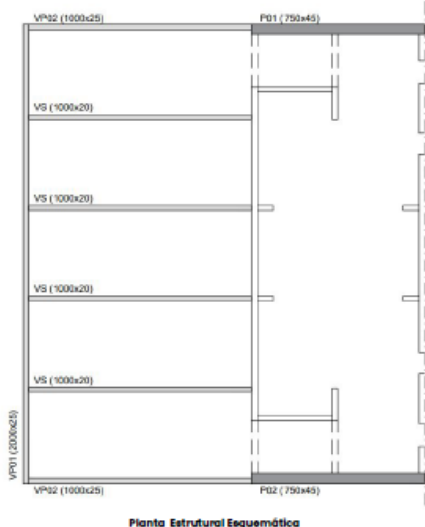
**Peso Próprio da Viga Principal 02:**

base (m) x altura (m) x consumo de concreto (2500Kg/m<sup>3</sup>)  
 0,25m x 2,70m x 2500Kg/m<sup>3</sup> = **1687,5 Kg/m**

**Peso Próprio da Vigas Secundárias:**

base (m) x altura (m) x consumo de concreto (2500Kg/m<sup>3</sup>)  
 0,20m x 0,55m x 2500Kg/m<sup>3</sup> = **275 Kg/m**

### cargas



**Carga Acidental:**

Centro de Exposições - Acesso de Pessoas: **5 kN/m<sup>2</sup> - 500Kg/m<sup>2</sup>**

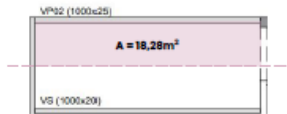
| Local  | Carga uniformemente distribuída kN/m <sup>2</sup> |
|--|---|
| Centros de exposição *                       | 5   |
| Área de estandes de exposição                | 10 m  |
| Área de exposição de veículos e equipamentos | 30 m  |

As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.



# CONCRETO

## carga linear



**Viga Principal 02:**

Área de Influência: **18,28m²**

Carga Permanente da Laje: **425 Kfg/m²**

Carga da Impermeabilização: **8 Kfg/m²**

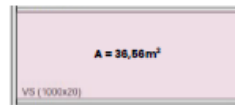
Carga Acidental: **500 Kfg/m²**

**Cálculo da Carga Linear:**

Carga Perm. + Carga Acid. x AI / Comprimento da Viga

$$(425 \text{ Kfg/m}^2 + 8 \text{ Kfg/m}^2) + 500 \text{ Kfg/m}^2 \times 18,28 \text{ m}^2 / 10 \text{ m} =$$

$$1.750,52 \text{ Kgf/m} = 1,75 \text{ tf/m}$$



**Viga Secundária:**

Área de Influência: **36,56m²**

Carga Permanente da Laje: **425 Kfg/m²**

Carga da Impermeabilização: **8 Kfg/m²**

Carga Acidental: **500 Kfg/m²**

**Cálculo da Carga Linear:**

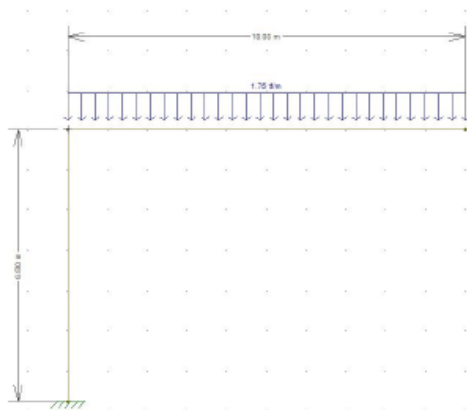
Carga Perm. + Carga Acid. x AI / Comprimento da Viga

$$(933 \text{ Kfg/m}^2 + 500 \text{ Kfg/m}^2) \times 36,56 \text{ m}^2 / 10 \text{ m} =$$

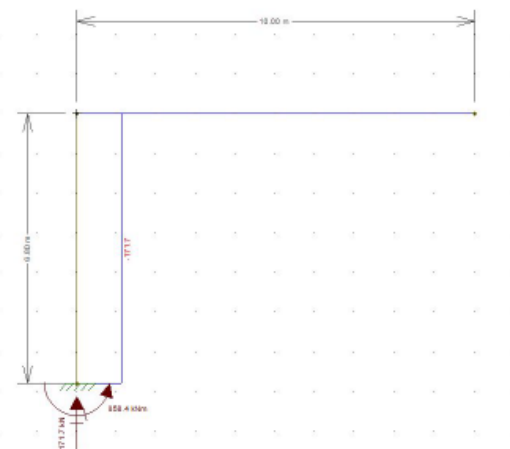
$$3.3952,38 \text{ Kgf/m} = 3,40 \text{ tf/m}$$

## 03 | ftool modelagem

## viga principal 02



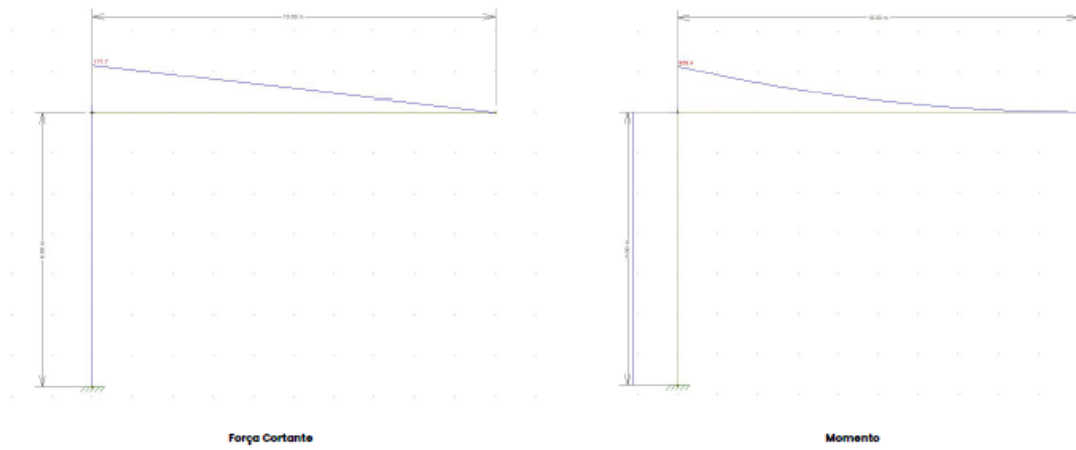
Modelo Esquemático



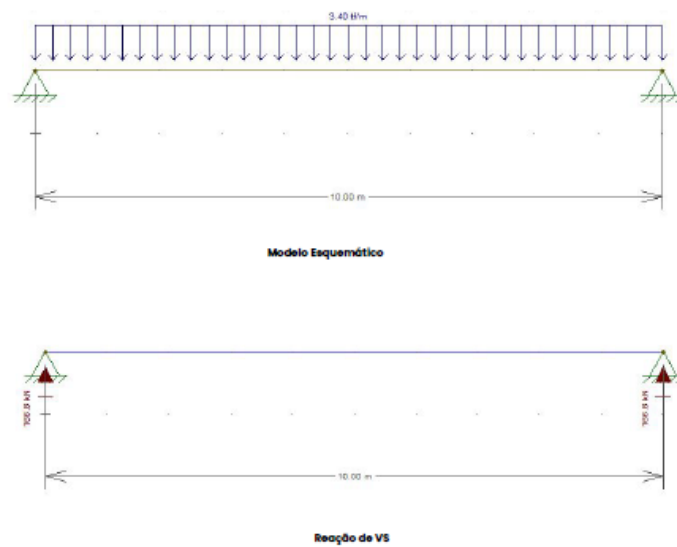
Reação de VP02

# CONCRETO

viga principal 02

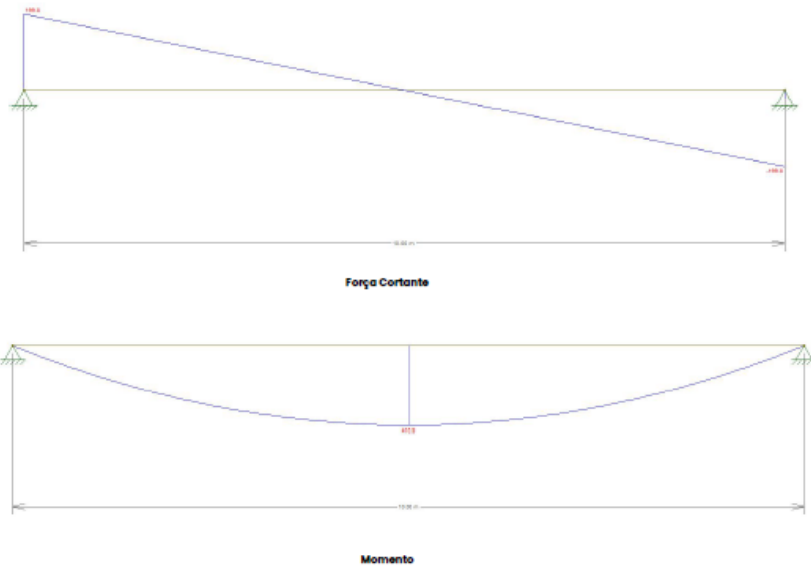


viga secundária

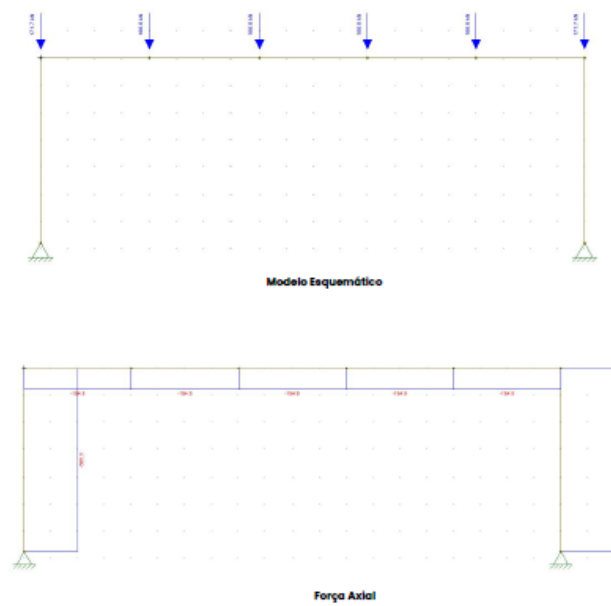


# CONCRETO

viga secundária

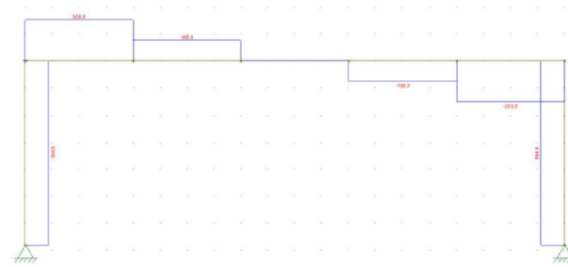


viga principal 01

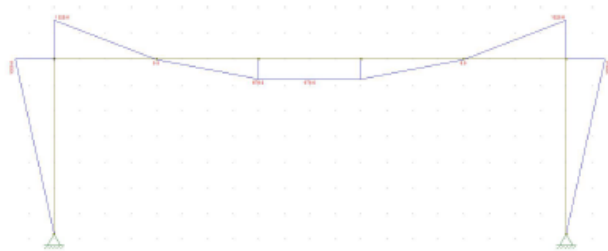


# CONCRETO

## viga principal 01



Força Cortante



Momento

## 04 | dimensionamento pré dimensionamento de pilares, vigas e lajes

## viga principal 01

### Viga Principal 01:

#### Seção Transversal:

$b = 25$   $h = 170$   $b_f = 0$   $h_f = 0$  ( $d = 165.5$  cm |  $C_n = 3.0$  |  $a_d = 1.500$ )

$A_c = 4250$  cm<sup>2</sup> |  $I_x = 10235416.67$  cm<sup>4</sup> |  $Y_{cg} = 85.00$  cm

#### Materiais:

Concreto  $f_{ck} = 50$  MPa |  $E_{cs} = 38628.13$  MPa

$f_{ctm} = 4.07$  MPa |  $f_{ctk,inf} = 2.85$  MPa

Aço CA-50 ( $f_{yk}$  e  $f_{ywk} = 500$  MPa;  $f_{ywd} = 435$  MPa)

#### Flexão Simples:

$A_{s,t} = 27.06$  cm<sup>2</sup>: **6Ø25.0**

$A_{s,c} = 0.00$  cm<sup>2</sup>: **2Ø12.5c construtivo**

#### Armadura Transversal:

**Estribo com 2 ramos: Ø12.5c/30**

# CONCRETO

## viga principal 02

### Viga Principal 02:

Seção Transversal Inicial:

**b=25 h=270** bf=0 hf=0 (d=265.5 cm | Cn=3.0 | ad=1.500)

Ac= 6750 cm<sup>2</sup> | Ix= 41006250.00 cm<sup>4</sup> | Ycg= 135.00 cm

Materials:

Concreto fck= **50 MPa** | Ecs= 36626.13 MPa |

fc<sub>t,m</sub>= 4.07 MPa | fc<sub>t,inf</sub>= 2.85 MPa

Aço CA-50 (fyk e fywk= 500 MPa; fywd= 435 MPa)

Flexão Simples:

As,t= 16.37 cm<sup>2</sup>: **4Ø25.0**

As,c= 0.00 cm<sup>2</sup>: **2Ø12.5 construtivo**

Armadura Transversal:

**Estribo com 2 ramos: Ø12.5c/30**

## viga secundária

### Viga Secundária:

Seção Transversal Inicial:

**b=25 h=55** bf=0 hf=0 (d=55.5 cm | Cn=3.0 | ad=1.500)

Seção Transversal Adotada:

**b=35 h=60** bf=0 hf=0 (d=55.5 cm | Cn=3.0 | ad=1.500)

Ac= 2100 cm<sup>2</sup> | Ix= 630000.00 cm<sup>4</sup> | Ycg= 30.00 cm

Materials:

Concreto fck= **50 MPa** | Ecs= 36626.13 MPa | fc<sub>t,m</sub>= 4.07 MPa | fc<sub>t,inf</sub>= 2.85 MPa

Aço CA-50 (fyk e fywk= 500 MPa; fywd= 435 MPa)

Flexão Simples:

As,t= 26.84 cm<sup>2</sup>: **6Ø25.0**

As,c= 0.00 cm<sup>2</sup>: **2Ø12.5 construtivo**

Armadura Transversal:

**Estribo com 2 ramos: Ø12.5c/30**

# CONCRETO

pilar

**Pilar:**

Seção Transversal:

**b= 45 h=750** bf= 0 hf= 0 (d= 55.5 cm | Cn= 3.0 | ad= 1.500)

Material:

Concreto fck= **50 MPa**

Aço CA-50 (fyk e fywk= 500 MPa; fywd= 435 MPa)

Armação: **64φ12.5 mm** (As = 78.54 cm²)

Propriedade Seção Bruta de Concreto:

Área: Ac = 33750 cm²

Centro de gravidade: xcg = 22.5 cm | ycg = 375 cm

Inércia em relação ao cg: ix = 1582031250 cm⁴ | iy = 5695313 cm⁴

Taxa de armadura: **ps = 0.23 %**

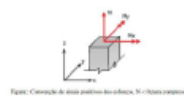
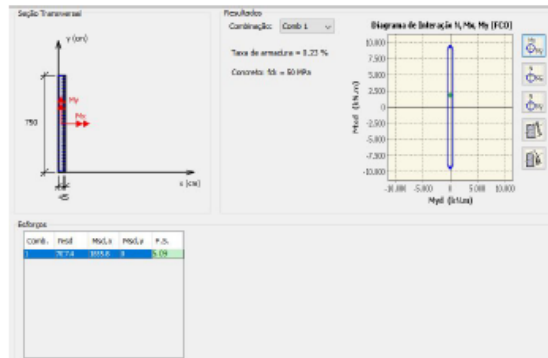


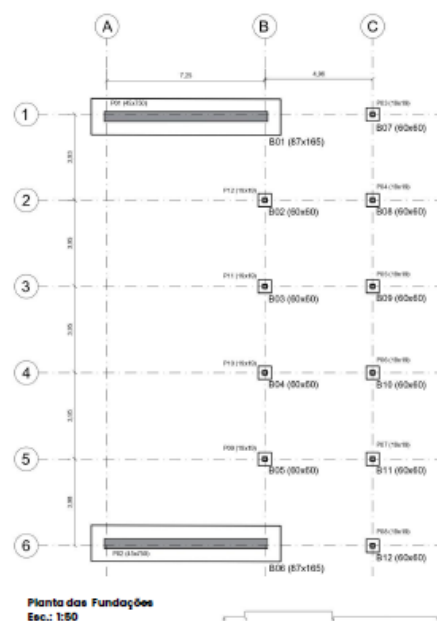
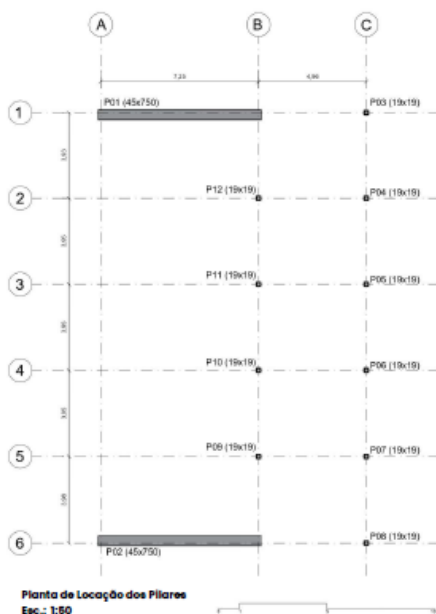
Figura: Criação de uma pilha de concreto, N (eixo vertical)

| Comb. | N   | Mx  | My  |
|-------|-----|-----|-----|
| 1.0   | 1.0 | 0.0 | 0.0 |
| 0.9   | 0.9 | 0.0 | 0.0 |
| 0.8   | 0.8 | 0.0 | 0.0 |

## 05 | plantas e cortes estruturais

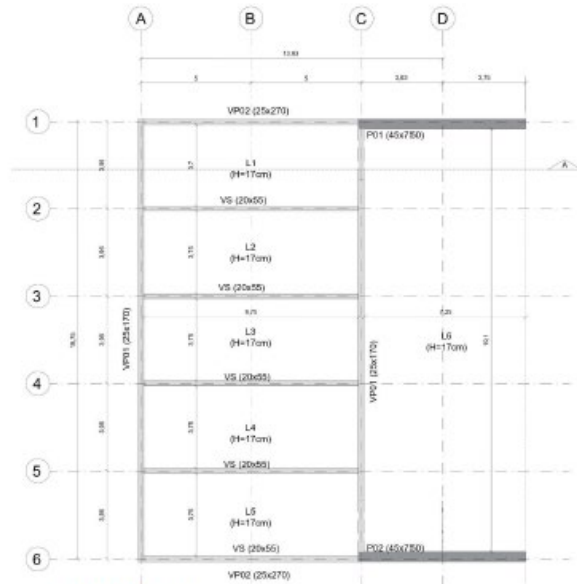
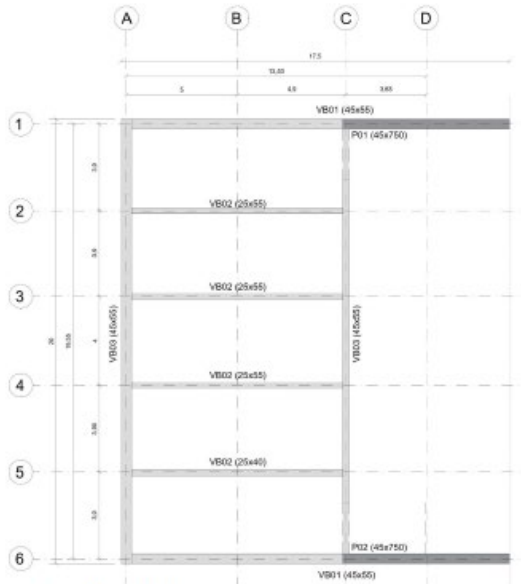
fundação, térreo e superior

### locação dos pilares e fundações

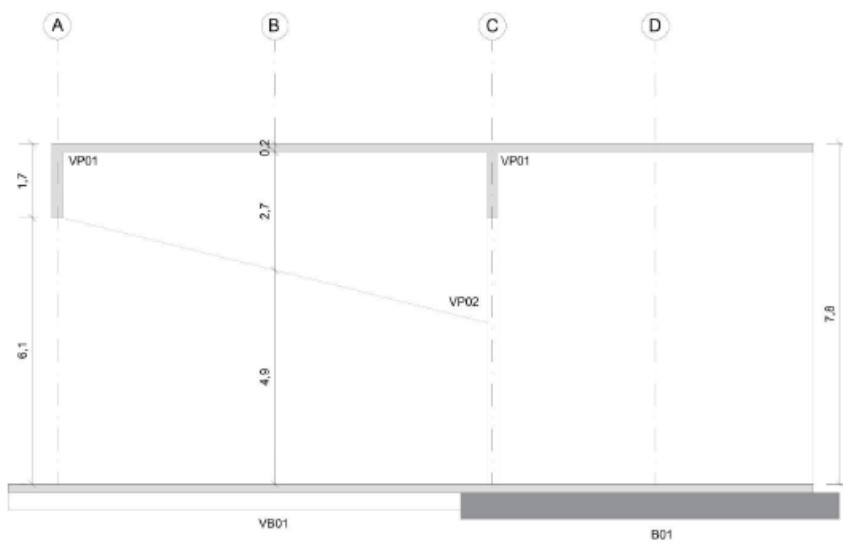


# CONCRETO

planta de forma: térreo e superior



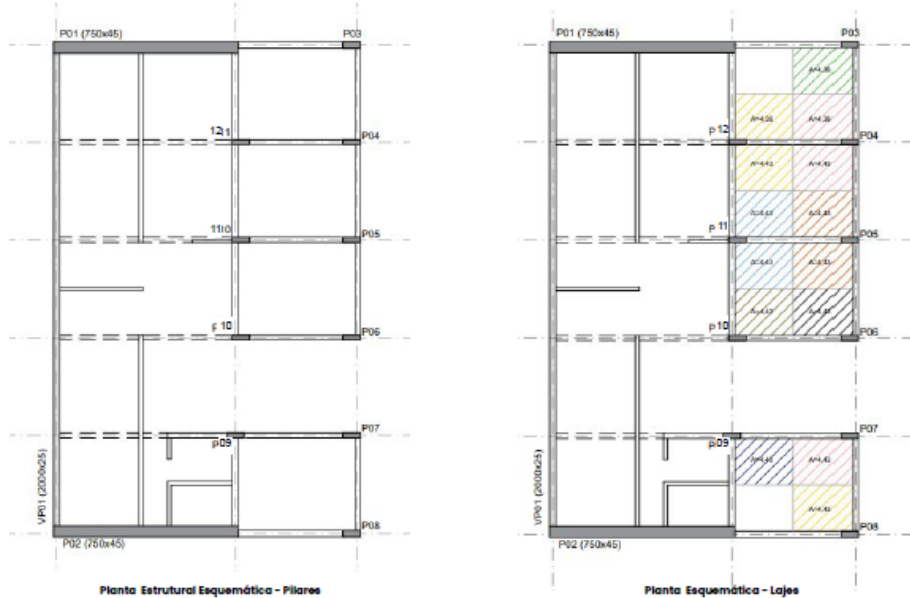
corte



# CONCRETO

## 07 | carregamentos segundo pavimento cálculo da cargas aplicadas no projeto

lançamento



## 08 | pré-dimensionamento dos pilares e sapatas excel

pilar

| Pilar | Tipo    | b(m) | Área de influência | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |
|-------|---------|------|--------------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------|---------------|
| P4    | lateral | 0,19 | 8,81               | 12,00                 | 12,00                  | 0,019     | 0,10  | 0,19          |
| P5    | lateral | 0,19 | 8,86               | 12,00                 | 12,00                  | 0,019     | 0,10  | 0,19          |
| P6    | canto   | 0,19 | 4,43               | 12,00                 | 12,00                  | 0,010     | 0,05  | 0,19          |
| P7    | canto   | 0,19 | 4,43               | 12,00                 | 12,00                  | 0,010     | 0,05  | 0,19          |
| P8    | canto   | 0,19 | 4,43               | 12,00                 | 12,00                  | 0,010     | 0,05  | 0,19          |
| P9    | lateral | 0,19 | 4,43               | 12,00                 | 12,00                  | 0,010     | 0,05  | 0,19          |
| P10   | lateral | 0,19 | 4,43               | 12,00                 | 12,00                  | 0,010     | 0,05  | 0,19          |
| P11   | lateral | 0,19 | 8,86               | 12,00                 | 12,00                  | 0,019     | 0,10  | 0,19          |
| 12    | lateral | 0,19 | 8,81               | 12,00                 | 12,00                  | 0,019     | 0,10  | 0,19          |

Dimensão adotada: 19x19cm para todos os pilares



# CONCRETO

## sapata

| DADOS DE ENTRADA: Lançamento das cargas, geometria e resistência dos materiais |                | DADOS DE SAÍDA: Resultados |                 |
|--|----------------|----------------------------|-----------------|
| <b>carga</b>   |                |                            |                 |
| Esforço Normal (N)   | 27,6           | kN                         |                 |
| Tensão admissível do solo (psf)  | 100            | kPa                        |                 |
| <b>Dimensões do pilar</b>  |                |                            |                 |
| Seção lado (b) lado menor  | 0,19           | m                          |                 |
| Seção lado (a) lado maior  | 0,19           | m                          |                 |
| Área seção do pilar  | 0,0361         | m <sup>2</sup>             |                 |
| $f_{ck}$   | 25             | MPa                        |                 |
| $f_{yk}$   | 300            | MPa                        |                 |
| <b>Redução da resistência dos materiais e exposição</b>                        |                |                            |                 |
| Coefficiente de segurança do concreto  | 3,4            |                            |                 |
| Coefficiente de segurança do aço   | 1,15           |                            |                 |
| Coefficiente de exposição de cargas  | 3,4            |                            |                 |
| <b>Resistência de cálculo do concreto</b>                                      |                |                            |                 |
| $f_{cd}$   | 17,86          | MPa                        |                 |
| $f_{y,d}$  | 434,76         | MPa                        |                 |
| <b>Resistência de cálculo do aço</b>   |                |                            |                 |
| altura h <sub>c</sub>  | h <sub>c</sub> | 0,3                        | m               |
| ângulo $\alpha$  | $\alpha$       | 90                         | graus           |
| Área da base da sapata   | $A_v$          | 0,276                      | m <sup>2</sup>  |
| Base da sapata lado "b" (menor)  | b <sub>v</sub> | 0,35                       | m               |
| Base da sapata lado "a" (maior)  | a <sub>v</sub> | 0,35                       | m               |
| Base da sapata lado "b" (adotada)  | b <sub>v</sub> | 0,35                       | m               |
| Base da sapata lado "a" (adotada)  | a <sub>v</sub> | 0,35                       | m               |
| Área de aço  | $A_{s,v}$      | 3,10                       | cm <sup>2</sup> |
|  | $A_{s,v}$      | 14,98                      | cm <sup>2</sup> |
| Diâmetro adotado   | $\phi$         | 8                          | mm              |

| Tabela A-1   |                       |      |      |      |      |      |
|--|-----------------------|------|------|------|------|------|
| ÁREA DE ARMADURA POR METRO DE LARGURA (cm <sup>2</sup> /m) |                       |      |      |      |      |      |
| Espaçamento (cm)   | Diâmetro Nominal (mm) |      |      |      |      |      |
|  | 4,2                   | 5    | 6,3  | 8    | 10   | 12,5 |
| 16   | 0,87                  | 1,25 | 1,97 | 3,13 | 5,00 | 7,81 |
| 17   | 0,91                  | 1,16 | 1,85 | 2,94 | 4,71 | 7,35 |
| 17,5   | 0,79                  | 1,14 | 1,80 | 2,86 | 4,57 | 7,14 |
| 18   | 0,77                  | 1,11 | 1,75 | 2,78 | 4,44 | 6,94 |
| 19   | 0,71                  | 1,05 | 1,66 | 2,63 | 4,21 | 6,58 |
| 20   | 0,69                  | 1,00 | 1,58 | 2,50 | 4,00 | 6,25 |
| 22   | 0,63                  | 0,91 | 1,43 | 2,27 | 3,64 | 5,68 |
| 24   | 0,58                  | 0,83 | 1,31 | 2,08 | 3,33 | 5,21 |
| 25   | 0,55                  | 0,80 | 1,26 | 2,00 | 3,20 | 5,00 |
| 26   | 0,51                  | 0,77 | 1,21 | 1,92 | 3,08 | 4,81 |
| 28   | 0,49                  | 0,71 | 1,12 | 1,79 | 2,86 | 4,46 |
| 30   | 0,46                  | 0,67 | 1,05 | 1,67 | 2,67 | 4,17 |
| 33   | 0,42                  | 0,61 | 0,95 | 1,52 | 2,42 | 3,79 |

Extraindo da Tabela - Dimensionamento das Barras da Sapata

**Dimensão da Sapata Adotada (mínimo):**

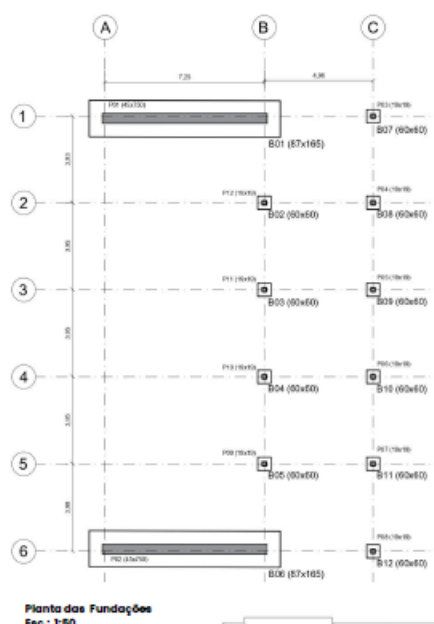
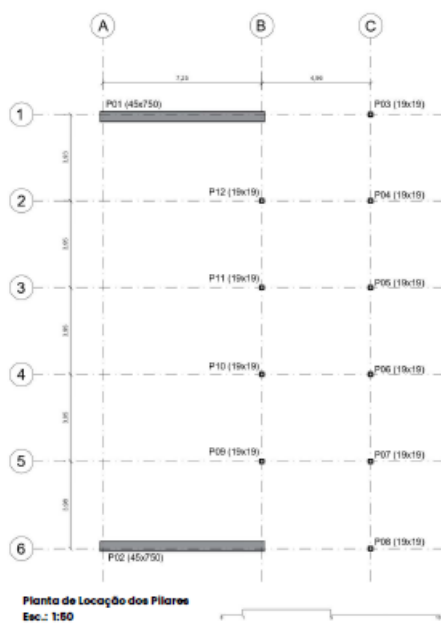
Base da Sapata - Lado B (menor) = **0,60 m**

Base da Sapata - Lado A (maior) = **0,60 m**

Área da Base da Sapata = **0,36m<sup>2</sup>**

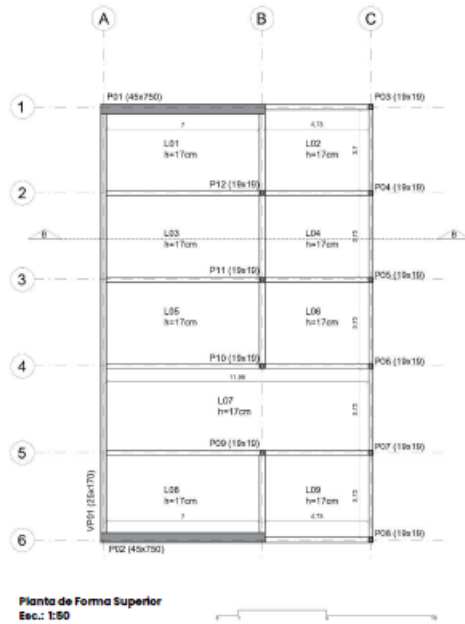
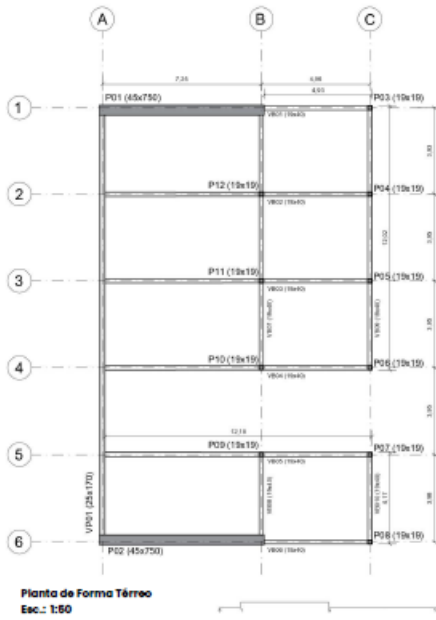
## 09 | plantas e cortes estruturais fundação, térreo e superior

## locação dos pilares e fundações

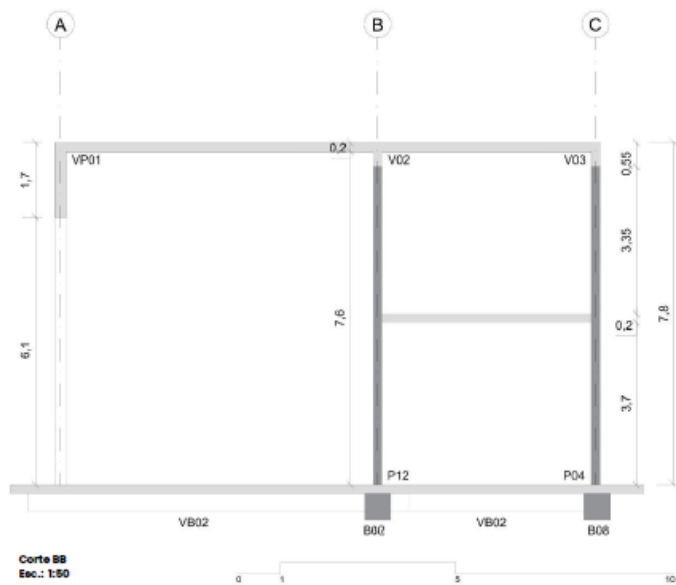


# CONCRETO

## planta de forma: térreo e superior

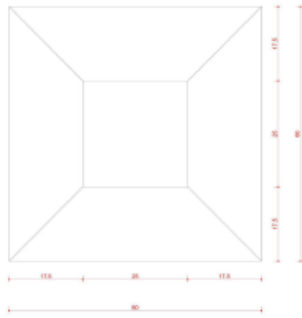


## corte

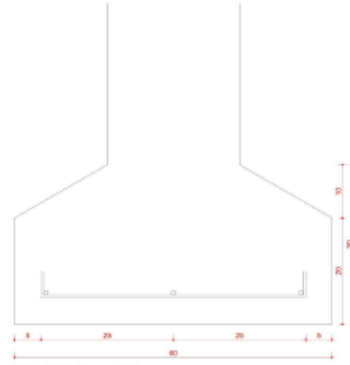


# CONCRETO

sapata



DET 01: Planta Baixa - Bloco de Fundação  
Esc.: 1:5

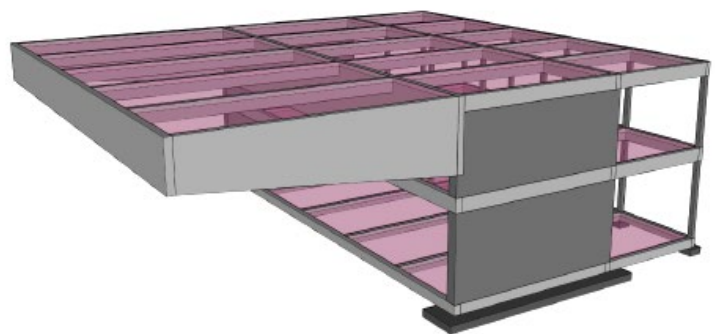
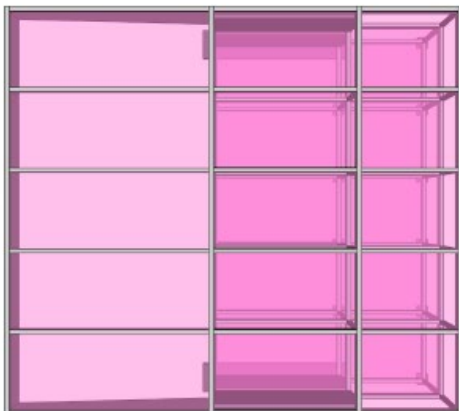


N3 - 6Ø4.2mm c/25cm

DET 01: Corte - Bloco de Fundação  
Esc.: 1:5

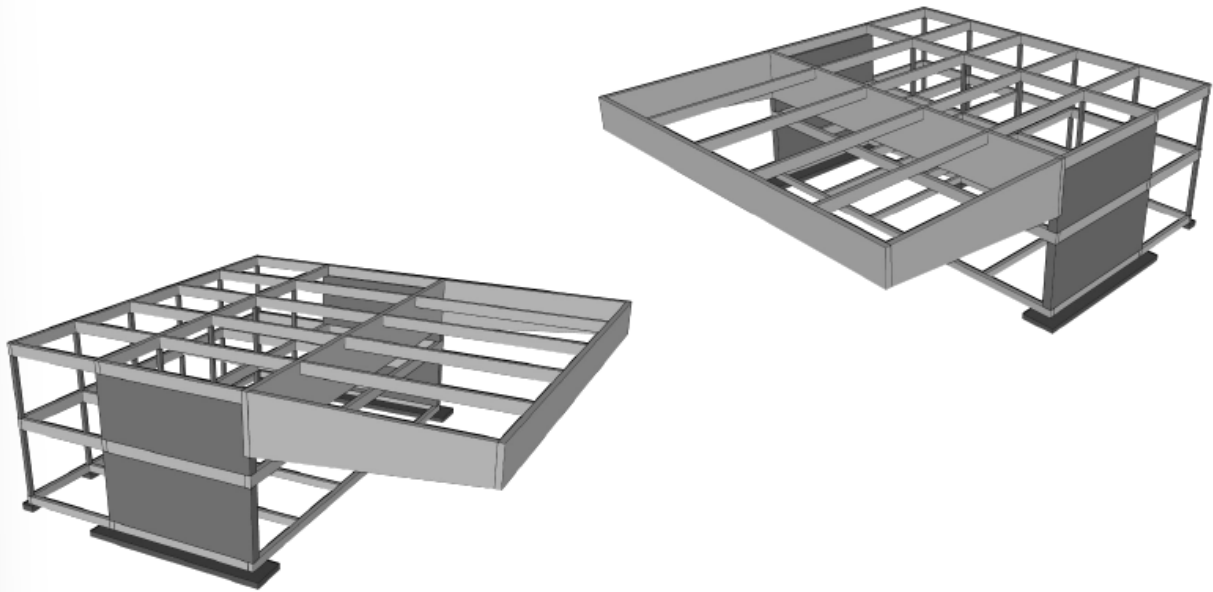
10 | 3d do projeto  
pré dimensionamento de pilares, vigas e lajes

3d

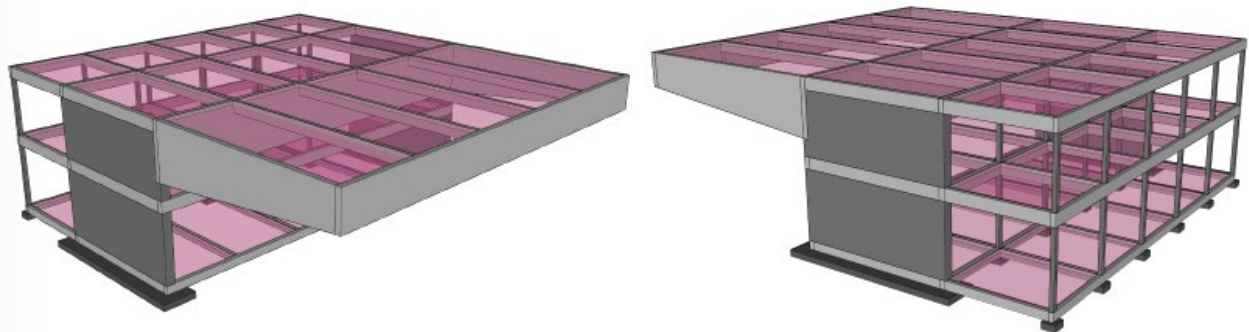


# CONCRETO

3d



3d



## CONCRETO

### 08 | referências sites e pesquisas

---

#### referência

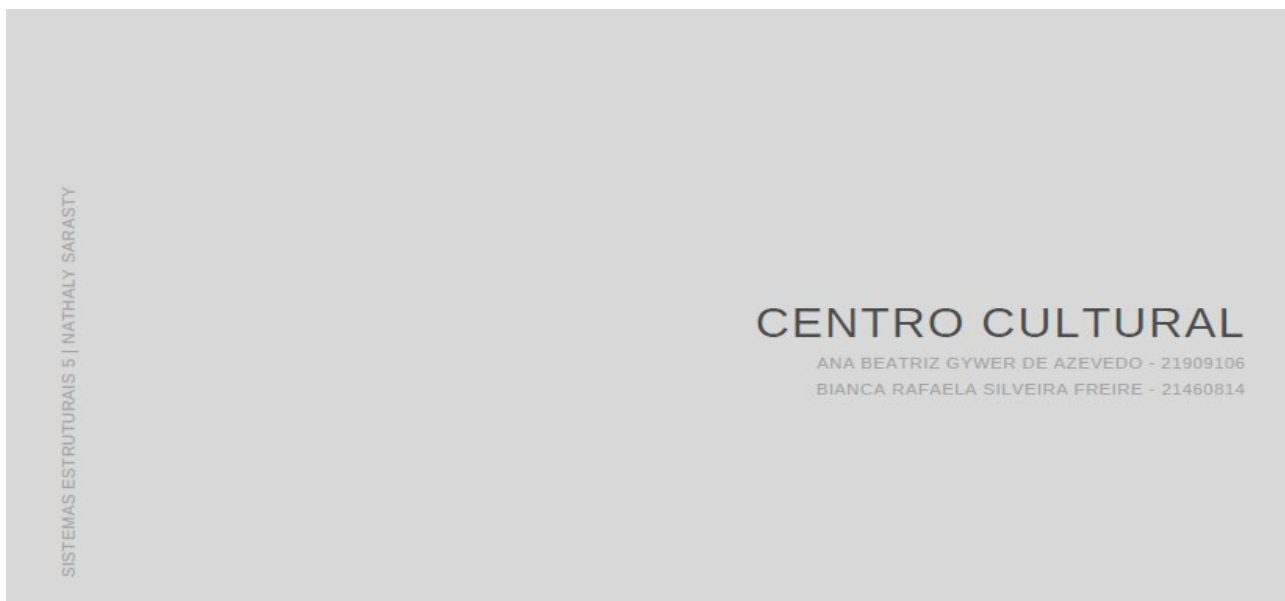
<https://www.archdaily.com.br/br/911750/teatro-ao-ar-livre-ruinas-de-huanchaca-ramon-coz-marco-polidura-benjamin-artiz-sebastian-alvarez>

# CONCRETO

## Centro Cultural

Ana Beatriz Gywer de Azevedo  
Bianca Rafaela Silveira Freire

12

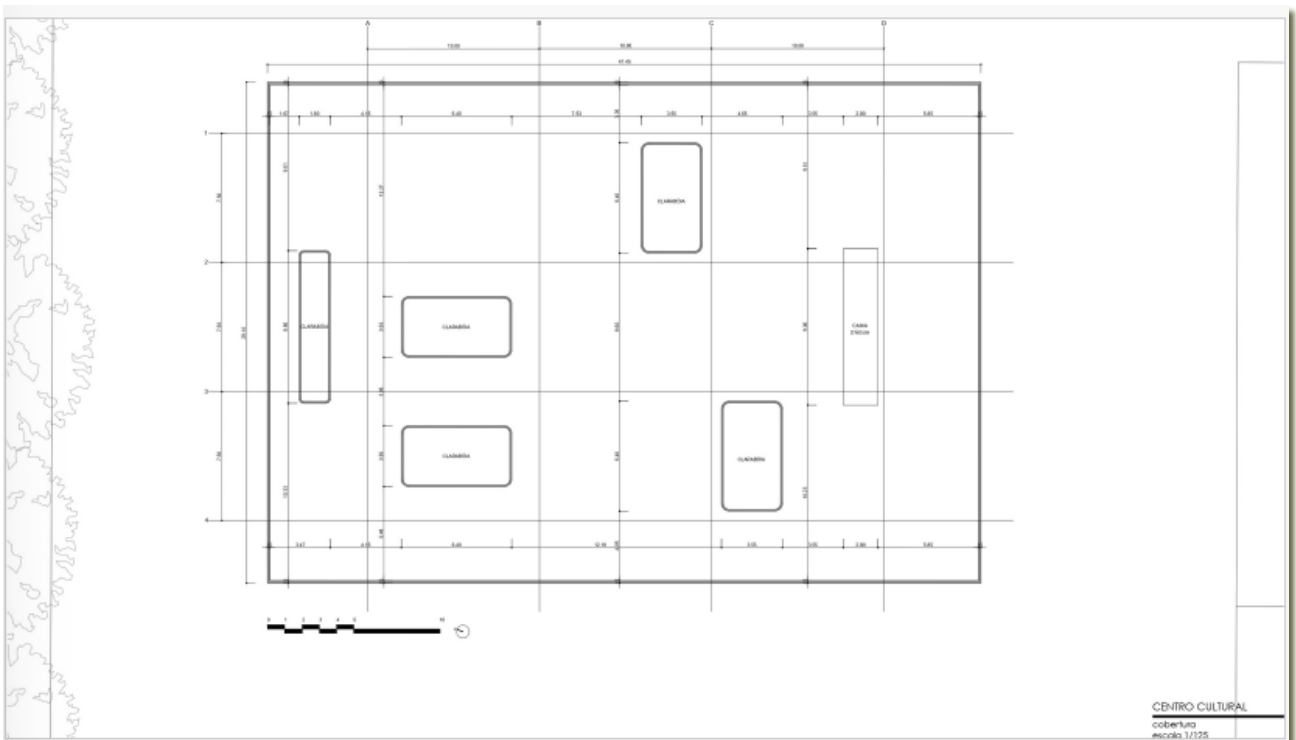
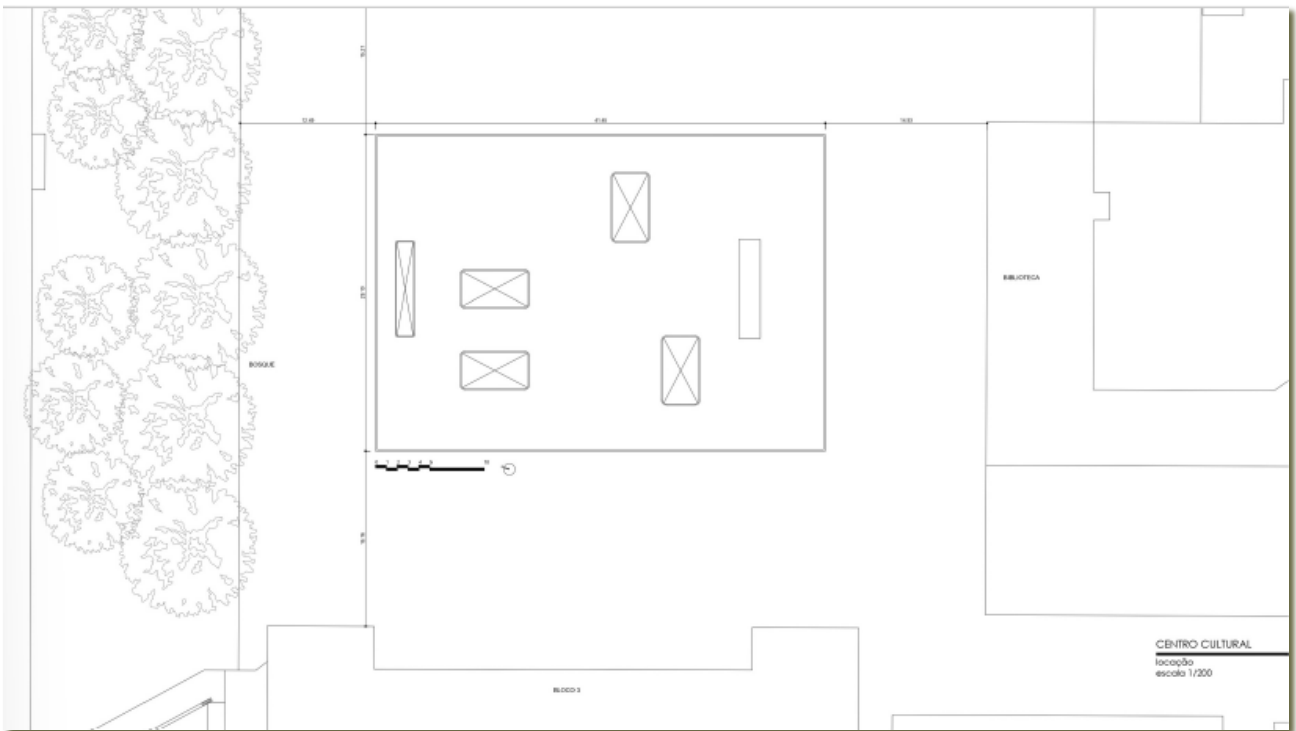


- Projeto realizado durante as aulas de Projeto de Arquitetura 7, orientado pela professora Beatriz de Abreu Lima e Alberto
- Projeto de Centro Cultural localizado no Campus da Universidade de Brasília - UniCEUB
- A estrutura adotada foi laje pré-moldada, pilares de concreto e vigas de concreto.
- Carregamento acidental: 5 kn/m<sup>2</sup>

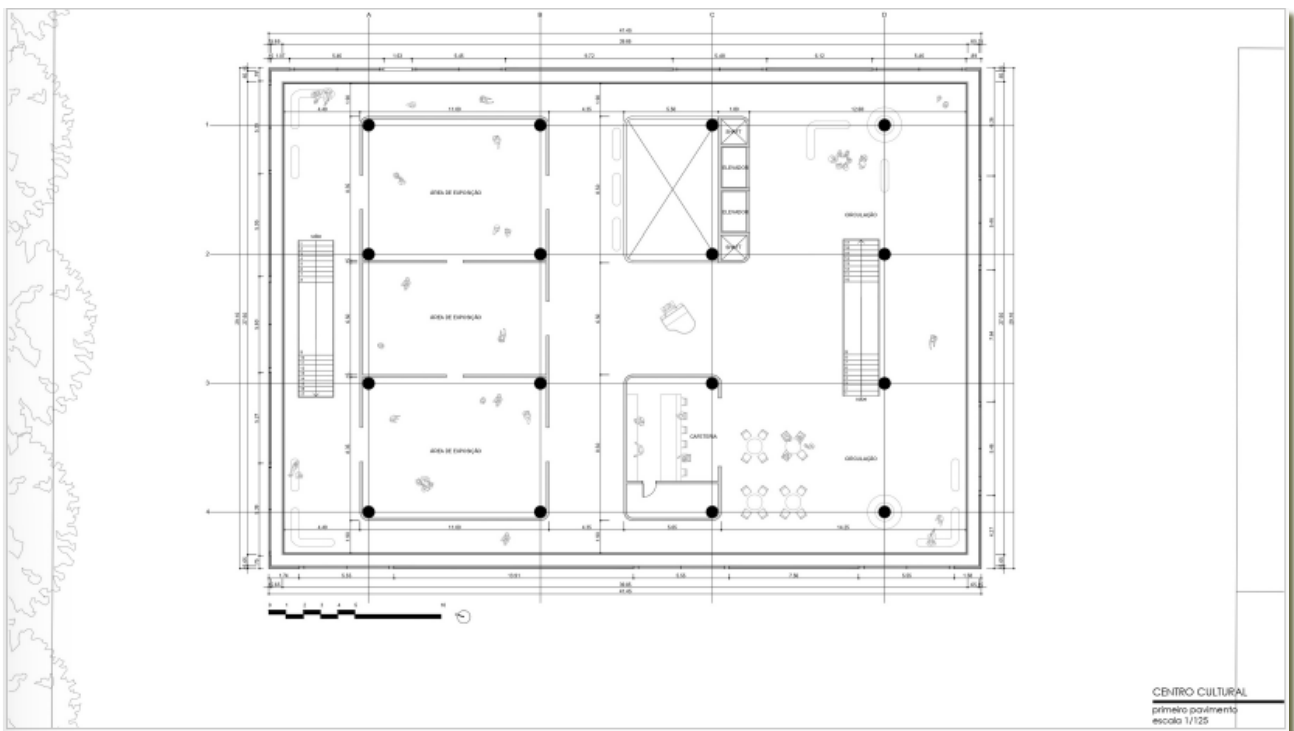
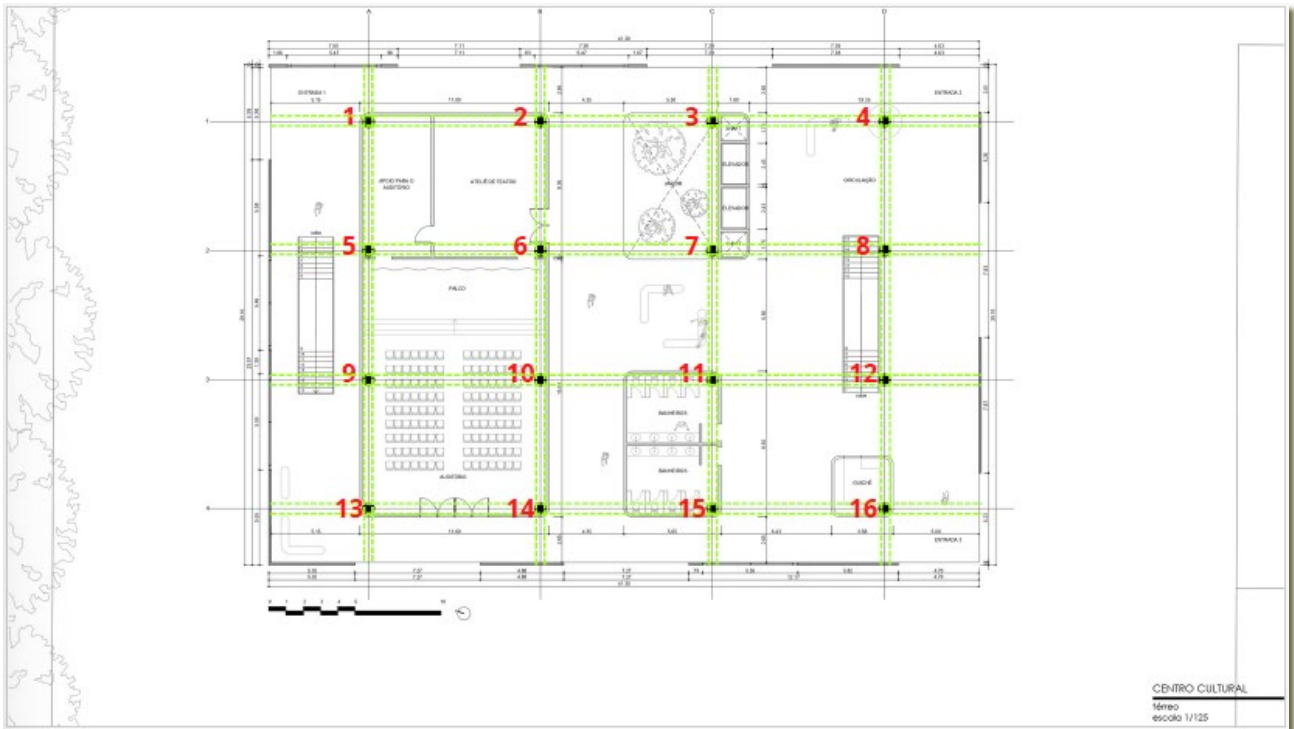
|  |  |      |   |
|--|--|------|---|
| Centros de exposição <sup>a</sup><br>As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela. | Acesso exclusivo de pessoas                  | 5    | – |
|  | Área de estandes de exposição                | 10 m | – |
|  | Área de exposição de veículos e equipamentos | 30 m | – |

<sup>12</sup> Projeto arquitetônico elaborado pelo aluno

# CONCRETO

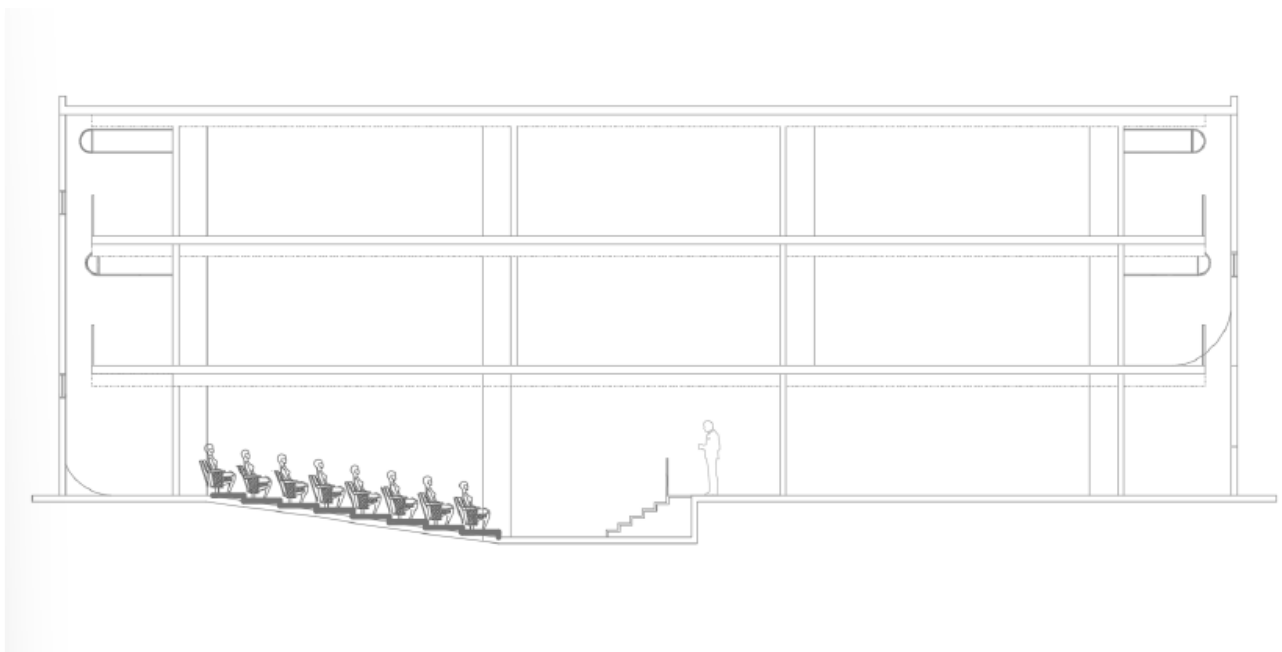
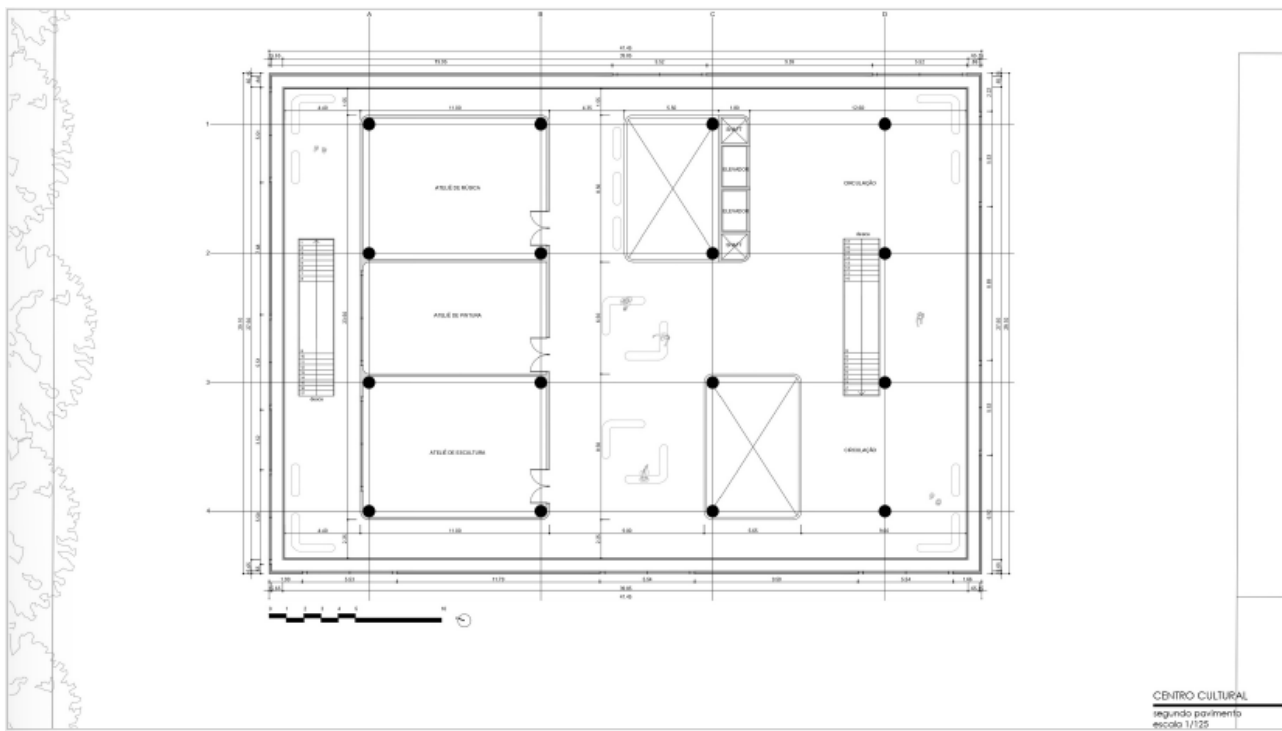


# CONCRETO





# CONCRETO



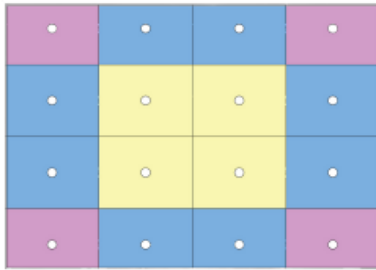
# CONCRETO

## PILARES

| DADOS:       |      | kN/m²        |       |                                       |  |    |
|--------------|------|--------------|-------|---------------------------------------|--|----|
| fck (kN/cm²) | 2,50 | Revestimento | 1,00  | Peso Alvenaria sobre as vigas (kN/m²) |  | 16 |
| γi           | 1,40 | Sobrecarga   | 5,00  | Cota Piso a Piso (m)                  |  | 3  |
| fcd (kN/cm²) | 1,79 | Divisórias   | 3,00  | nº andares                            |  | 3  |
|              |      | total(qj)    | 12,00 |                                       |  |    |

| Pilar | Tipo          | b adotado (m) | Área de influência (m²) | Carga Adotada (kN/m²) | Carga Majorada (kN/m²) | Área (m²) | h (m) | h adotado (m) |             |     |
|-------|---------------|---------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------|---------------|-------------|-----|
| P1    | central       | 0,2           | 65,744                  | 12,00                 | 12                     | 0,223     | 1,11  | 3,00          | 0,296340730 | 0,3 |
| P2    | lateral       | 0,2           | 66,822                  | 12,00                 | 12                     | 0,216     | 1,08  | 3,00          | 0,292341002 | 0,3 |
| P3    | intermediário | 0,2           | 61,90                   | 12,00                 | 12                     | 0,203     | 1,05  | 3,00          | 0,293571027 | 0,3 |



• Área de influência dos pilares

| DADOS:       |      | kN/m²        |       |                                       |  |    |
|--------------|------|--------------|-------|---------------------------------------|--|----|
| fck (kN/cm²) | 4,00 | Revestimento | 1,00  | Peso Alvenaria sobre as vigas (kN/m²) |  | 16 |
| γi           | 1,40 | Sobrecarga   | 5,00  | Cota Piso a Piso (m)                  |  | 3  |
| fcd (kN/cm²) | 2,86 | Divisórias   | 3,00  | nº andares                            |  | 3  |
|              |      | total(qj)    | 12,60 |                                       |  |    |

| VIGA    | Vão (m) | h (m) | γs   | Transferência das cargas das lajes para a viga<br>Área de influência (m²) | Cargas das Lajes (kN/m) | Peso Alvenaria<br>g (kN/m) | Carga Total<br>g+q (kN/m) | h (m) | h adotado (m) | flecha<br>com h adotado | flecha máxima<br>biapoiada |      |      |      |
|---------|---------|-------|------|---|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|---------------|-------------------------|----------------------------|------|------|------|
| V1 e V4 | 10,33   | 0,4   | 0,30 | L   | 1,1                     | 1,2                        | 30,59                     | 6,40  | 2,17          | 33,16                   | 0,44                       | 0,65 | 3,79 | 4,13 |

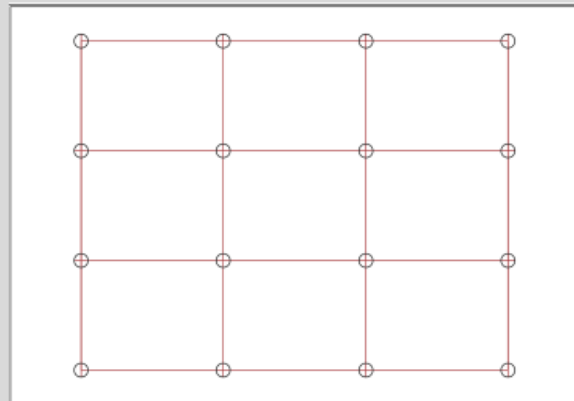
| VIGA    | Vão (m) | h (m) | γs   | Transferência das cargas das lajes para a viga<br>Área de influência (m²) | Cargas das Lajes (kN/m) | Peso Alvenaria<br>g (kN/m) | Carga Total<br>g+q (kN/m) | h (m) | h adotado (m) | flecha<br>com h adotado | flecha máxima<br>biapoiada |      |      |      |
|---------|---------|-------|------|---|-------------------------|----------------------------|---------------------------|-------|---------------|-------------------------|----------------------------|------|------|------|
| V3 e V8 | 7,33    | 0,4   | 0,30 | L   | 1,1                     | 1,2                        | 33,19                     | 0,00  | 2,02          | 33,01                   | 0,33                       | 0,46 | 1,31 | 3,17 |

## LAJES

- A estrutura adotada foi o concreto armado protendido, e a laje será Alveolar Protendida PE20 da TATU com capa
- Aplica-se a ABNT NBR 9062

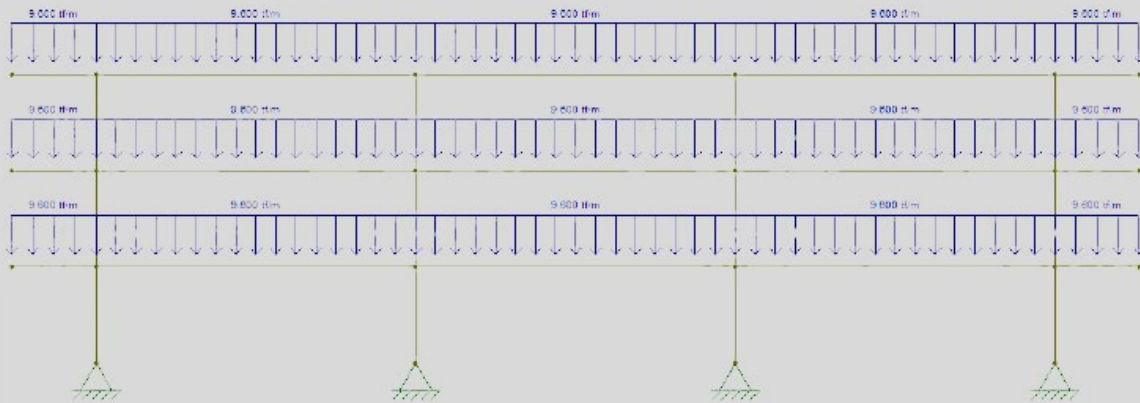
| TABELA DE DIMENSIONAMENTO | SEÇÃO DO PAINEL | Vãos Máximos (cm) |          |          |          |          |          |
|---------------------------|-----------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                           |                 | Classe 1          |          | Classe 2 |          | Classe 3 |          |
|                           |                 | Sem Capa          | Capa=5cm | Sem Capa | Capa=5cm | Sem Capa | Capa=5cm |
| M.R.U. (kN/m/v)           |                 | 102,5             | 129,3    | 115,3    | 144,9    | 127,5    | 159,3    |
| Sobrecargas (kN/m²)       | 0,5             | 1264              | 1110     | 1362     | 1176     | 1435     | 1236     |
|                           | 1,0             | 1203              | 1110     | 1275     | 1176     | 1341     | 1236     |
|                           | 2,0             | 1077              | 1087     | 1142     | 1151     | 1201     | 1207     |
|                           | 3,0             | 994               | 1010     | 1044     | 1069     | 1097     | 1121     |
|                           | 4,0             | 911               | 946      | 967      | 1002     | 1017     | 1050     |
|                           | 5,0             | 828               | 876      | 896      | 946      | 961      | 992      |
|                           | 6,0             | 804               | 849      | 859      | 899      | 897      | 942      |
|                           | 8,0             | 726               | 777      | 779      | 823      | 813      | 862      |
|                           | 10,0            | 670               | 720      | 711      | 762      | 747      | 798      |
|                           | 12,5            | 614               | 664      | 651      | 703      | 684      | 737      |
| 15,0                      | 610             | 620               | 604      | 656      | 636      | 688      |          |

Informações adicionais:  
 Peso próprio da laje (sem capa) = 3,25 kN/m² - Peso próprio da laje (com capa) = 4,25 kN/m²  
 Concreto de compressão (C30), brita 0, para rejunte das placas = 10,5 litros/m de junta.  
 Concreto de capotamento C30.

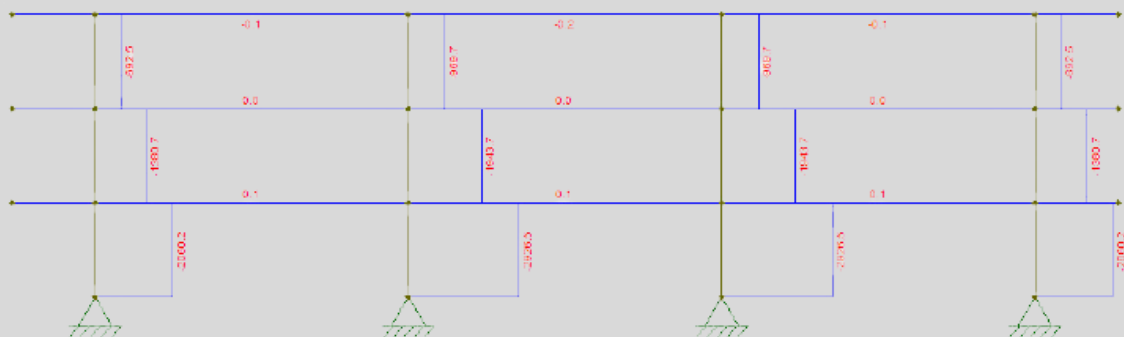


# CONCRETO

MODELO FTOOL



MODELO FTOOL



# CONCRETO

## SAPATA

### DADOS DE ENTRADA: Lançamento das cargas, geometria e resistência dos materiais

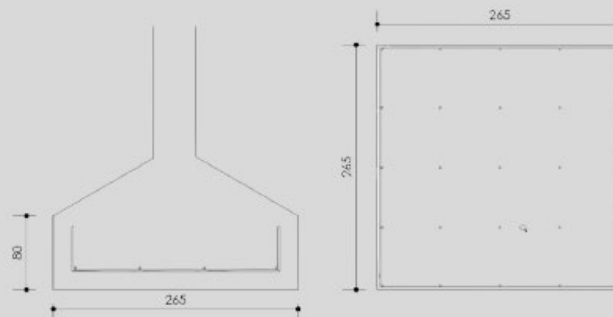
|   |                |                |
|---|----------------|----------------|
| <b>Cargas</b>   |                |                |
| Esforço Normal (Nk)                                     | 2100           | kN             |
| Tensão admissível do solo ( $\sigma_m$ )                | 300            | kPa            |
| <b>Dimensões do pilar</b>                               |                |                |
| Seção lado b (lado menor)                               | 0,5            | m              |
| Seção lado a (lado maior)                               | 0,5            | m              |
| Área seção do pilar                                     | 0,25           | m <sup>2</sup> |
| fck=  | 30             | Mpa            |
| fyk=  | 500            | MPa            |
| <b>Redução da resistência dos materiais e majoração</b> |                |                |
| Coefficiente de segurança do concreto                   | 1,4            |                |
| Coefficiente de segurança do aço                        | 1,15           |                |
| Coefficiente de majoração de cargas                     | 1,4            |                |
| Resistência de cálculo do concreto                      | fcd= 21,43     | Mpa            |
| Resistência de cálculo do aço                           | fyd= 434,78    | MPa            |
| altura h0:  | h0= 0,3        | m              |
| ângulo $\alpha$ :                                       | $\alpha_0= 30$ | graus          |

### DADOS DE SAÍDA: Resultados

|                                   |            |                 |   |
|-----------------------------------|------------|-----------------|---|
| Área da base da sapata            | A= 7       | m <sup>2</sup>  |   |
| Base da sapata lado "B" (menor)   | b= 2,65    | m               |   |
| Base da sapata lado "A" (maior)   | a= 2,65    | m               |   |
| Base da sapata lado "B" (adotado) | b= 2,65    | m               |   |
| Base da sapata lado "A" (adotado) | a= 2,65    | m               | A= 7,02 m <sup>2</sup>                    |
| Área de aço:                      | Asy= 17,25 | cm <sup>2</sup> | <input type="button" value="Calcular y"/> |
|                                   | Asx= 17,47 | cm <sup>2</sup> | <input type="button" value="Calcular x"/> |
| Diâmetro adotado:                 | $\phi= 8$  | mm              |   |

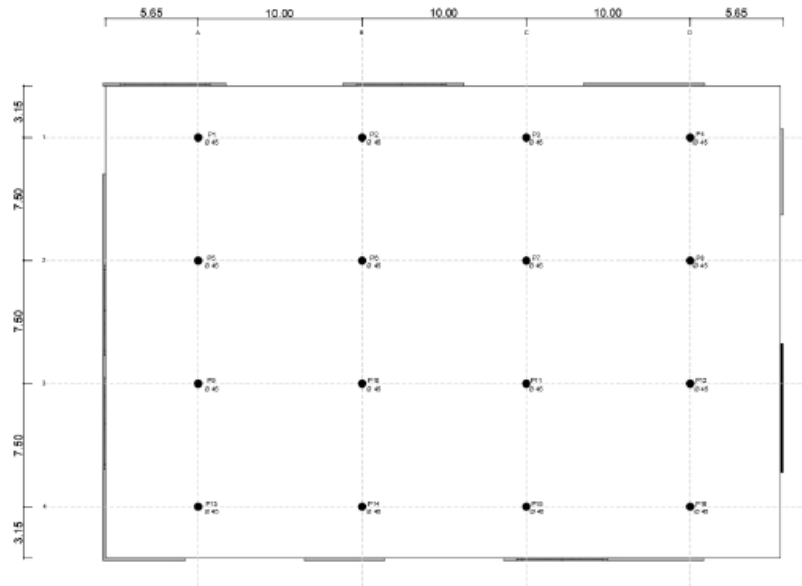
## SAPATA

| ÁREA DE ARMADURA POR METRO DE LARGURA (cm <sup>2</sup> /m) |                       |      |      |       |       |       |
|--|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|
| Espaçamento (cm)   | Diâmetro Nominal (mm) |      |      |       |       |       |
|  | 4,2                   | 5    | 6,3  | 8     | 10    | 12,5  |
| 5  | 2,77                  | 4,00 | 6,30 | 10,00 | 16,00 | 25,00 |
| 5,5  | 2,52                  | 3,64 | 5,73 | 9,09  | 14,55 | 22,73 |
| 6  | 2,31                  | 3,33 | 5,25 | 8,33  | 13,33 | 20,83 |
| 6,5  | 2,13                  | 3,08 | 4,85 | 7,69  | 12,31 | 19,23 |
| 7  | 1,98                  | 2,86 | 4,50 | 7,14  | 11,43 | 17,86 |

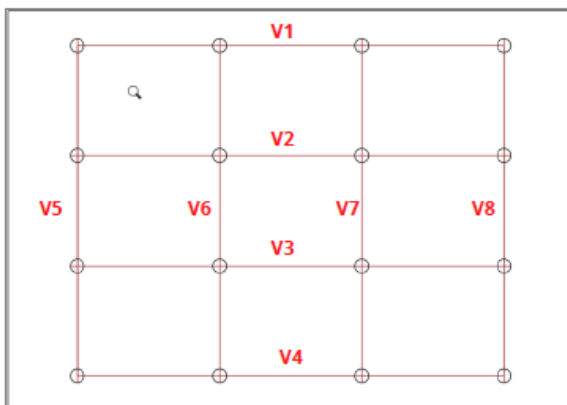


# CONCRETO

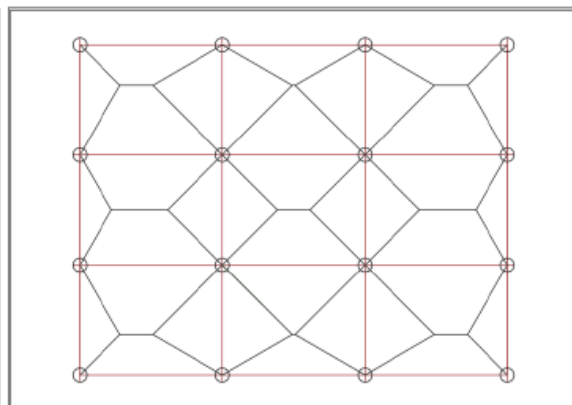
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO DE PILARES



## VIGAS



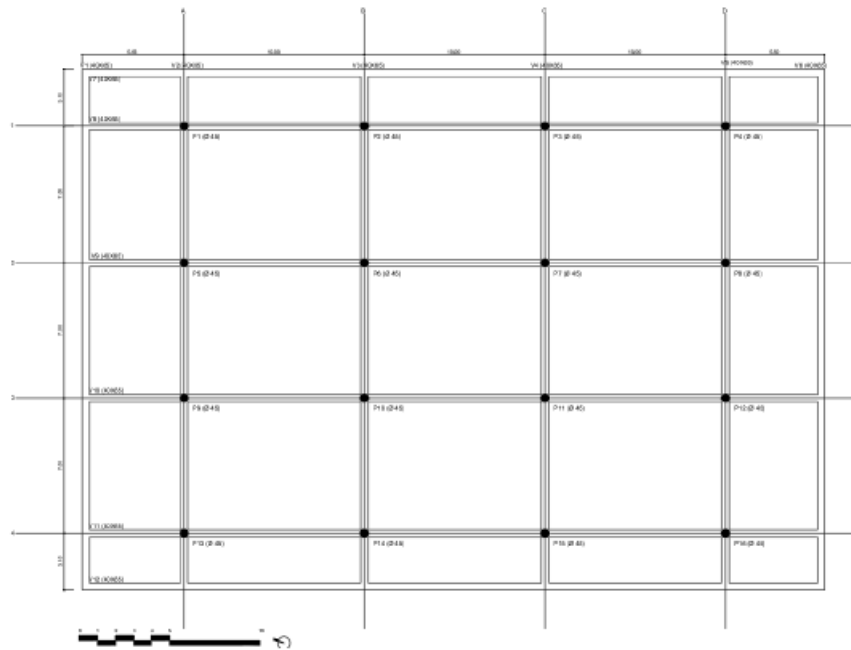
• Nomenclaturas das vigas



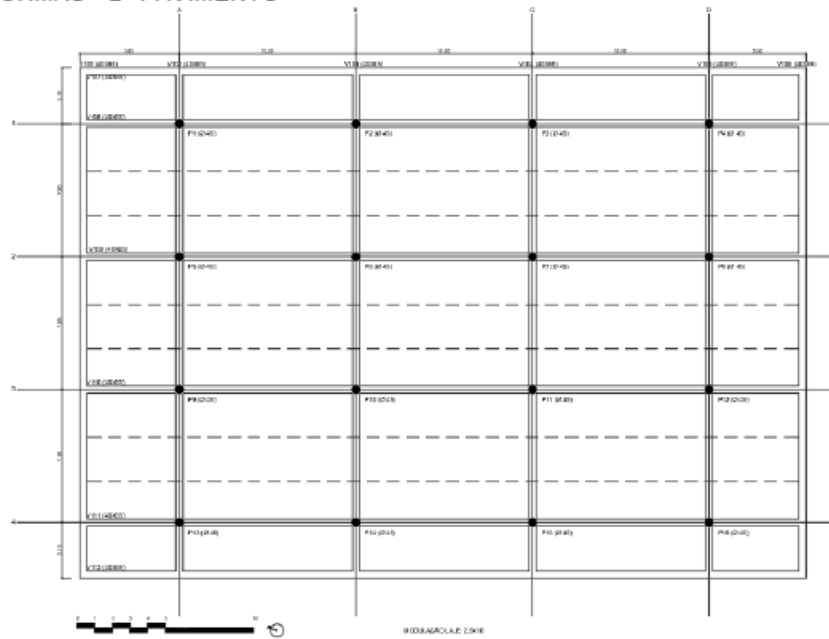
• Área de influência das vigas

# CONCRETO

PLANTA DE FORMAS - TÉRREO

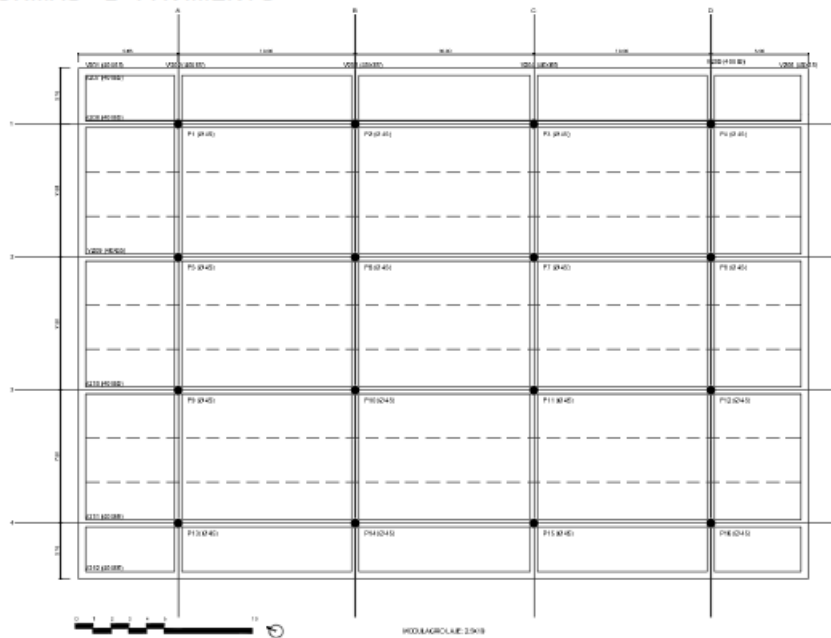


PLANTA DE FORMAS - 1º PAVIMENTO

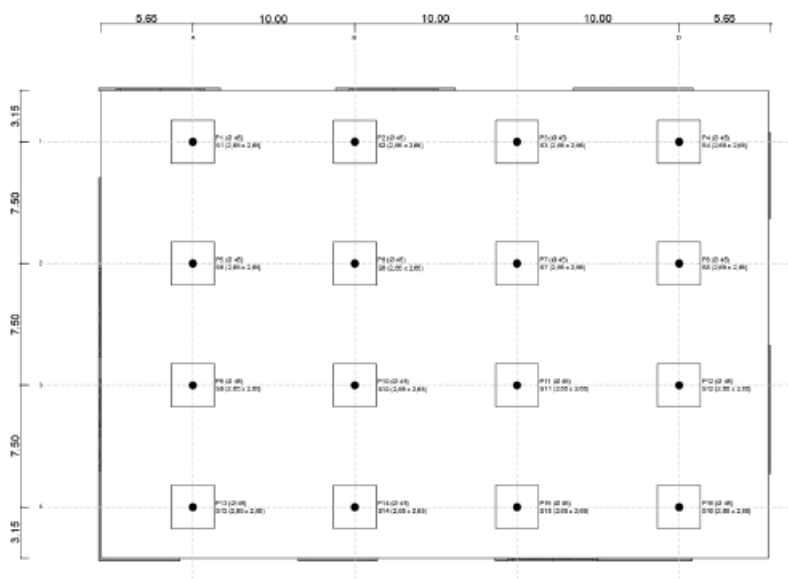


# CONCRETO

PLANTA DE FORMAS - 2º PAVIMENTO

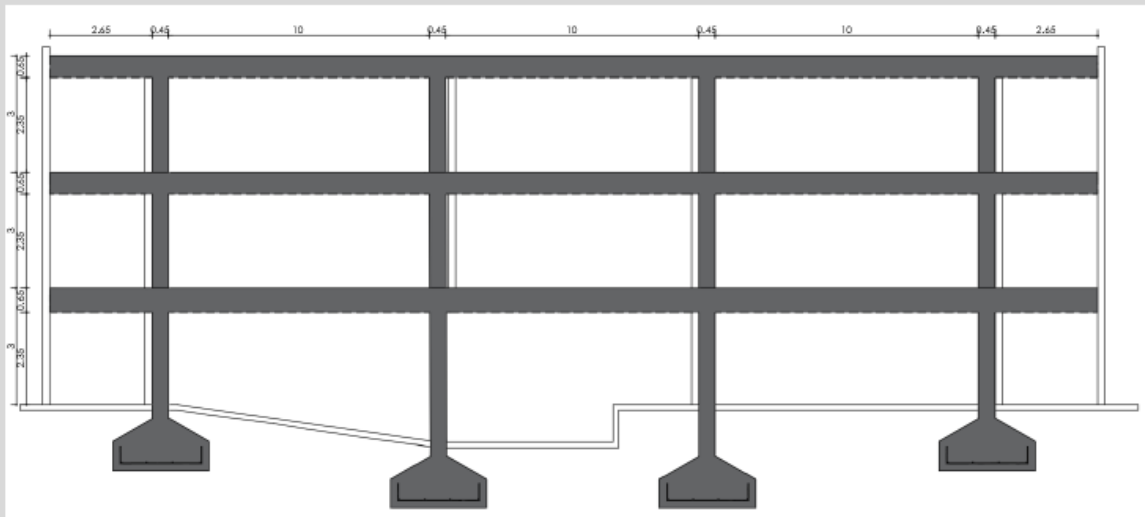


PLANTA DE FUNDAÇÕES

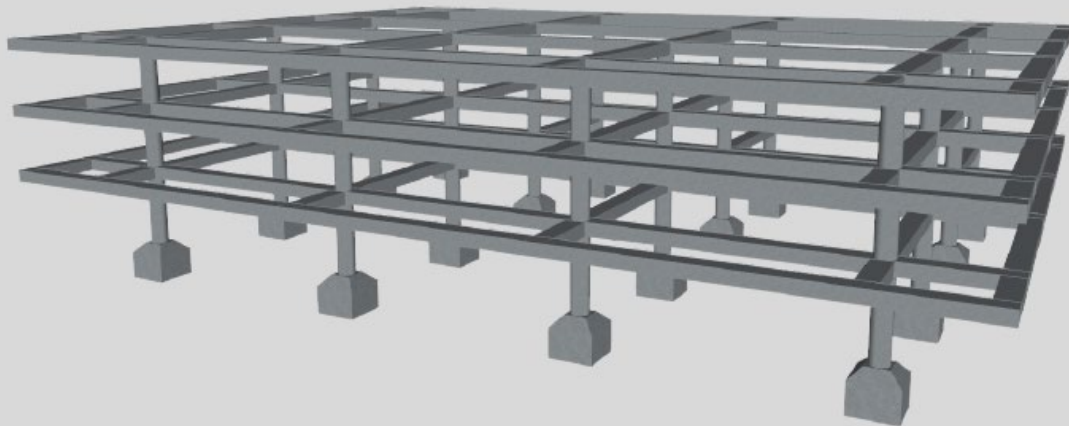


# CONCRETO

## CORTE ESTRUTURAL

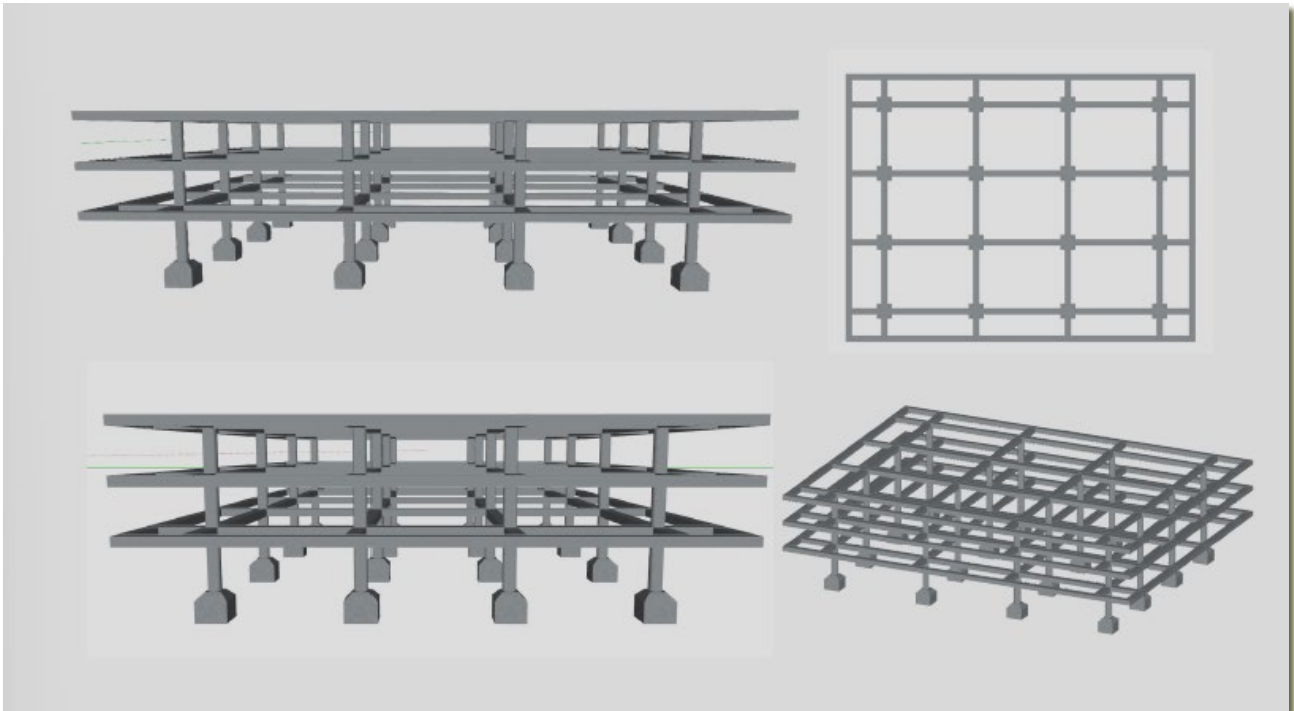


## MODELO ESTRUTURAL 3D





# CONCRETO



LEGENDA:

- Auditório
- Backstage + ateliê de teatro
- Ateliê de música
- Ateliê de pintura
- Ateliê de escultura
- Área de exposições 1
- Lajes e estrutura
- Área de exposições 2
- Área de exposições 2
- Café
- Bancos
- Circulação vertical: escada e elevador
- Banheiros
- Manutenção

# CONCRETO



# CONCRETO



# MADEIRA

## Casa da Árvore Urbana

*Baumraum*

Júlia Morais  
Pedro Portilho

13



### O Projeto



Arquitetos: Baumraum

Localização: Berlim, Alemanha

Área: 34 m<sup>2</sup>

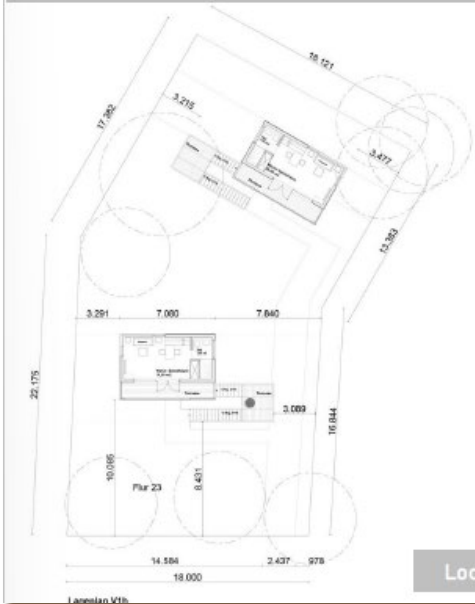
Ano do projeto: 2014

A Casa na Árvore Urbana é um projeto familiar baseado na iniciativa do avô Hans-Joachim e seu neto Kolja, que, fundamentalmente, implementaram o projeto. Foi concebido como uma experiência, um projeto de pesquisa, para novas construções e habitações em sintonia com a natureza. Destinase a servir como um oásis e inspirar amigos e convidados da família, bem como estudantes e interessados em arquitetura.

<sup>13</sup> Imagens disponíveis em: <https://www.archdaily.com.br/br/771423/casa-da-arvore-urbana-baumraum>. Acessado em 15 mar. 2024.

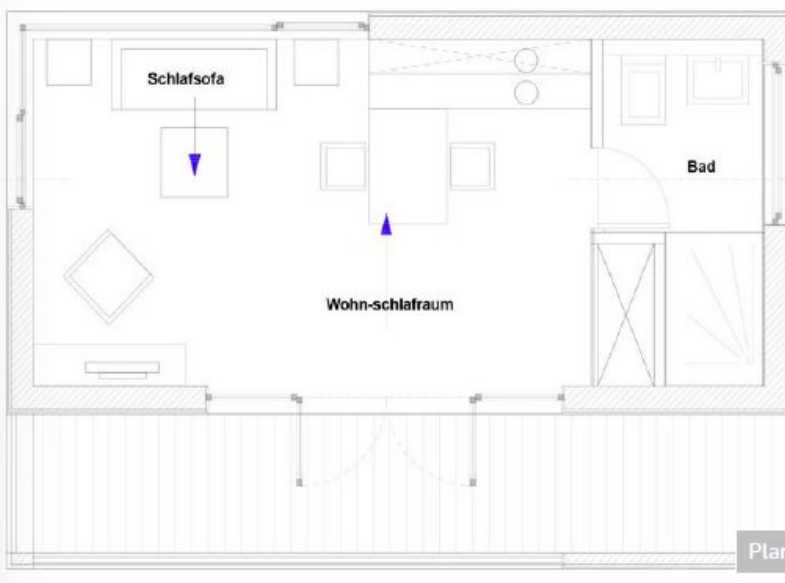
# MADEIRA

O Projeto



Locação

O Projeto



Planta Baixa



# MADEIRA



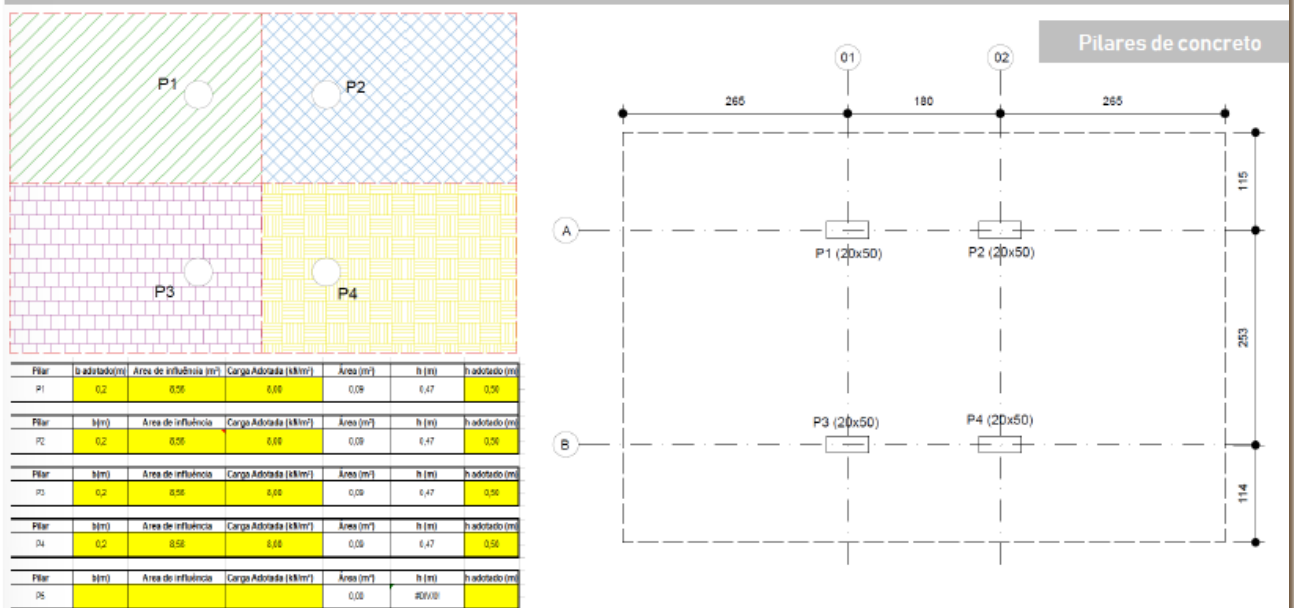
# MADEIRA

## O Projeto



Elevações

## Pré-dimensionamento



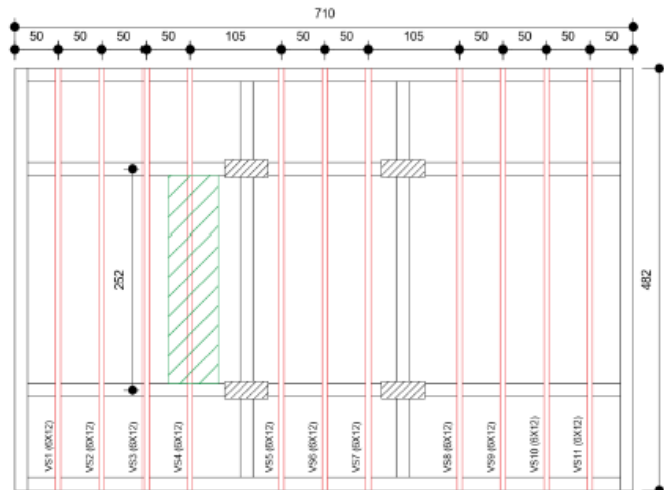
Pilares de concreto

# MADEIRA

## Pré-dimensionamento

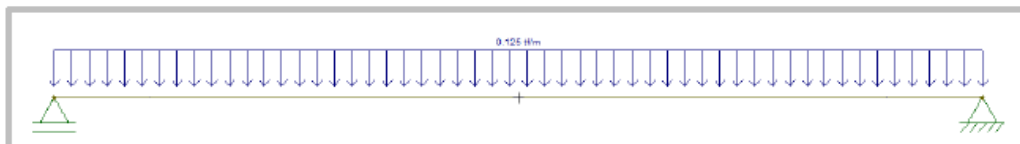
### Vigas secundárias

- Madeira: *Pinus-elliottii*
- Dimensão: 6x12cm
- Volume:  $0,06 \times 0,12 \times 2,52 = 0,018 \text{ m}^3$
- Peso próprio: (volume x densidade)  $0,018 \times 400 = 7,2 \text{ kg/m}$
- Peso / comprimento da viga:  $7,2 / 2,52 = 1,30 \text{ kgf/m}$
- Módulo de elasticidade = 13467 Mpa
- Carga acidental: 200 kgf/m<sup>2</sup>
- Peso x área de influência / comprimento da viga  
 $200 \times 1,45 / 2,52 = 115,07 \text{ kgf/m}$
- Tábuas do piso: Compensado de pinho naval tropical
- Volume:  $1,6 \times 0,025 \times 2,2 = 0,088 \text{ m}^3$
- Peso (volume x densidade):  $0,088 \times 620 = 54,56 \text{ kg}$
- Peso/área:  $54,56 / 1,6 \times 2,2 = 15,5 \text{ kgf/m}^2$
- Peso x área de influência / comprimento da viga:  
 $15,5 \times 1,45 / 2,52 = 8,91 \text{ kgf/m}$
- Carga total da viga:  $1,30 + 115,07 + 8,91 = 125,28 \text{ kgf/m}$



## Pré-dimensionamento

### Vigas secundárias



Viga secundária



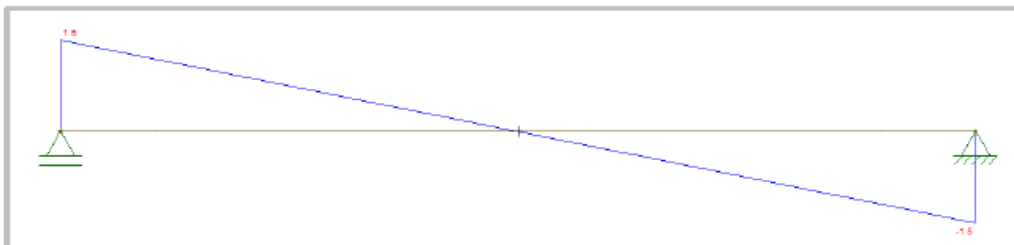
# MADEIRA

## Pré-dimensionamento

Vigas secundárias



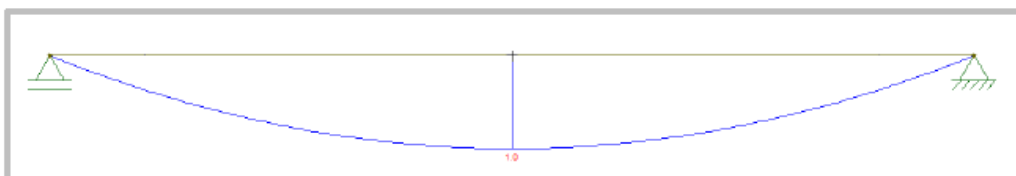
Esforço axial



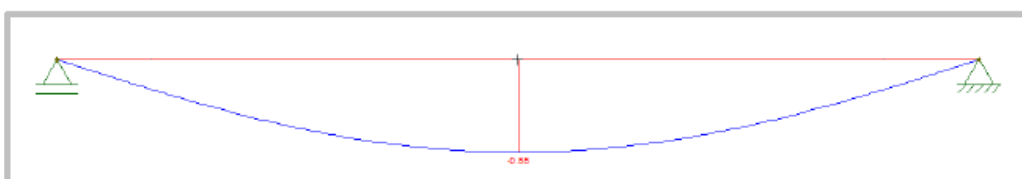
Esforço cortante

## Pré-dimensionamento

Vigas secundárias



Momento fletor



Deslocamento

MADEIRA

Pré-dimensionamento

Vigas secundárias

JWood v1.00

Classe de Resistência | kmod1 e 2 | kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatividade

Classe de resistência das coníferas (Tabela 2 - NBR 7190)

| Classes | f <sub>td</sub> UPa | f <sub>td</sub> UPa | E <sub>0,05</sub> MPa | ρ <sub>0,05</sub> kg/m³ |
|---------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| C20     | 20                  | 4                   | 2000                  | 500                     |
| C25     | 25                  | 5                   | 2500                  | 550                     |
| C30     | 30                  | 6                   | 3000                  | 600                     |

Classe de resistência das folhosas (Tabela 3 - NBR 7190)

| Classes | f <sub>td</sub> MPa | f <sub>td</sub> MPa | E <sub>0,05</sub> MPa | ρ <sub>0,05</sub> kg/m³ |
|---------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
| D20     | 20                  | 4                   | 1000                  | 600                     |
| D25     | 25                  | 5                   | 1500                  | 650                     |
| D40     | 40                  | 8                   | 1600                  | 900                     |
| D50     | 50                  | 10                  | 2200                  | 970                     |
| D60     | 60                  | 12                  | 2400                  | 1000                    |

01

JWood v1.00

Classe de Resistência | kmod1 e 2 | kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatividade

Valores de kmod3 para coníferas (Tabela 7 - NBR 7190)

| Classificação  | Classe | Tipo de classificação |
|----------------|--------|-----------------------|
| Coníferas (C)  | C10    | Apenas visual         |
|                | C15    | Visual e mecânica     |
|                | C20    | Visual e mecânica     |
| Folhosas (F)   | F10    | Apenas visual         |
|                | F15    | Visual e mecânica     |
|                | F20    | Visual e mecânica     |
| Misturadas (M) | M10    | Apenas visual         |
|                | M15    | Visual e mecânica     |
|                | M20    | Visual e mecânica     |

Valores de kmod3 para folhosas (Tabela 8 - NBR 7190)

| Classe | Tipo de classificação |
|--------|-----------------------|
| D20    | Apenas visual         |
| D25    | Visual e mecânica     |
| D40    | Visual e mecânica     |
| D50    | Visual e mecânica     |
| D60    | Visual e mecânica     |

kmod3 = 0,9

Definição de kmod

kmod = kmod1 + kmod2 + kmod3

kmod = 0,940

03

JWood v1.00

Classe de Resistência | kmod1 e 2 | kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatividade

Classes de carregamento e valores de kmod1 (Tabela 4 - NBR 7190)

| Classes de carregamento | Duração       | Adição variável principal de combinação                      | Tipos de madeira |                |                       |
|-------------------------|---------------|--|------------------|----------------|-----------------------|
|                         |               |  | Madeira simples  | Madeira roliça | Madeira reaproveitada |
| Permanente              | Permanente    | Mais de 6 meses de duração exceto para ações características | 0,80             | 0,90           | 0,90                  |
| Longa duração           | Longa duração | Mais de seis meses   | 0,70             | 0,85           | 0,85                  |
| Média duração           | Média duração | Uma semana a seis meses                                      | 0,80             | 0,80           | 0,80                  |
| Curta duração           | Curta duração | Menos de uma semana  | 0,90             | 0,90           | 0,90                  |
| Instantâneas            | Instantâneas  | Muito curta  | 1,10             | 1,10           | 1,10                  |

Tipos de madeira

| Classes de madeira | Madeira simples | Madeira roliça | Madeira reaproveitada |
|--------------------|-----------------|----------------|-----------------------|
| (1)                | 1,60            | 1,00           | 1,00                  |
| (2)                | 0,60            | 0,95           | 0,95                  |
| (3)                | 0,60            | 0,90           | 0,90                  |
| (4)                | 0,70            | 0,90           | 0,90                  |

kmod1 = 0,99

02

Pré-dimensionamento

Vigas secundárias

JWood v1.00

Classe de Resistência | kmod1 e 2 | kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatividade

Dados Geométricos

b = 6 cm

b = 12 cm

L = 2,52 cm

Área = 72,0 cm²

Calculo de I<sub>x</sub> e I<sub>y</sub>

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = 0,727$$

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12} = 1,485$$

Inércia

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = 0,727$$

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12} = 1,485$$

Módulo de Resistência

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = 144,00 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^2}{6} = 72,00 \text{ cm}^3$$

04

JWood v1.00

Classe de Resistência | kmod1 e 2 | kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatividade

Definição de f<sub>td</sub>

f<sub>td</sub> = k<sub>mod</sub> · f<sub>td</sub> / γ<sub>mat</sub>

f<sub>td</sub> = 0,940

F<sub>0,05,k</sub> = 3,0 kN/cm²

F<sub>0,05,d</sub> = 0,9000 kN/cm²

Calculo de E<sub>0,05</sub>

E<sub>0,05</sub> = 0,7 · E<sub>0,05</sub>

E<sub>0,05</sub> = 1400,0 kN/cm²

E<sub>0,05</sub> = 1000,00 kN/cm²

Calculo de A<sub>req</sub> e A<sub>rel</sub>

$$A_{req} = \frac{N_{Ed}}{f_{td,k}}$$

A<sub>rel</sub> = 0,010

A<sub>rel</sub> = 0,025

Calculo de k<sub>x</sub> e k<sub>y</sub>

B<sub>c</sub> = 0,1

$$k_x = 0,5 + [1 + \beta_x \cdot (A_{rel,x} - 0,3) + (\lambda_{rel,x})^2]$$

$$k_y = 0,5 + [1 + \beta_y \cdot (A_{rel,y} - 0,3) + (\lambda_{rel,y})^2]$$

k<sub>x</sub> = 0,488 k<sub>y</sub> = 0,487

Relatividade à Compressão

$$N_{rel} = \frac{N_{Ed}}{k_{x,y} \cdot f_{td,k} + A}$$

N<sub>rel</sub> = 0,6270

06

JWood v1.00

Classe de Resistência | kmod1 e 2 | kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatividade

Definição de f<sub>td</sub>

f<sub>td</sub> = k<sub>mod</sub> · f<sub>td</sub> / γ<sub>mat</sub>

f<sub>td</sub> = 0,940

F<sub>0,05,k</sub> = 3,0 kN/cm²

F<sub>0,05,d</sub> = 0,9000 kN/cm²

Definição de resistência à tração

N<sub>Ed</sub> = f<sub>td</sub> · A

N<sub>Ed</sub> = 64,80 kN

05

# MADEIRA

## Pré-dimensionamento

### Vigas secundárias

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: kn/m² a 2 | kn/m² | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacocompressão | Relações

Cálculo de Esforços

Dados de Cargaamento

$q_{gl} = 0,137$  kN/m (permanente)  
 $q_{ak} = 1,12$  kN/m (acidental)  
 $q_{vk} = 0$  kN/m (vento)

$g_k = 0,00$  kN/m  
 $q_k = 0,137$  kN/m

$q_{ed} = 1,4 \cdot g_k + 1,4 \cdot q_k$   
 $q_{ed} = 0,192$  kN/m

C) Limite Último

$q_{s,d} = 1,4 \cdot g_d + 1,4 \cdot q_{d,d}$   
 $q_{s,d} = 0,192$  kN/m

Deflexões

$\delta_x = 5 \cdot \frac{q_{s,d} \cdot l^4}{384 \cdot E_{0,05} \cdot I_y}$   
 $\delta_y = 5 \cdot \frac{q_{s,d} \cdot l^4}{384 \cdot E_{0,05} \cdot I_x}$

C) Limite de Utilização

$q_x = g_x$   
 $q_y = g_y + 0,2 \cdot F_{vk}$

$q_x = 0,00$  kN/m  
 $q_y = 0,15$  kN/m

Relações mínimas

$M_{y,d} = \frac{q_{y,d} \cdot l^2}{8}$  |  $H_{y,d} = 0,00$  kN/m  
 $M_{x,d} = \frac{q_{x,d} \cdot l^2}{8}$  |  $H_{x,d} = 0,00$  kN/m

Tensões Perdas

$\sigma_{x,d} = \frac{M_{y,d}}{W_x}$  |  $\sigma_{y,d} = \frac{M_{x,d}}{W_y}$   
 $\sigma_{x,d} = 0,00$  kN/cm² |  $\sigma_{y,d} = 0,00$  kN/cm²

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: kn/m² a 2 | kn/m² | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacocompressão | Relações

Membros Laterais

$f_{std} = R_{std} + f_{std}$  |  $f_{std} = \frac{1}{1 + \frac{R_{std}}{f_{std}}}$

$R_{std} = 0,940$  |  $f_{std} = 1,1078$  kN/cm²

$\beta_m = \frac{1}{1 + \frac{R_{std}}{f_{std}}}$

Segurança à Flexão Obliqua

$\frac{\sigma_{x,d}}{f_{std}} + 0,5 \cdot \frac{\sigma_{y,d}}{f_{std}} \leq 1$

$0,00 \leq 1$  | Verificar

PASSOU!

Plano Limite

$\sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \leq 0,90$  cm

$0,00 \leq 0,90$  | Verificar

Tensões Características

$\frac{3}{2} \cdot \sqrt{\frac{M_{y,d}^2 + M_{x,d}^2}{I}} \leq 0,15 \cdot f_{std}$

$0,00 \leq 0,17$  | Verificar

PASSOU!

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: kn/m² a 2 | kn/m² | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacocompressão | Relações

Propriedades de peça

$A = 72,0$  cm²  
 $I_{xx} = 1,171$  kN/cm⁴  
 $I_{yy} = 1,020$  kN/cm⁴  
 $I_{xy} = 1,028$  kN/cm⁴  
 $W_x = 1,80$  kN/cm³

Mod = 0 kN

$N_{d,d} = N_{d,d} + E_{rel,d}$   
 $N_{d,d} = 0,00$  kN/cm

$E_{rel,d} = \frac{l}{300}$   
 $E_{rel,d} = 0,01$  cm

Verificações para Anal = 0,3

$\frac{(\sigma_{x,d})^2}{f_{std}^2} + \frac{\sigma_{y,d}}{f_{std}} + k_{rel} \cdot \frac{\sigma_{x,d}}{f_{std}} \leq 1$   
 $0,00 \leq 1$  | Verificar

PASSOU!

Cálculo das Tensões Esforçadas

$\sigma_{x,d} = \frac{M_{y,d}}{W_x}$  |  $\sigma_{y,d} = \frac{M_{x,d}}{W_y}$   
 $\sigma_{x,d} = 0,00$  kN/cm² |  $\sigma_{y,d} = 0,00$  kN/cm²

Esforços Relativos

$Anal = 0,015$   
 $Anal = 0,012$

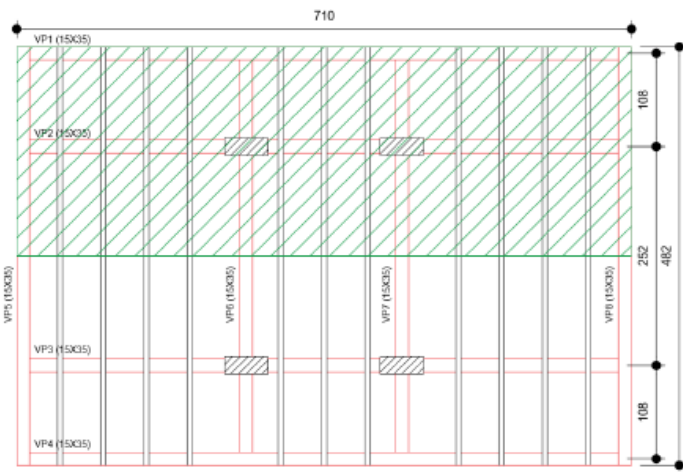
Verificações para Anal = 0,3

$\frac{\sigma_{x,d}}{R_{std} \cdot f_{std}} + \frac{\sigma_{y,d}}{f_{std}} + k_{rel} \cdot \frac{\sigma_{x,d}}{f_{std}} \leq 1$   
 $0,00 \leq 1$  | Verificar

## Pré-dimensionamento

### Vigas principais

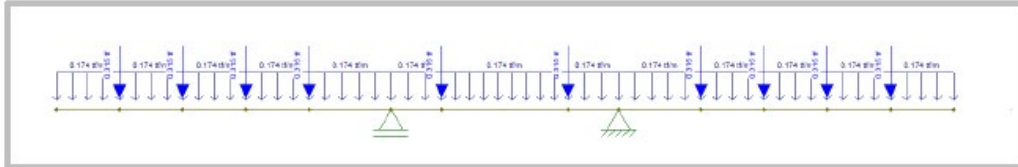
- Madeira: *Pinus-elliottii*
- Medida: 15x35 cm
- Volume:  $0,15 \times 0,3 \times 7,1 = 0,31 \text{ m}^3$
- Peso próprio (volume x densidade):  $0,31 \times 400 = 124 \text{ kg/m}$
- Peso / comprimento da viga:  $124 / 7,1 = 17,46 \text{ kgf/m}$
- Módulo de elasticidade = 13467 Mpa
- Peso próprio: **0,174 tf/m**
- Viga secundária:  $0,125 \text{ tf/m} \times 2,52 = 0,315 \text{ tf/m}$



# MADEIRA

## Pré-dimensionamento

### Vigas principais



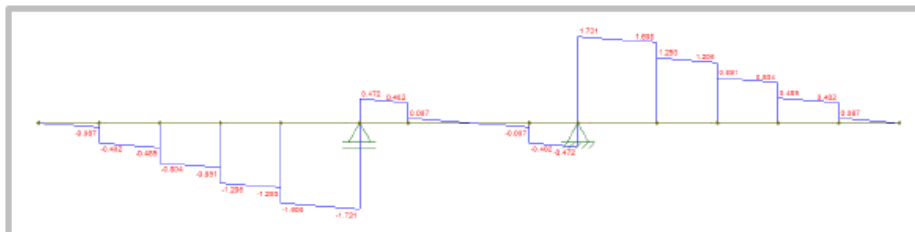
Viga principal



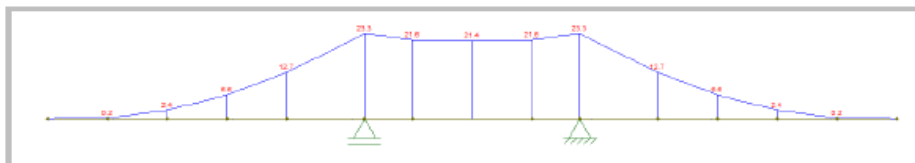
Esforço axial

## Pré-dimensionamento

### Vigas principais



Esforço cortante

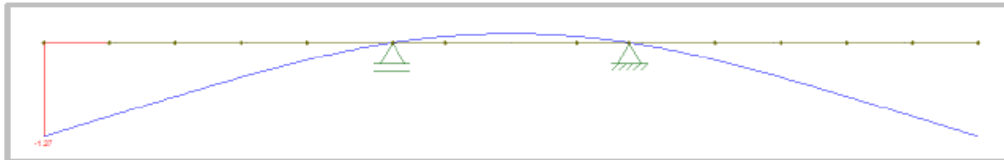


Momento fletor

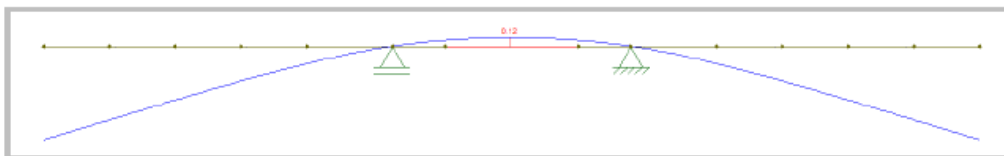
# MADEIRA

## Pré-dimensionamento

### Vigas principais



Deslocamento



Deslocamento

## Pré-dimensionamento

### Vigas principais

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: **kmod1 e 2** | **kmod3** | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relativo

Classes de resistência das cortinas (Tabela 2 - NBR 7190)

| Classes | f <sub>yk</sub> UFA | f <sub>yk</sub> UFA | E <sub>0,05</sub> MPa | ρ <sub>volume</sub> kg/m <sup>3</sup> |
|---------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| C20     | 20                  | 4                   | 2100                  | 500                                   |
| C25     | 25                  | 5                   | 2600                  | 550                                   |
| C30     | 30                  | 6                   | 3200                  | 600                                   |

Classes de resistência das folhas (Tabela 3 - NBR 7190)

| Classes | f <sub>yk</sub> MPa | E <sub>0,05</sub> MPa | f <sub>Ed</sub> MPa | ρ <sub>volume</sub> kg/m <sup>3</sup> |
|---------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| D06     | 20                  | 4                     | 5500                | 600                                   |
| D08     | 20                  | 5                     | 11000               | 600                                   |
| D10     | 40                  | 6                     | 16500               | 900                                   |
| D15     | 60                  | 7                     | 22000               | 970                                   |
| D20     | 80                  | 8                     | 28500               | 1000                                  |

01

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: **kmod1 e 2** | **kmod3** | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relativo

Valores de kmod3 para cortinas (Tabela 7 - NBR 7190)

| Classificação  | Classes | Tipo de classificação |                   |
|----------------|---------|-----------------------|-------------------|
|                |         | Apenas visual         | Visual e mecânica |
| Classes SR     | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |
|                | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |
|                | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |
|                | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |
| Não Classes SR | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |
|                | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |
|                | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |
|                | SR-D    | 0,90                  | 0,90              |

Valores de kmod3 para folhas (Tabela 8 - NBR 7190)

| Classes | Tipo de classificação |                   |
|---------|-----------------------|-------------------|
|         | Apenas visual         | Visual e mecânica |
| S0      | 0,90                  | 1,00              |
| S1      | 0,85                  | 0,95              |
| S2      | 0,80                  | 0,90              |
| S3      | 0,75                  | 0,85              |

kmod2 = 0,9

Definição de kmod

$kmod = kmod1 + kmod2 + kmod3$

kmod = 0,540 | Calcular

Definição de βc

0,3 (para serradas e rolças)

0,1 (para coladas) | OK

03

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: **kmod1 e 2** | **kmod3** | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relativo

Classes de carregamento e valores de kmod1 (Tabela 4 - NBR 7190)

| Classes de carregamento | Ação variável principal de construção |  | Tipo de madeira |                   |
|-------------------------|---------------------------------------|--|-----------------|-------------------|
|                         | Duração                               | Classes de granulação de duração extra-leve de ação característica | Medida simples  | Medida recorteada |
| Permanente              | Permanente                            | Muito alta de construção   | 0,90            | 0,90              |
| Longa duração           | Longa duração                         | Muito de uso massas  | 0,75            | 0,85              |
| Média duração           | Média duração                         | Uma semana a seis meses  | 0,90            | 0,90              |
| Curta duração           | Curta duração                         | Menos de uma semana  | 0,90            | 0,90              |
| Instântânea             | Instântânea                           | Muito curta  | 1,10            | 1,10              |

Classes de resistência das cortinas (Tabela 2 - NBR 7190)

| Classes de resistência | f <sub>yk</sub> MPa | E <sub>0,05</sub> MPa | f <sub>Ed</sub> MPa | ρ <sub>volume</sub> kg/m <sup>3</sup> |
|------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------------------|
| (1)                    | 1,60                | 1,00                  |                     |                                       |
| (2)                    | 0,60                | 0,85                  |                     |                                       |
| (3)                    | 0,60                | 0,90                  |                     |                                       |
| (4)                    | 0,70                | 0,90                  |                     |                                       |

Valores de kmod2 (Tabela 5 - NBR 7190)

kmod2 = 1

kmod1 = 0,99

02

# MADEIRA

## Pré-dimensionamento

### Vigas principais

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km01 a 2 | km02 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacuoscompressão | Relatórios

**Dados Geométricos**

b = 20 cm  
h = 35 cm  
L = 700 cm  
Área = 700.0 cm<sup>2</sup>

**Cálculo de  $I_x$  e  $I_y$**

$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$   $I_{x0} = 70.272$    
 $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$   $I_{y0} = 122.976$

**Inércia**

$I_x = 71452.33$  cm<sup>4</sup>  
 $I_y = 22333.33$  cm<sup>4</sup>

**Módulo de Resistência**

$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$   $W_{x0} = 4903.33$  cm<sup>3</sup>  
 $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$   $W_{y0} = 2333.33$  cm<sup>3</sup>

**04**

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km01 a 2 | km02 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacuoscompressão | Relatórios

**Definição de Fc0,05**

$F_{c0,05} = 0.7 \cdot E_{0,05}$   
 $E_{0,05} = 1050.0$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $F_{c0,05} = 735.00$  kN/cm<sup>2</sup>

**Cálculo de  $I_{x0}$  e  $I_{y0}$**

$I_{x0} = \frac{b \cdot h^3}{12}$   $I_{x0} = 70.272$  cm<sup>4</sup>  
 $I_{y0} = \frac{h \cdot b^3}{12}$   $I_{y0} = 122.976$  cm<sup>4</sup>

**Cálculo de  $I_x$  e  $I_y$**

$I_x = 71452.33$  cm<sup>4</sup>  
 $I_y = 22333.33$  cm<sup>4</sup>

**Resistência à Compressão**

$N_{Rd} = k \cdot A \cdot F_{c0,05}$   
 $N_{Rd} = 179.156$  kN

**06**

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km01 a 2 | km03 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacuoscompressão | Relatórios

**Definição de Fc0,d**

$f_{c0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0,k}}{\gamma_m}$   $\gamma_m = 1.8$   
 $k_{mod} = 0.910$   
 $F_{c0,k} = 3.0$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $F_{c0,d} = 0.9000$  kN/cm<sup>2</sup>

**Definição da resistência à tração**

$N_{Rd} = f_{td} \cdot A$   
 $N_{Rd} = 630.00$  kN

**05**

## Pré-dimensionamento

### Vigas principais

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km01 a 2 | km03 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacuoscompressão | Relatórios

**Dados de Carregamento**

$P_{gk} = 0.174$  kN/m (permanente)  
 $P_{qk} = 0$  kN/m (acidental)  
 $P_{sk} = 0$  kN/m (vento)  
 $s_c = 0$  OK

**C1 Limite Último**

$Q_{Ed} = 1.4 \cdot Q_k$   
 $Q_{Ed} = 1.4 \cdot 0 = 0.00$  kN/m  
 $Q_{Ed} = 1.4 \cdot 0 = 0.00$  kN/m

**C2 Limite Último**

$Q_{Ed} = 1.4 \cdot Q_k + 0.5 \cdot P_{gk}$   
 $Q_{Ed} = 1.4 \cdot 0 + 0.5 \cdot 0.174 = 0.24$  kN/m

**C3 Limite de Utilização**

$Q_k = 0$   
 $Q_{Ed} = Q_k = 0.00$  kN/m  
 $Q_{Ed} = 0.17$  kN/m

**Relações mínimas**

$M_{Ed} = \frac{M_{gk} + M_{qk}}{2}$   $M_{Ed} = 0.00$  kN/m  
 $M_{Ed} = \frac{M_{gk} + M_{qk}}{2}$   $M_{Ed} = 0.00$  kN/m  
 $V_{Ed} = \frac{V_{gk} + V_{qk}}{2}$   $V_{Ed} = 0.00$  kN

**Tensões Finais**

$\sigma_{x,Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_x}$   $\sigma_{x,Ed} = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{y,Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_y}$   $\sigma_{y,Ed} = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>

**07**

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km01 a 2 | km03 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacuoscompressão | Relatórios

**Propriedades da peça**

A = 700.0 cm<sup>2</sup>  
 $I_{x0} = 0.910$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $I_{x0} = 0.910$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $I_{x0} = 0.910$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $I_{x0} = 0.910$  kN/cm<sup>2</sup>

**Eccentricidade mínima e esforços**

$N_{Ed} = 0$  kN  
 $M_{Ed} = 0.00$  kN/m  
 $E_{min} = 300$  cm  
 $E_{min} = 2.57$  cm

**Verificações para  $N_{Ed} <= 0$**

$\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} + \frac{\sigma_{y,Ed}}{f_{t,d}} + k_M \cdot \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} \leq 1$   
 $\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} + k_M \cdot \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} + \frac{\sigma_{y,Ed}}{f_{t,d}} \leq 1$   
 0.00 <= 1

**Cálculo das Tensões Esféricas**

$\sigma_{x,Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_x}$   $\sigma_{x,Ed} = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{y,Ed} = \frac{M_{Ed}}{W_y}$   $\sigma_{y,Ed} = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>

**Estatos Relativos**

$\lambda_{rel,y} = 2.128$   
 $\lambda_{rel,z} = 1.216$

**Verificações para  $N_{Ed} > 0$**

$\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} + \frac{\sigma_{y,Ed}}{f_{t,d}} + k_M \cdot \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} \leq 1$   
 $\frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} + k_M \cdot \frac{\sigma_{x,Ed}}{f_{c0,d}} + \frac{\sigma_{y,Ed}}{f_{t,d}} \leq 1$   
 0.00 <= 1

**09**

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km01 a 2 | km03 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | Verificações - Flexão | Flacuoscompressão | Relatórios

**Flacuoscompressão**

$f_{c0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0,k}}{\gamma_m}$   $f_{c0,d} = 0.900$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $k_{mod} = 0.910$   
 $F_{c0,k} = 3.0$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $F_{c0,d} = 0.9000$  kN/cm<sup>2</sup>

**Tensões Características**

$\sigma_{x,k} = \frac{M_{gk}}{W_x}$   $\sigma_{x,k} = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>  
 $\sigma_{y,k} = \frac{M_{gk}}{W_y}$   $\sigma_{y,k} = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>

**08**

# MADEIRA

Resultado final



Resultado final



# MADEIRA

Resultado final



Resultado final



#Arrasamos!



# MADEIRA

## Residência dos 5 traços

Bruno Bersan  
Victor Dax

14

Residência dos 5 traços.

Projeto final

Sistemas Estruturais V

Nathaly Sarasty

Bruno Bersan e Victor Dax

27.06.2020

---

<sup>14</sup> Projeto arquitetônico elaborado pelo autor

## MADEIRA

## Etapa 01

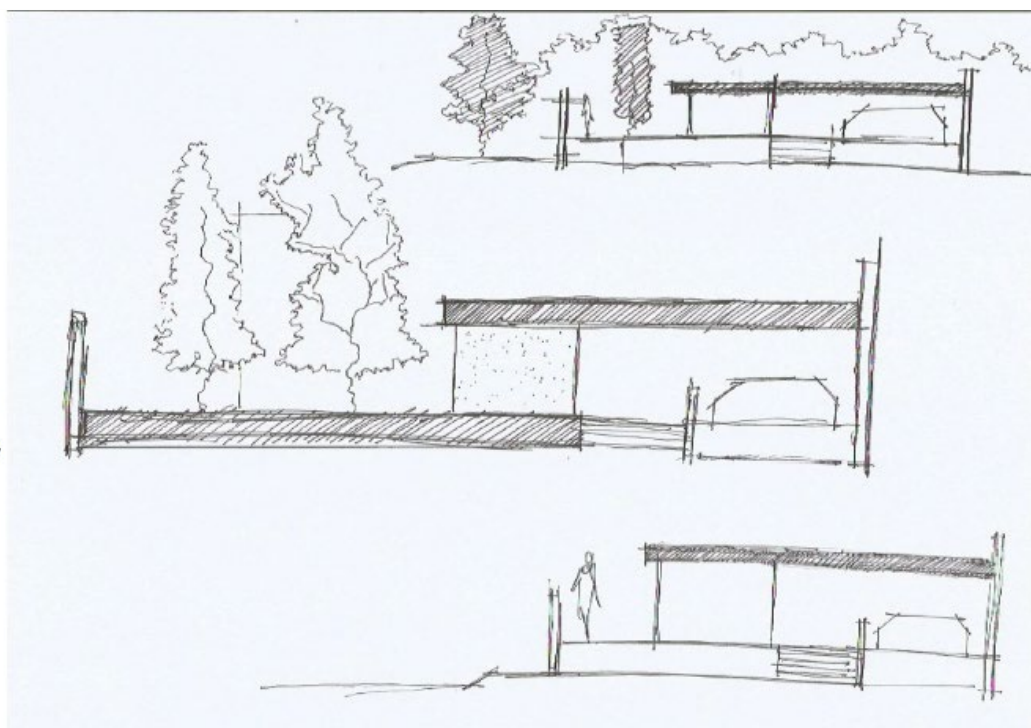
## Etapa inicial

*“A criação de um espaço que remeta às memórias, às sensações e aos sentimentos tidos pelos clientes em sua cidade natal, Santos/SP. Um lugar que seja a representação física do significado de “lar”. Uma casa, para muitos, mas um espaço repleto de lembranças e vivências de uma vida em uma cidade. Esse é o conceito do projeto da Residência dos cinco traços.”*

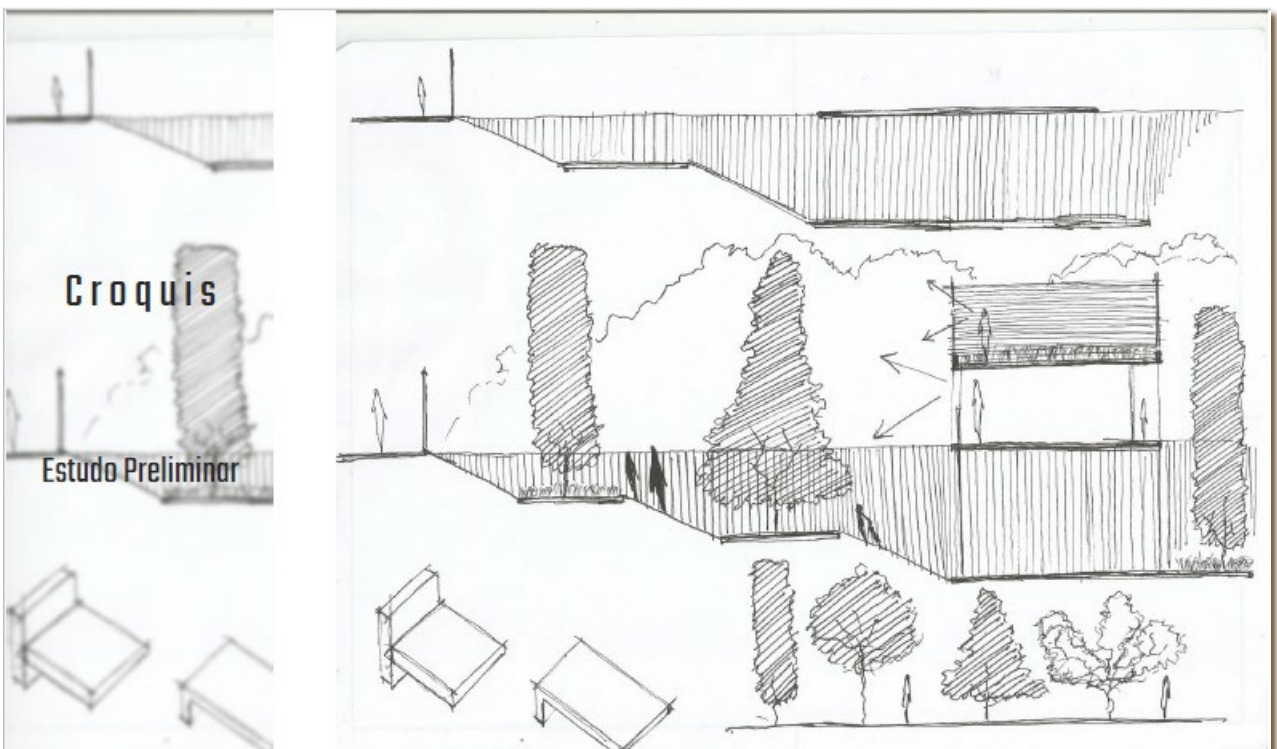
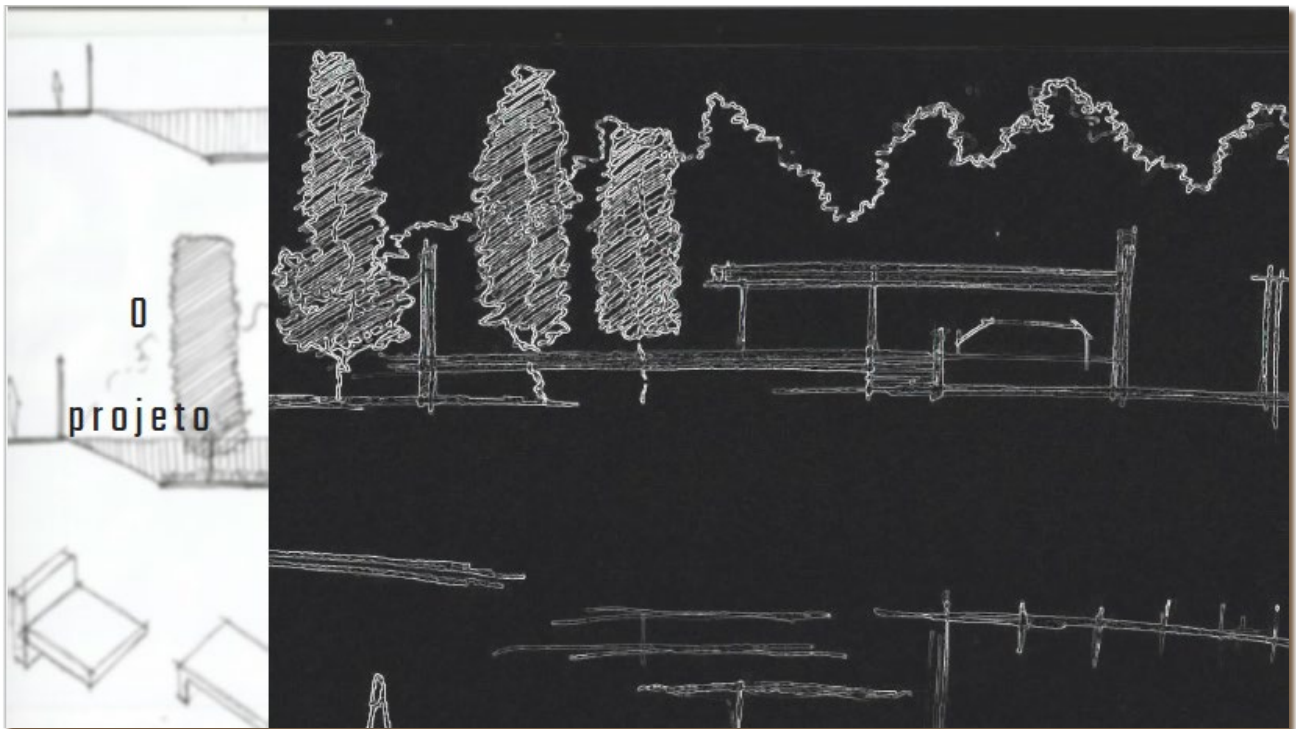
**Dados  
Gerais**

Área Construída: 219,89 m<sup>2</sup>

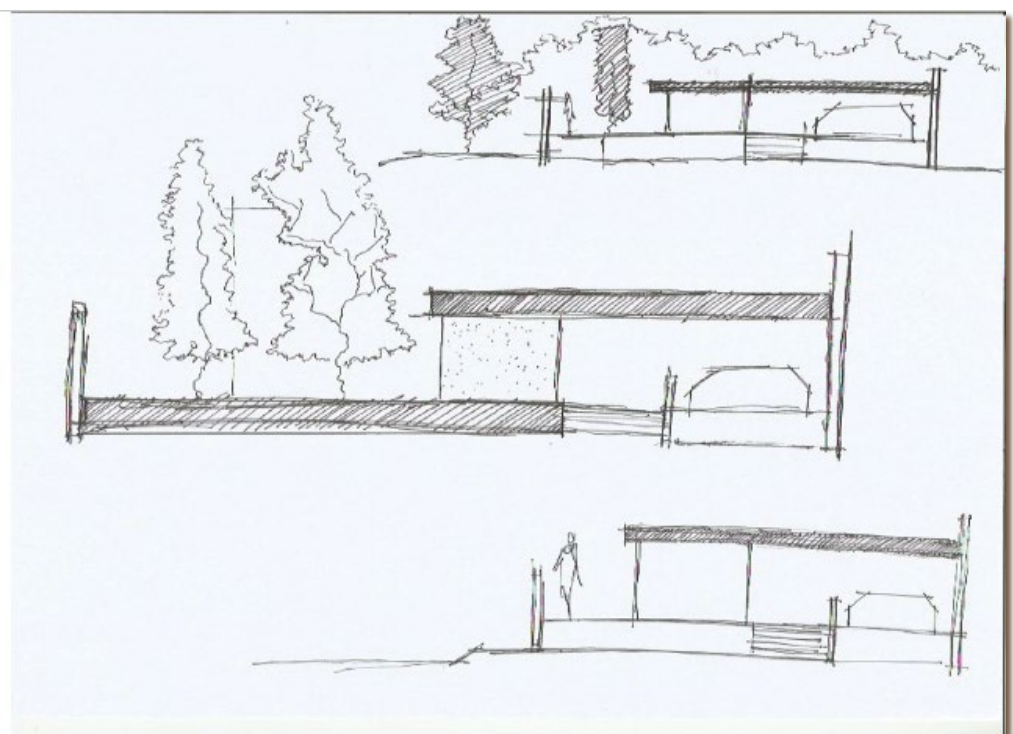
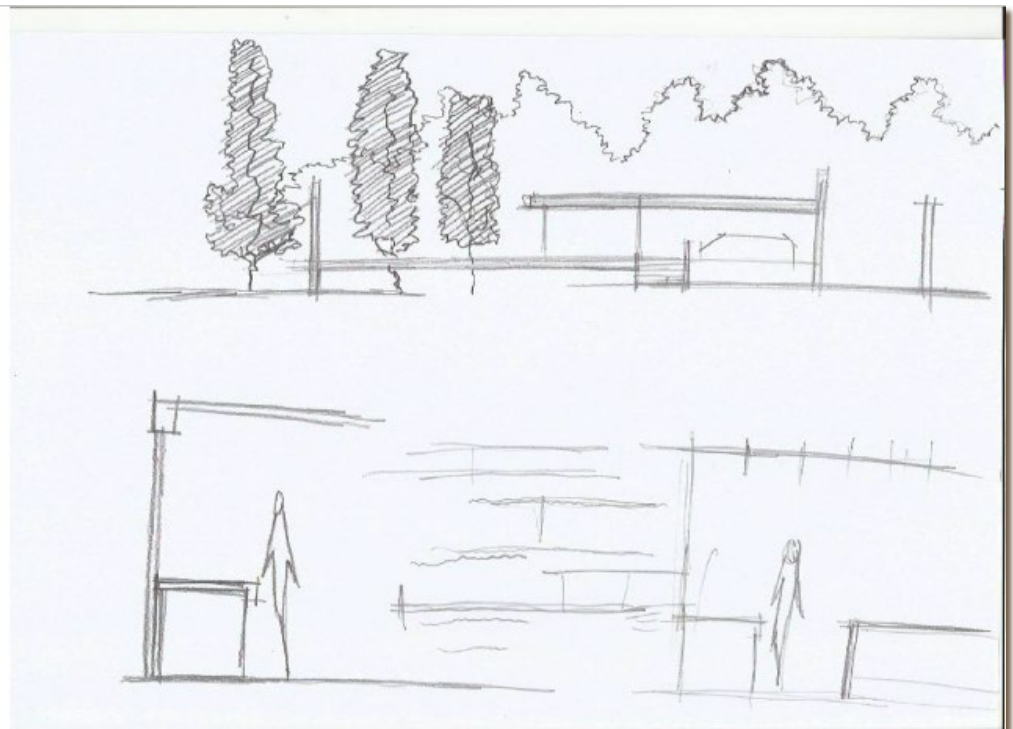
Localização: Taguatinga Norte,  
QNA 37, Lote 32/34



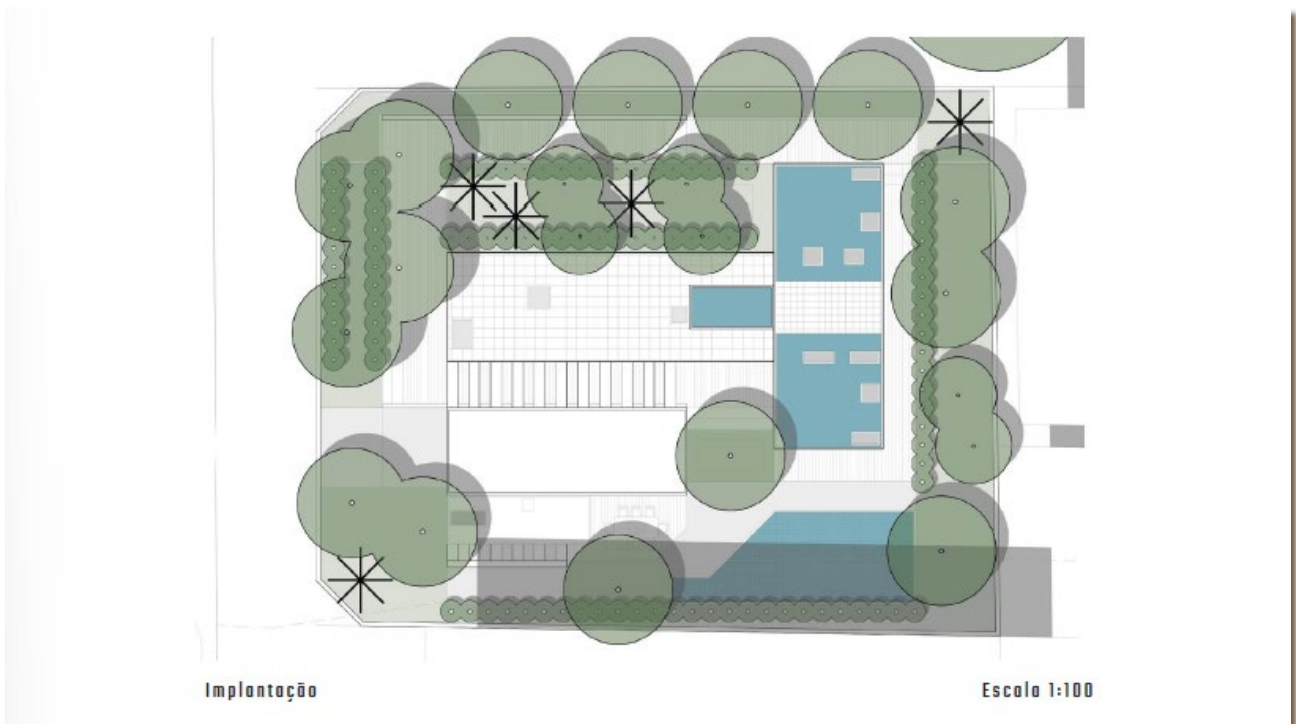
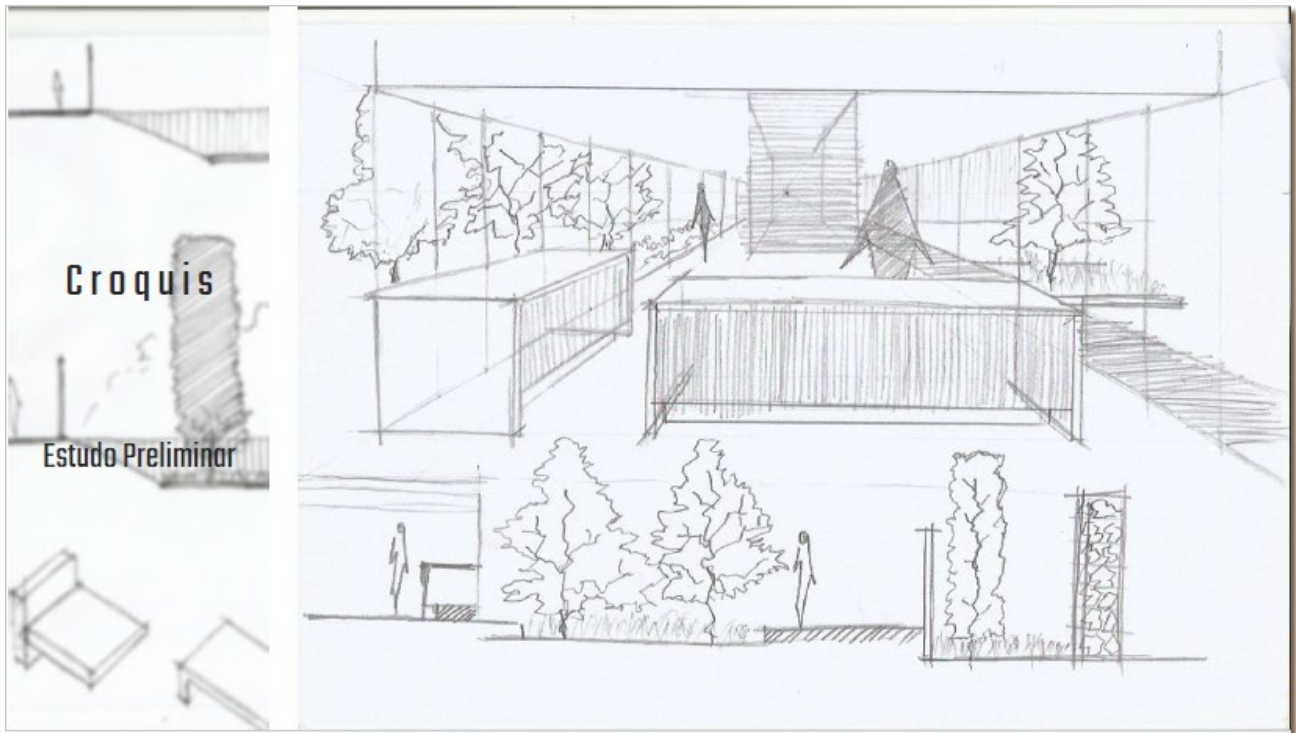
# MADEIRA



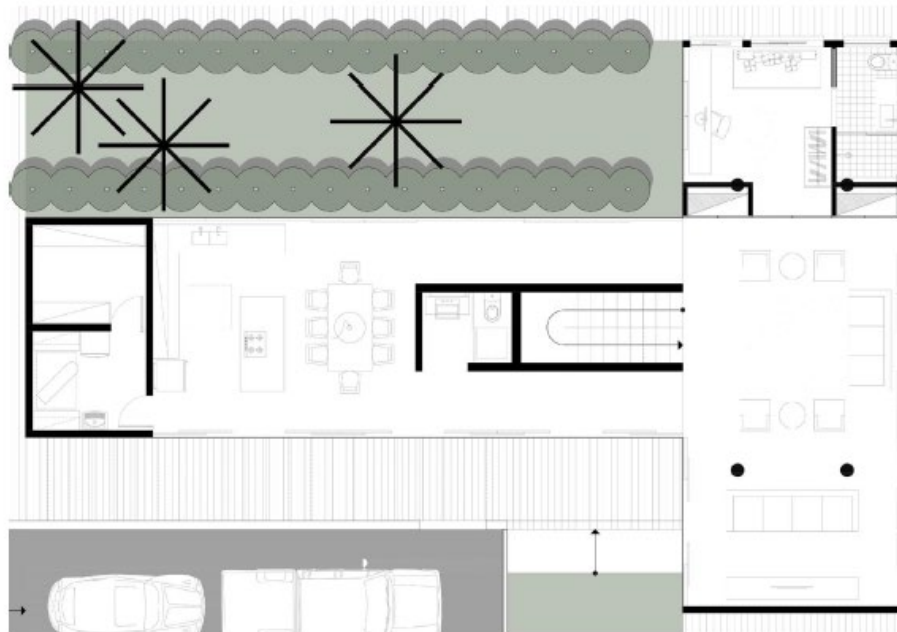
# MADEIRA



# MADEIRA

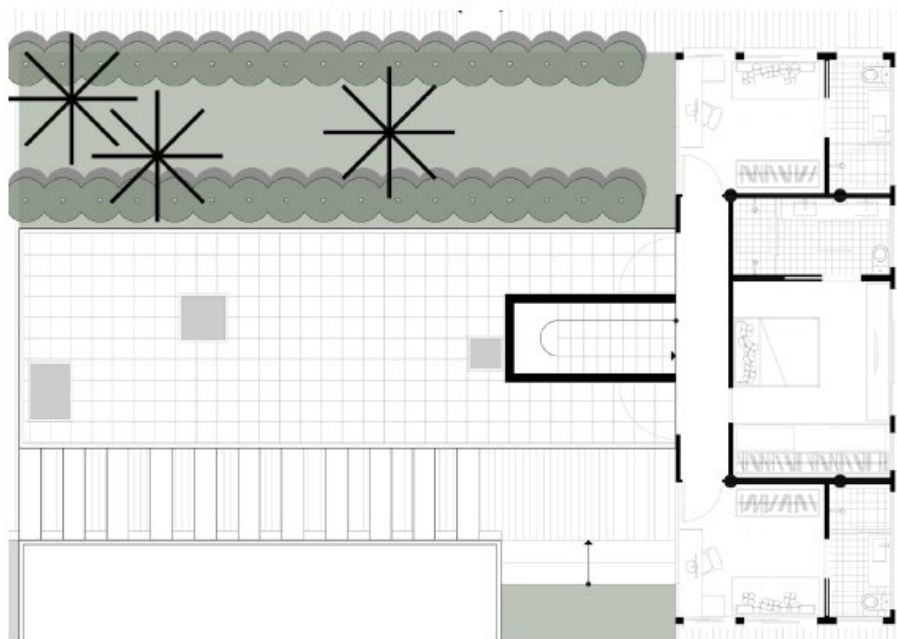


# MADEIRA



Planta | Térreo

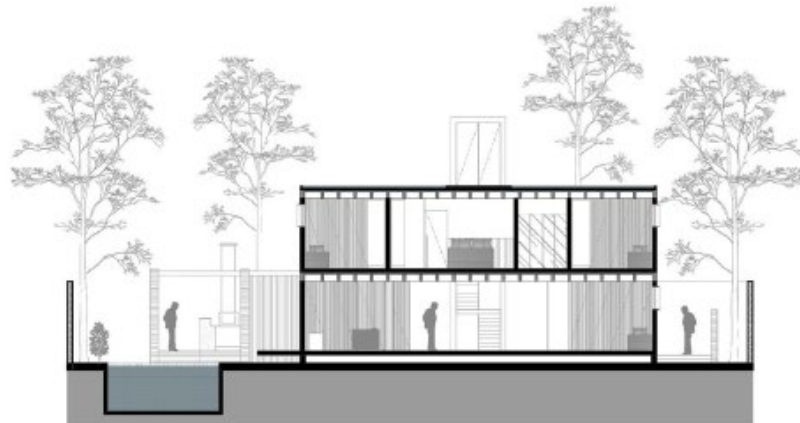
Escala 1:100



Planta | 1º Andar

Escala 1:100

# MADEIRA



Corte Transversal

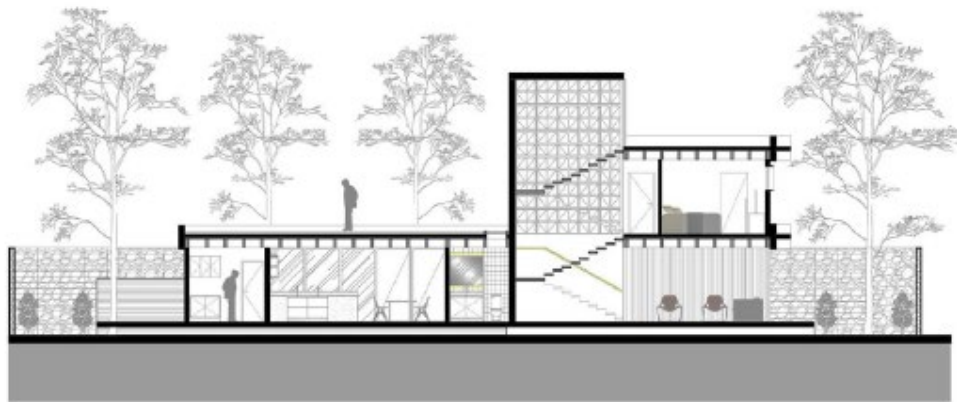
Escala 1:100



Vista Posterior

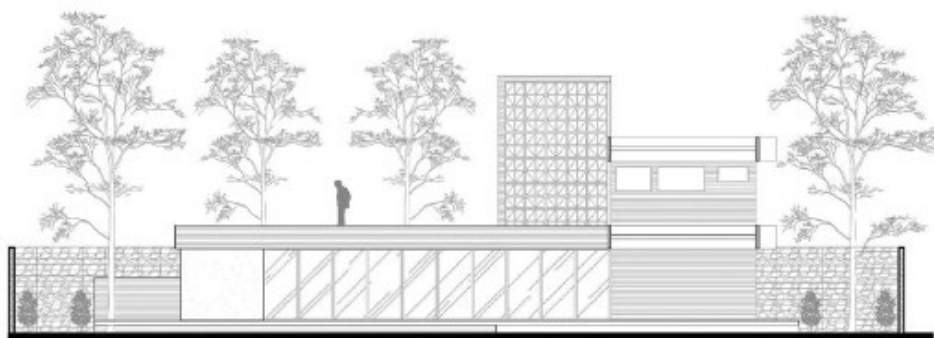
Escala 1:100

# MADEIRA



Corte Longitudinal

Escala 1:100



Vista Lateral

Escala 1:100



# MADEIRA



Visto Frontal

Escala 1:100

## Material

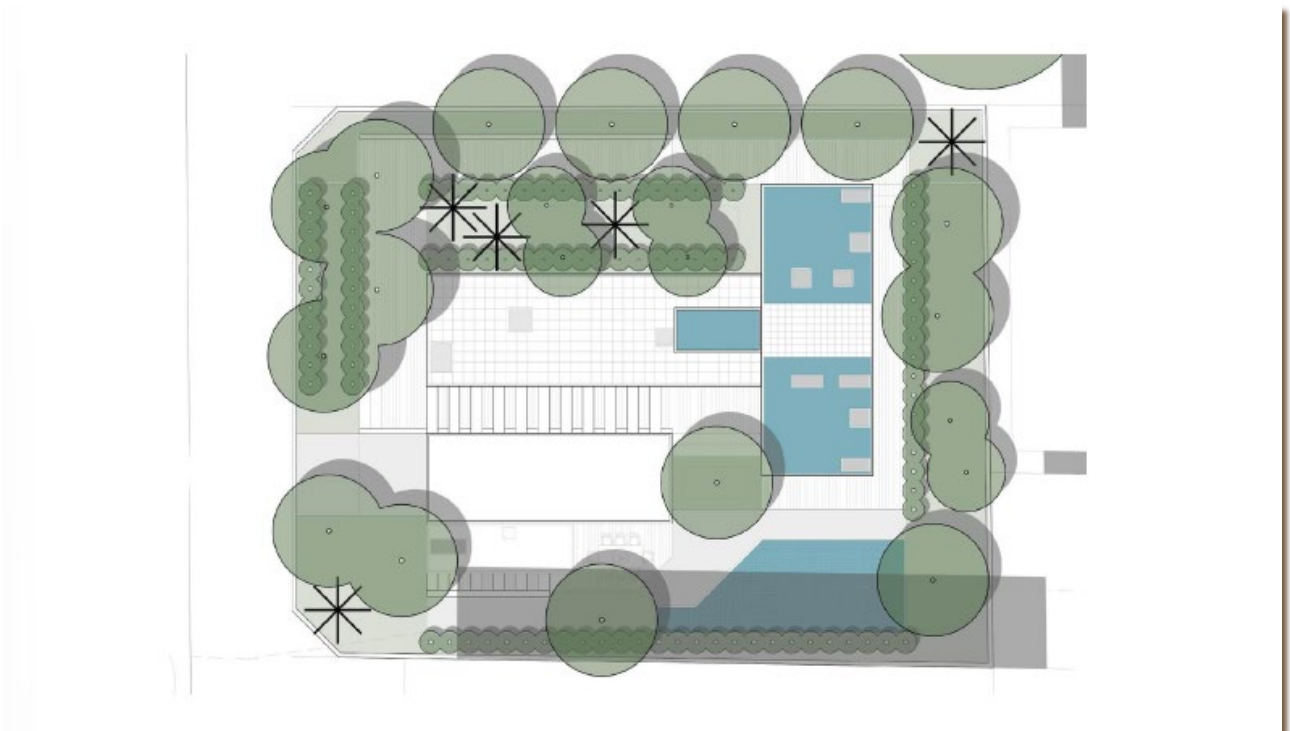
(Material escolhido para o Projeto Final de Sistemas Estruturais V)



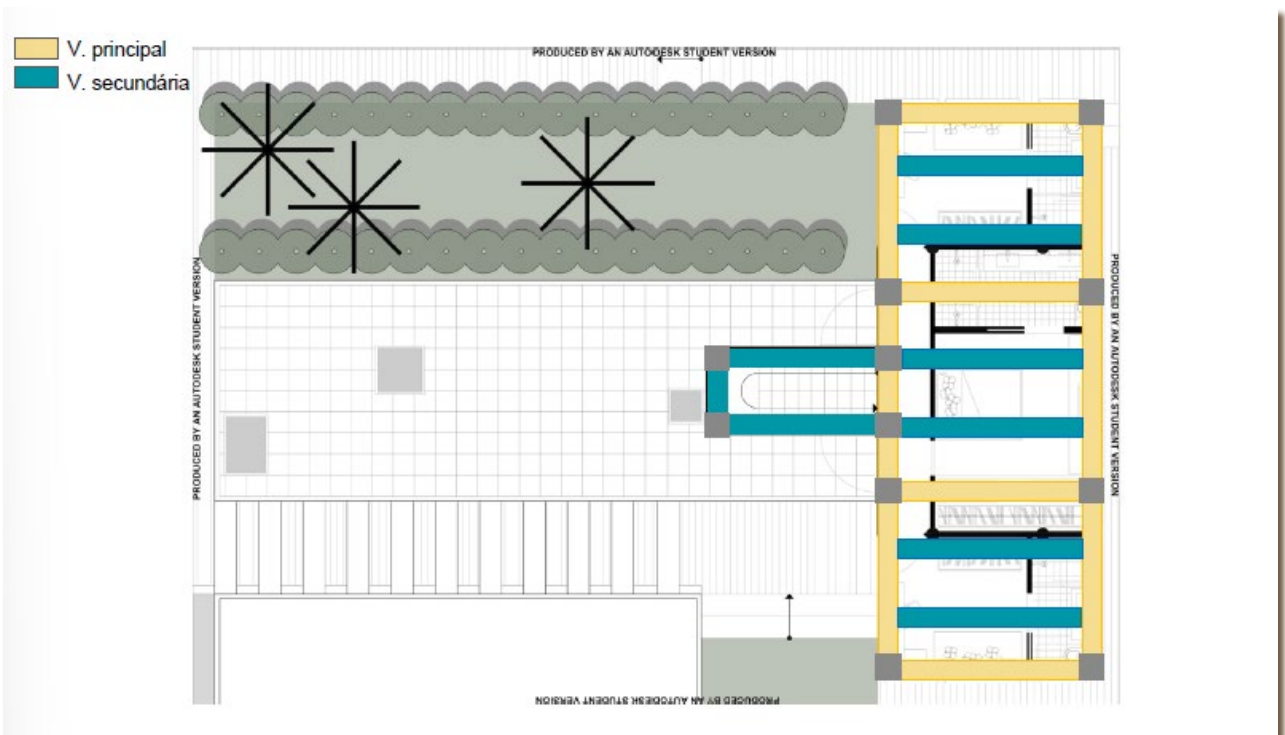
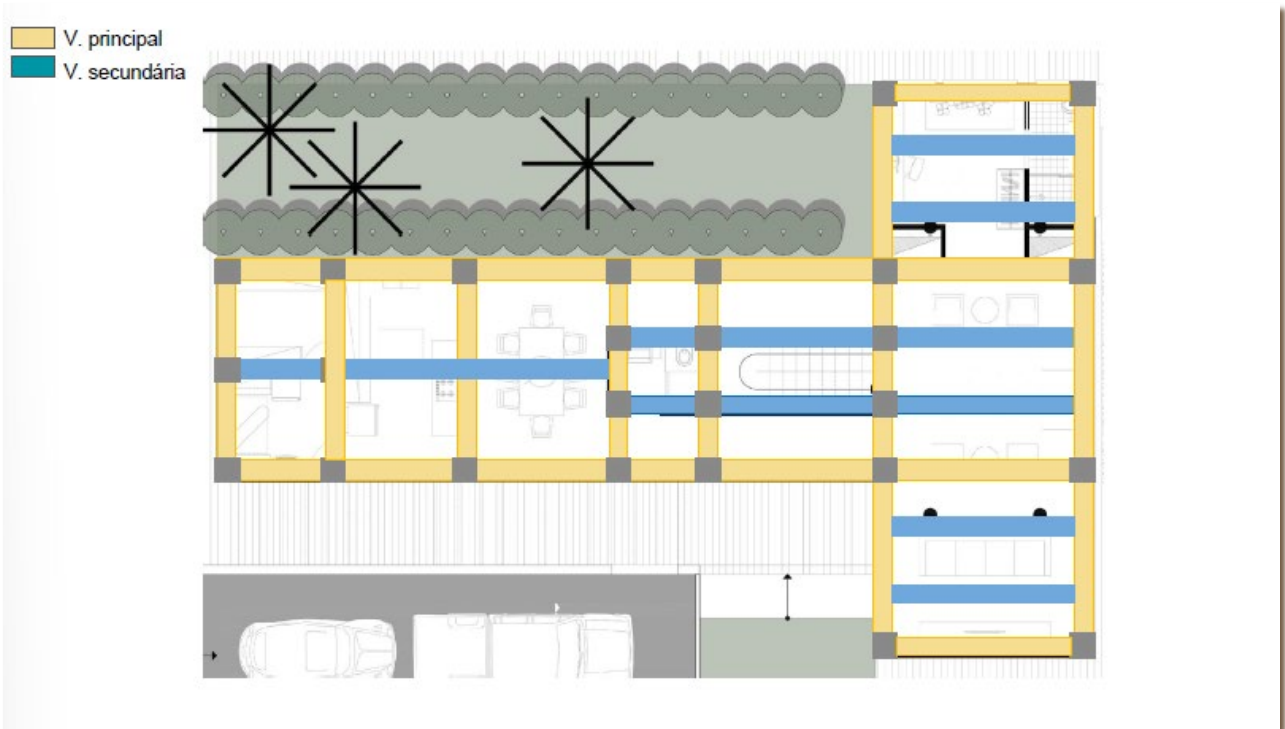
# MADEIRA



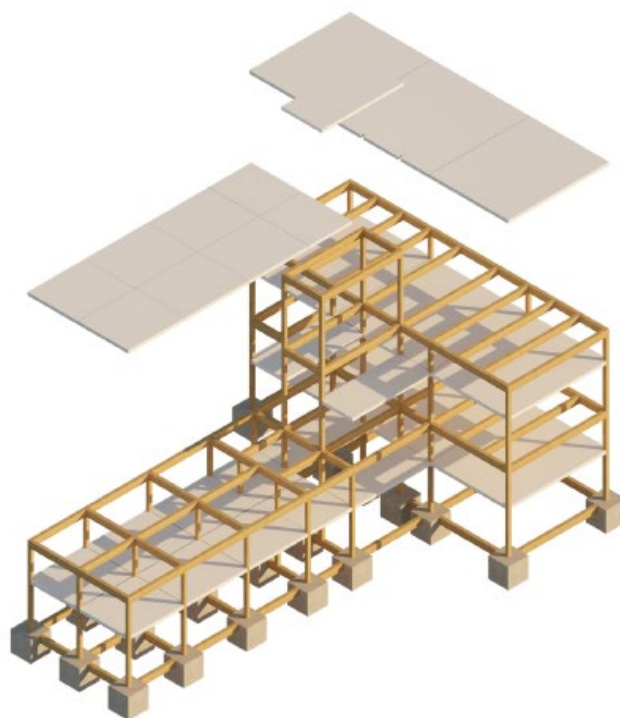
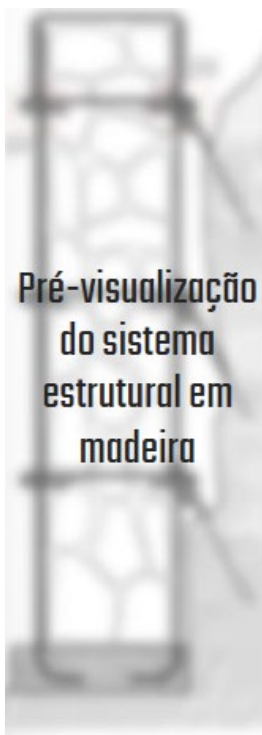
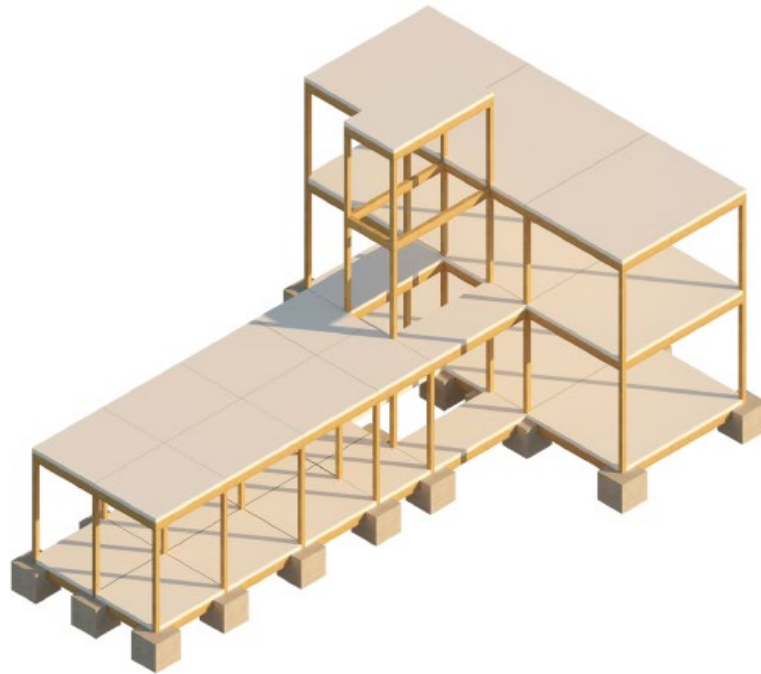
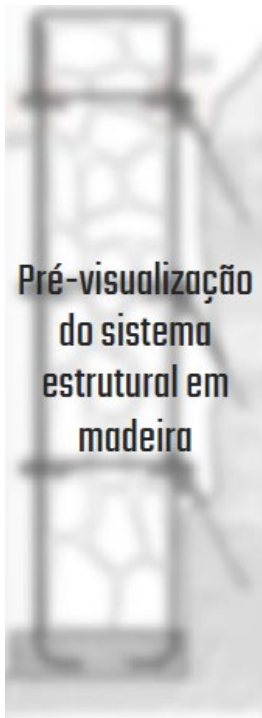
# MADEIRA



# MADEIRA



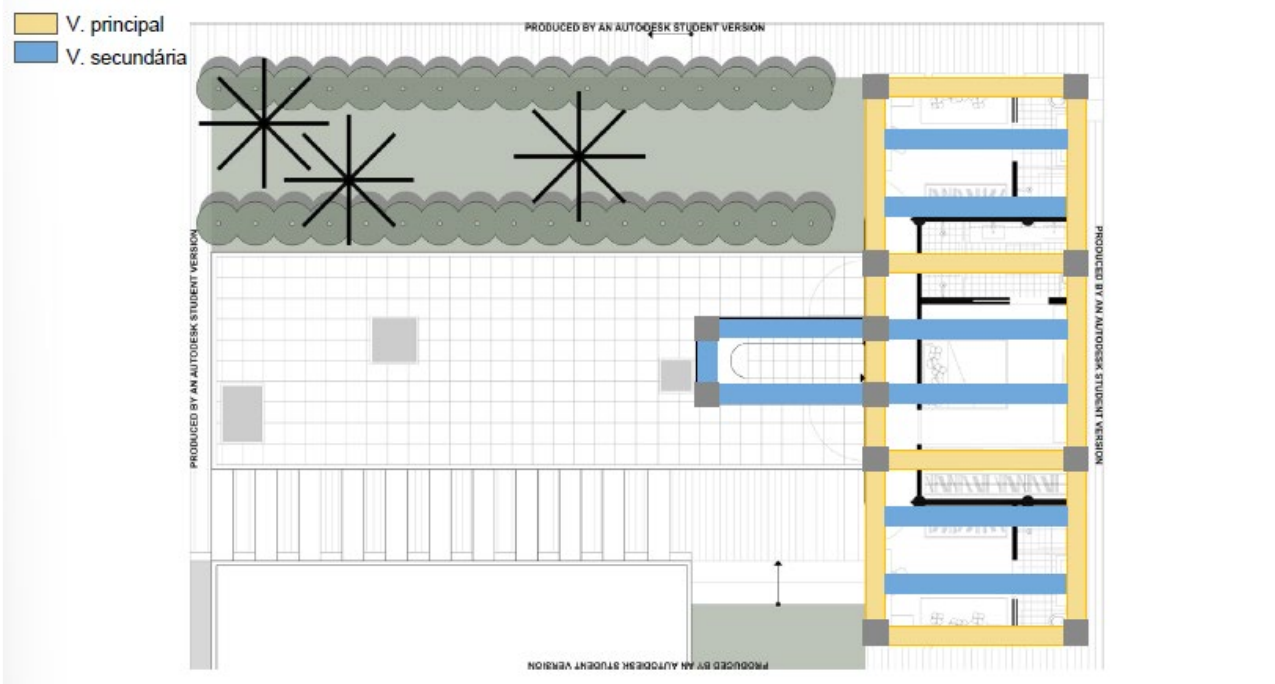
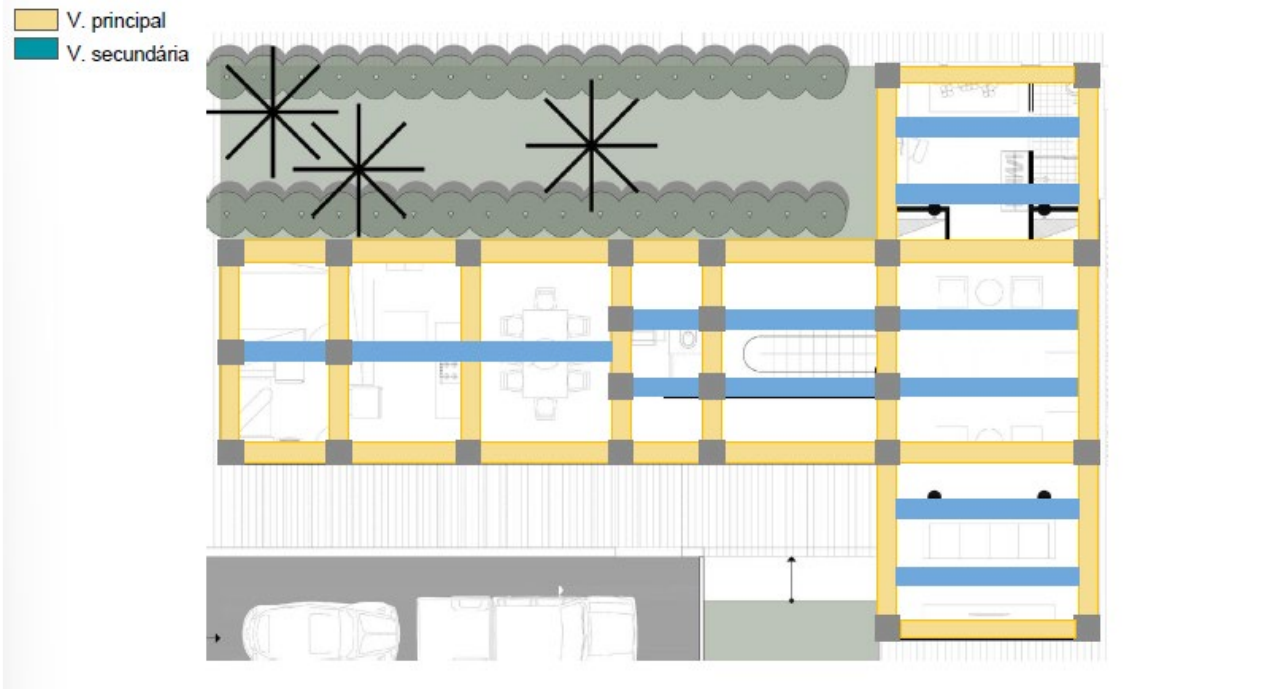
# MADEIRA



# MADEIRA

Etapa 02

Etapa final



## MADEIRA

## Cálculos

## • VIGA SECUNDÁRIA

## Carga Permanente

$0,20 \text{ m} \times 0,20 \text{ m}$  (Dimensões escolhidas)  $\times 600 \text{ kgf/m}^3$  (Densidade da madeira escolhida) =  $24 \text{ kgf/m} \rightarrow 0,24 \text{ kN/m}$ .

## Carga Acidental

$150 \text{ kgf/m}^2$  (NBR 6120)  $\times 1,60 \text{ m}$  (Maior vão entre as vigas secundárias) =  $240 \text{ kgf/m} \rightarrow 2,4 \text{ kN}$ .

## • VIGA PRIMÁRIA

## Carga Permanente

$0,20 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$  (Dimensões escolhidas)  $\times 600 \text{ kgf/m}^3$  (Densidade da madeira escolhida) =  $48 \text{ kgf/m} \rightarrow 0,48 \text{ kN/m}$ .

## Carga Acidental

$2,4 \text{ kN/m}$  (Carga acidental da viga secundária)  $\times 4,8 \text{ metros}$  (Comprimento da maior Viga Primária) / 2 (Dividir por 2 para descobrir a Carga Acidental que as duas Vigas Secundárias exercem sobre a (uma) Viga primária) =  $11,52 \text{ kN}/2 \rightarrow 5,76 \text{ kN}$  (Por viga secundária).

## • PILAR

## Dimensões escolhidas

$A \times b \rightarrow 20\text{cm} \times 20\text{cm} = 400 \text{ cm}^2$

Altura  $\rightarrow 317,5 \text{ cm}$

Pilar Escolhido para realizar os cálculos  $\rightarrow$  P9, por apresentar a maior área de influência do projeto.

Área de influência do Pilar P9  $\rightarrow 11,25 \text{ m}^2$

Aplicamos os dados e as dimensões no programa Ftool para descobrirmos a Força axial exercida no pilar.

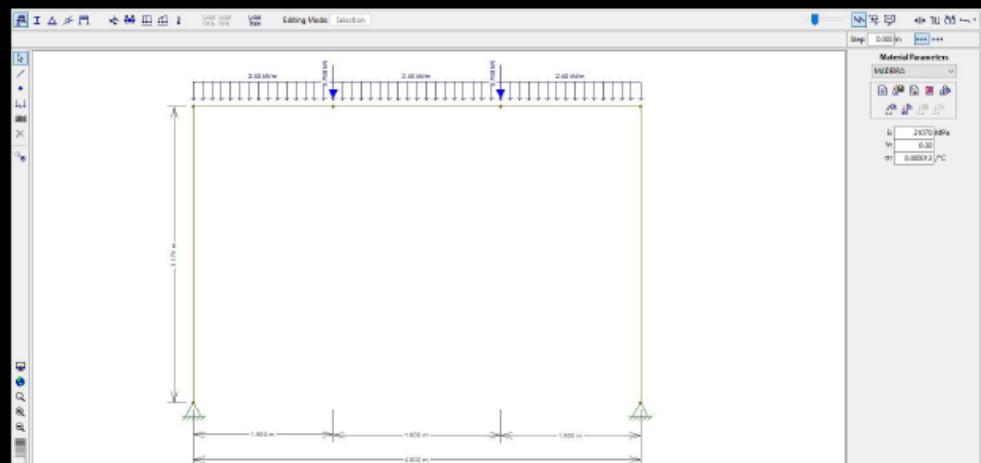
A força encontrada foi de  $23 \text{ kN}$ .

# MADEIRA

FTool

Pilar P9

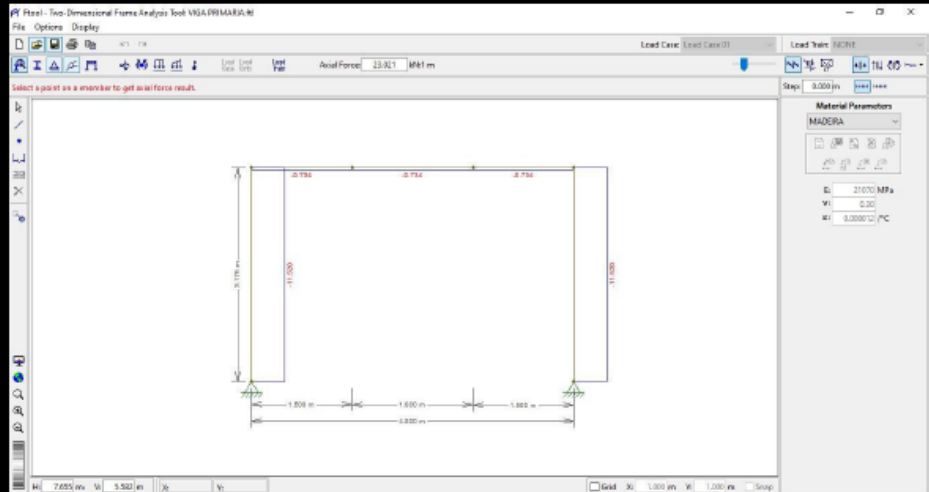
Estrutura



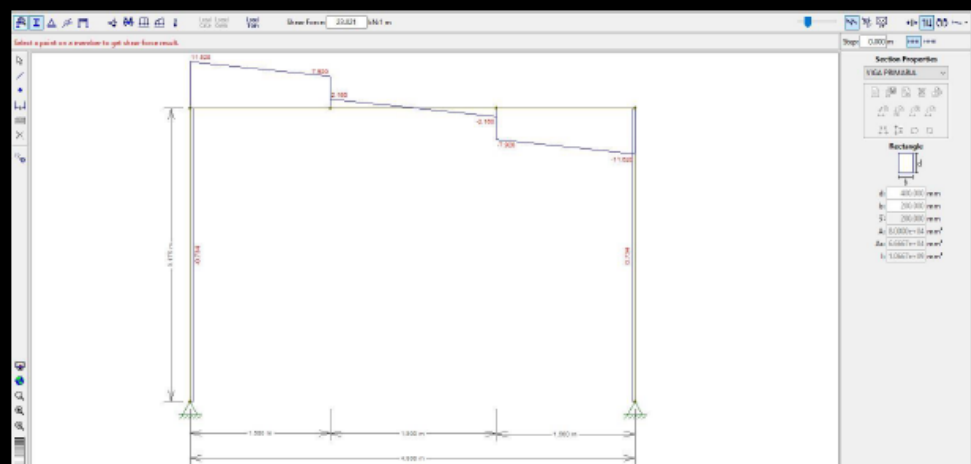


# MADEIRA

Força Axial

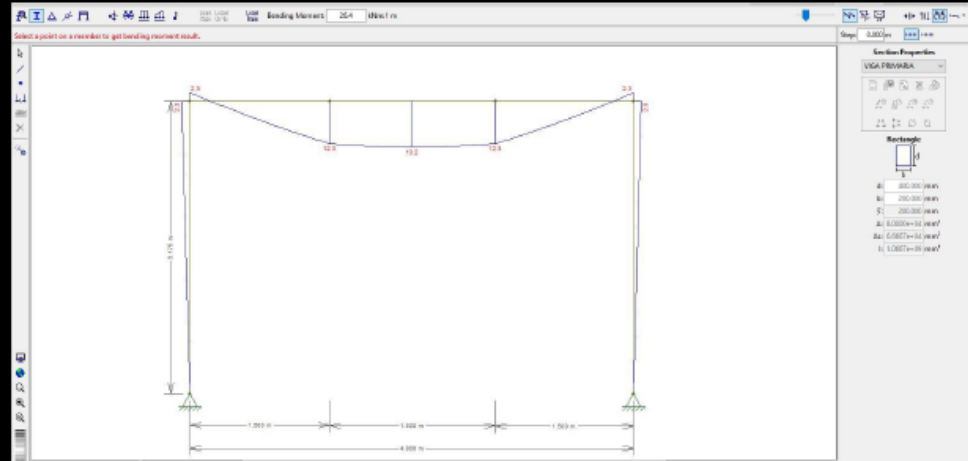


Força Cortante

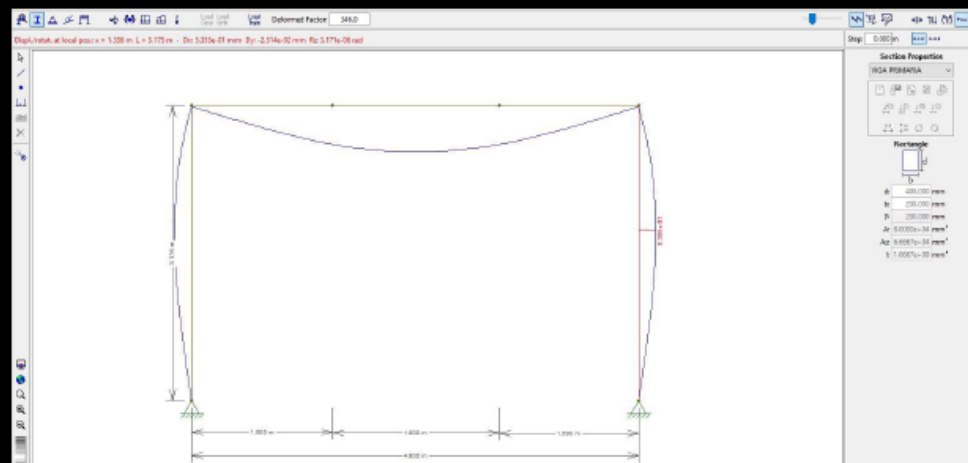


# MADEIRA

Momento



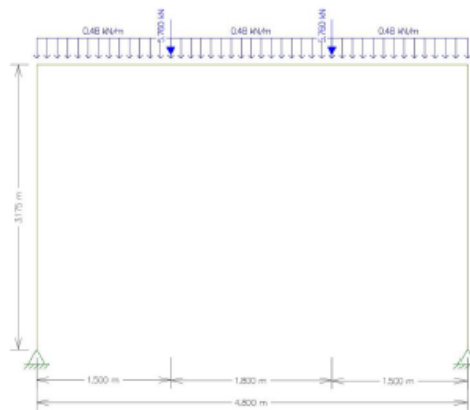
Deformação



# MADEIRA

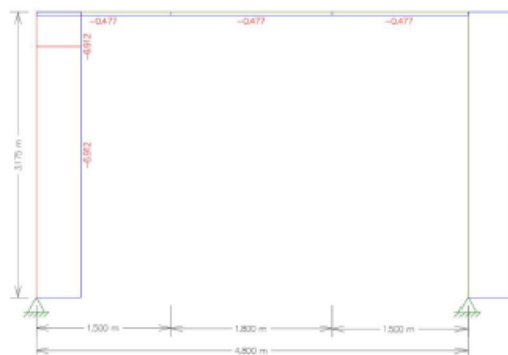
## Vigas Primárias

Estrutura



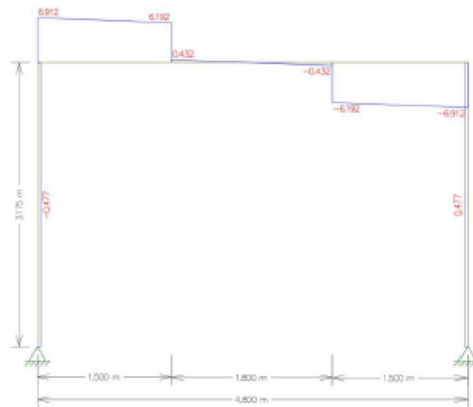
Força

Axial

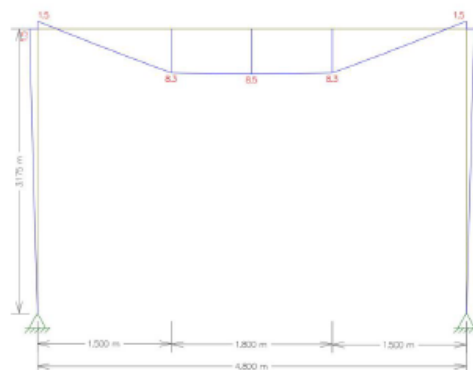


# MADEIRA

Força  
Cortante

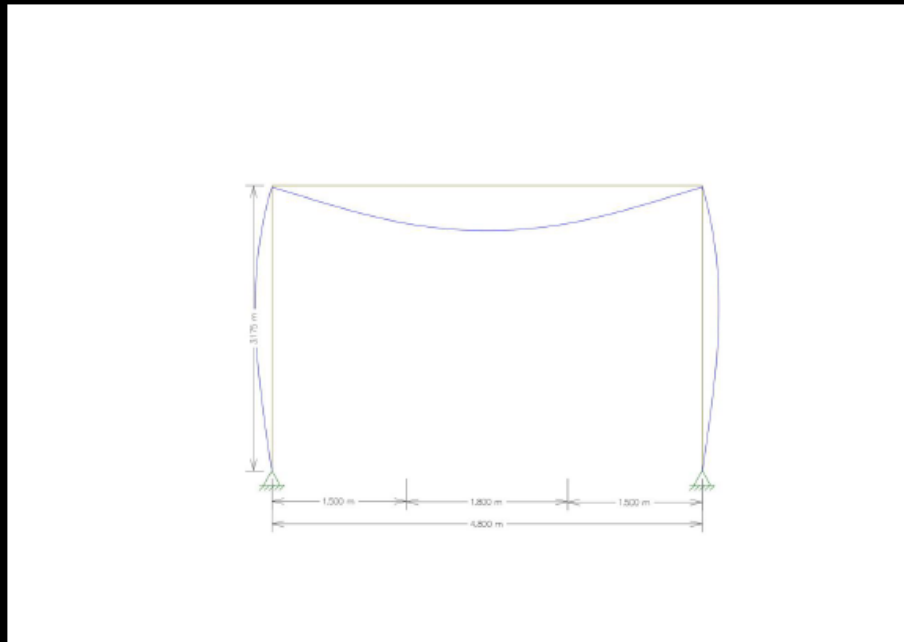


Momento



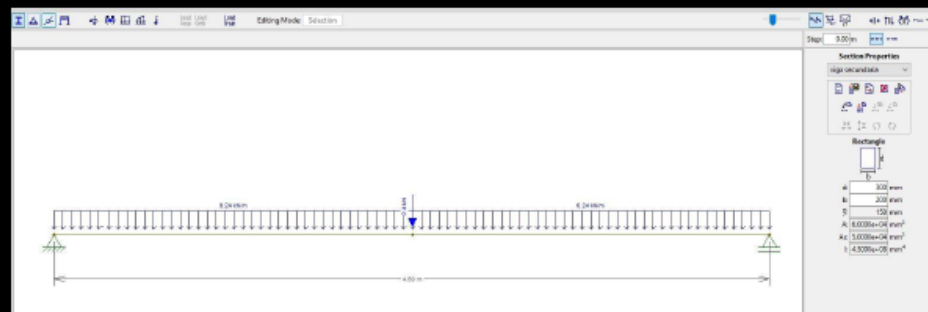
# MADEIRA

Deformação



Vigas Secundárias

Estrutura

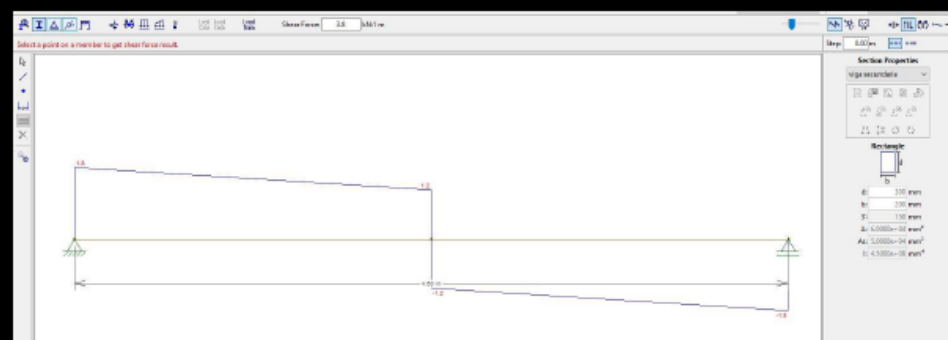


# MADEIRA

Força Axial

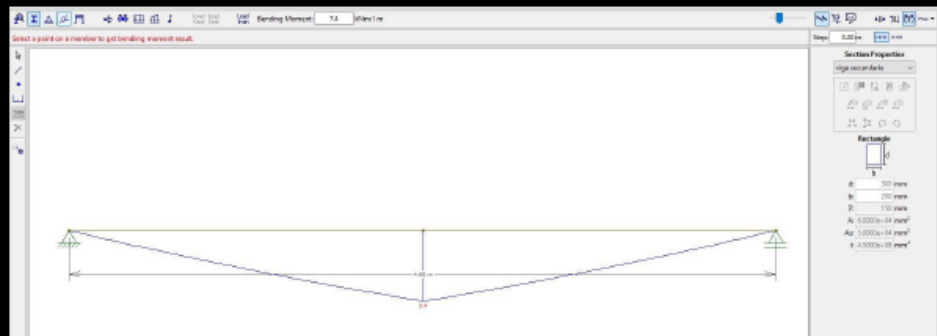


Força Cortante

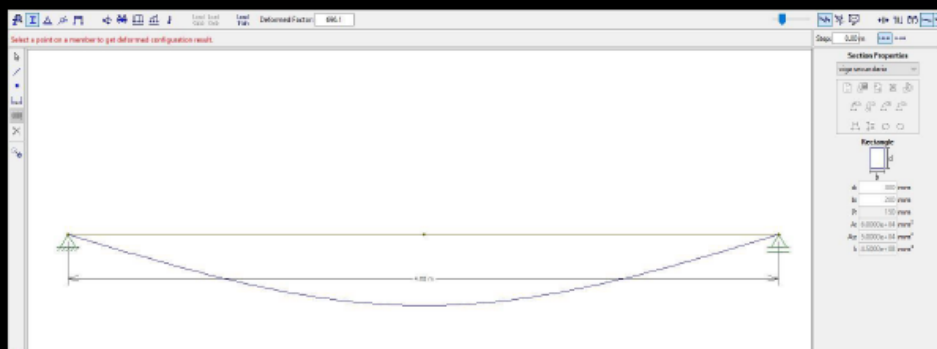


# MADEIRA

Momento



Deformação



# MADEIRA

JWood

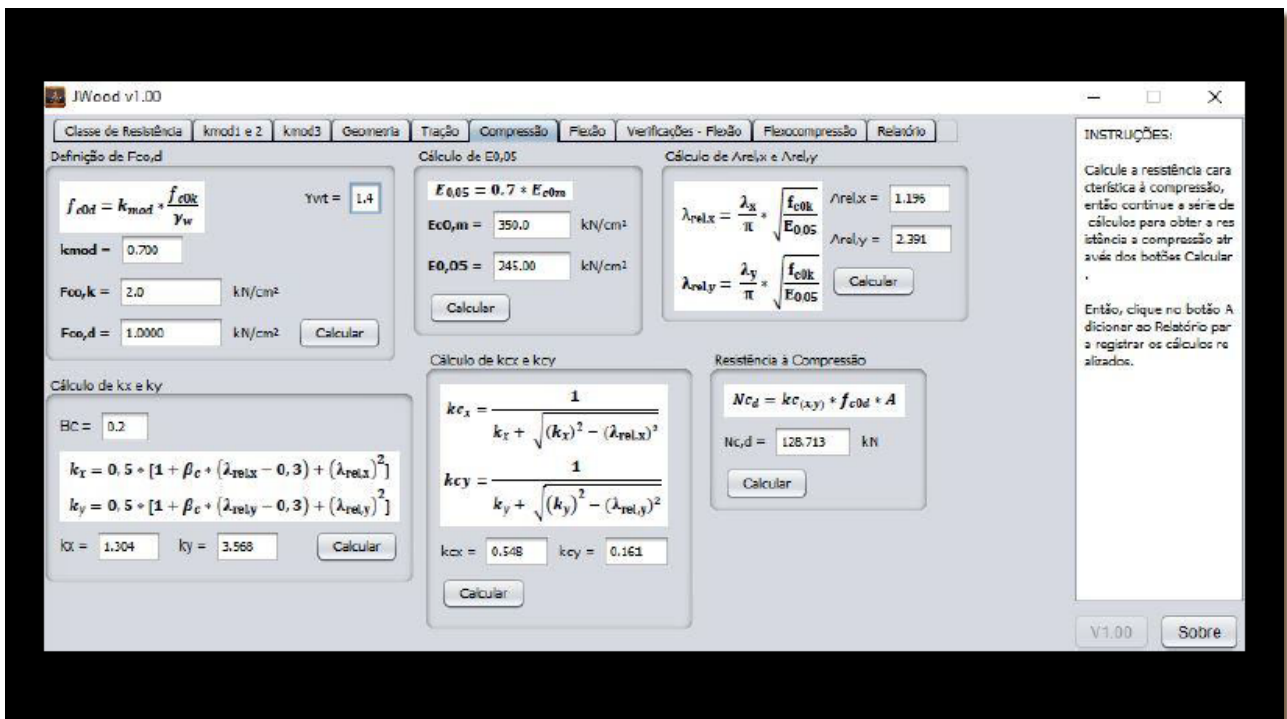
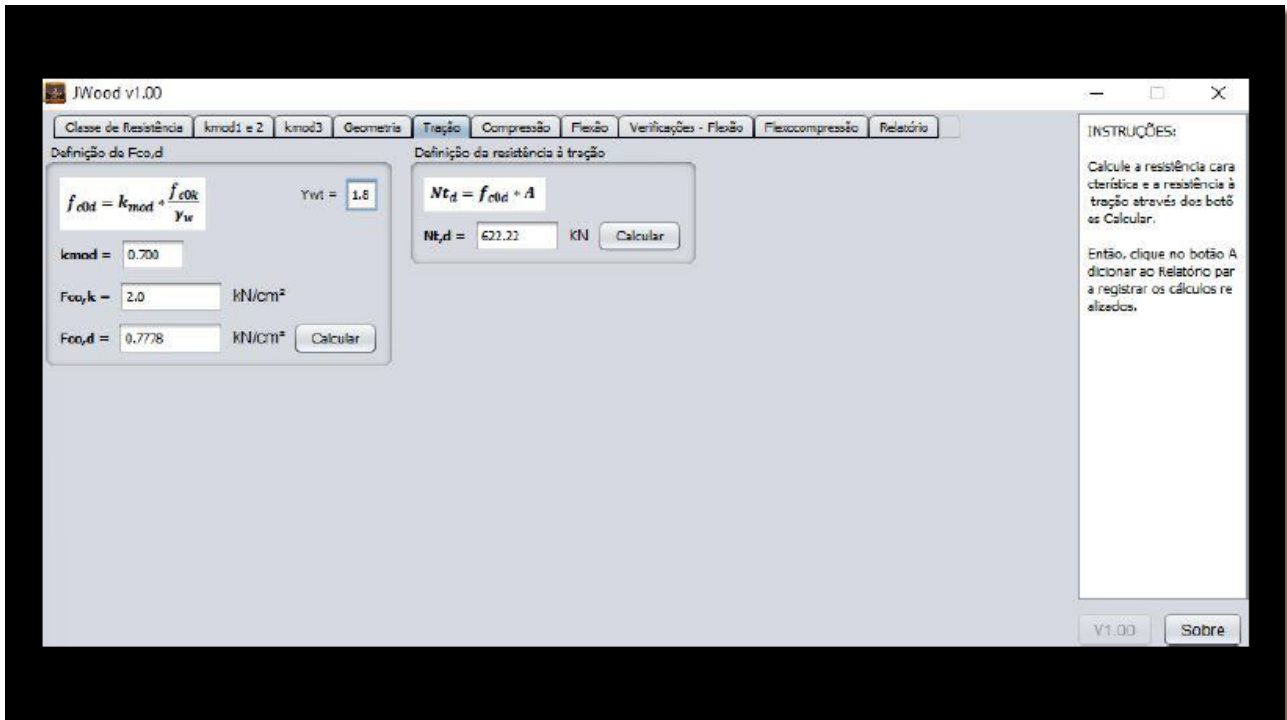
Vigas primárias

The screenshot shows the JWood v1.00 software interface with the following sections:

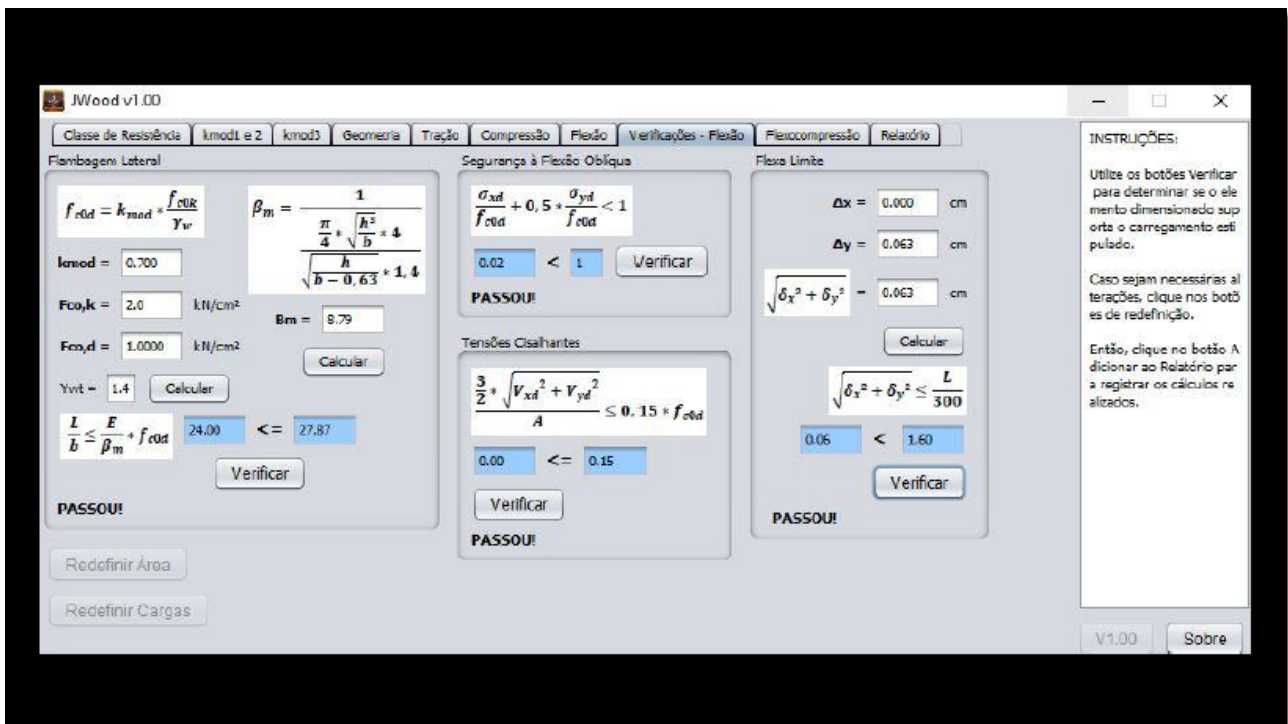
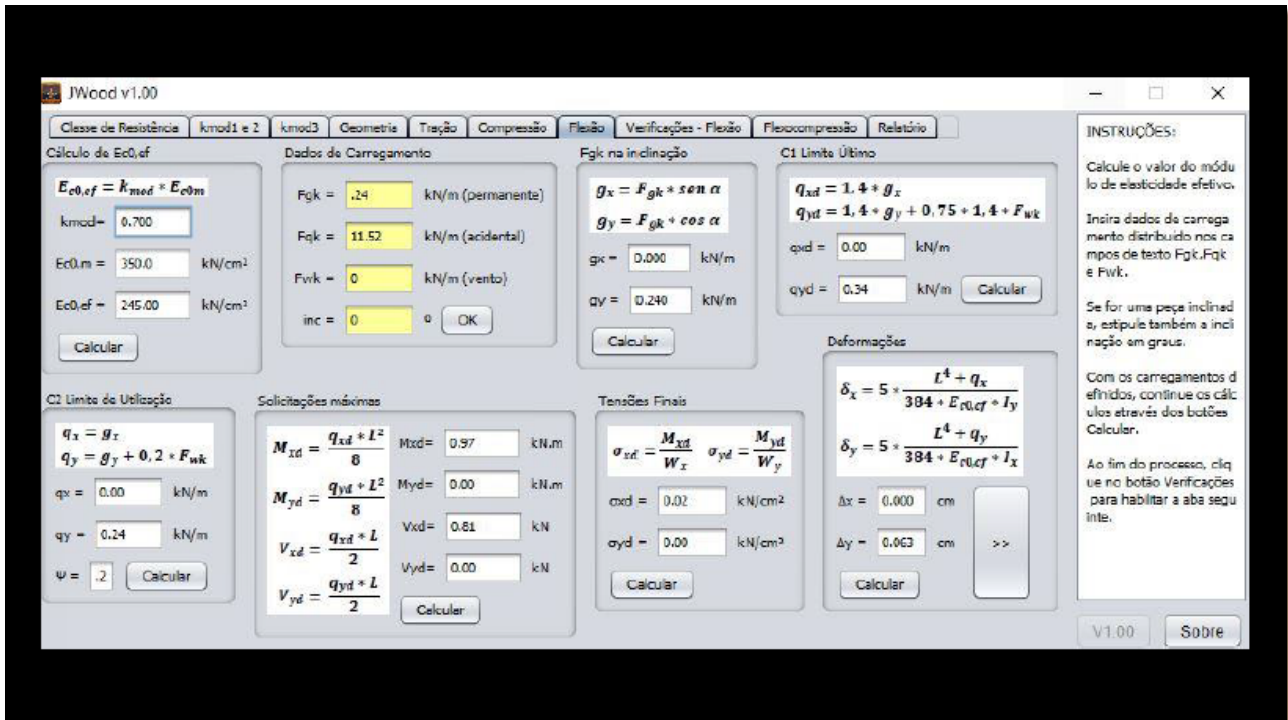
- Classe de Resistência:** kmod1 e 2, kmod3, Geometria, Tração, Compressão, Flexão, Verificações - Flexão, Flexocompressão, Relatório.
- Dados Geométricos:**
  - b = 20 cm
  - h = 40 cm
  - L = 490 cm
  - Área = 800.0 cm<sup>2</sup> [Calcular]
- Cálculo de  $\lambda_x$  e  $\lambda_y$ :**
  - $\lambda_x = \frac{L}{\sqrt{\frac{h^2}{12}}}$   $\lambda_x = 41.969$  [Calcular]
  - $\lambda_y = \frac{L}{\sqrt{\frac{b^2}{12}}}$   $\lambda_y = 83.138$  [Calcular]
- Inércia:**
  - $I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$   $I_x = 106666.67$  cm<sup>4</sup>
  - $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$   $I_y = 26666.67$  cm<sup>4</sup> [Calcular]
- Módulo de Resistência:**
  - $W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$   $W_x = 5333.33$  cm<sup>3</sup>
  - $W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$   $W_y = 2666.67$  cm<sup>3</sup> [Calcular]
- INSTRUÇÕES:**
  - Defina valores de base, altura e comprimento para o elemento de madeira a ser calculado.
  - \* Área mínima: 50cm<sup>2</sup>
  - \* Dimensão mínima (lado): 5cm
  - Então solicite o cálculo de esbeltez, inércia e módulo de resistência.
  - Note que as abas seguintes vão sendo liberadas conforme são feitos estes cálculos de propriedades.
- Buttons:** V1.00, Sobre



# MADEIRA

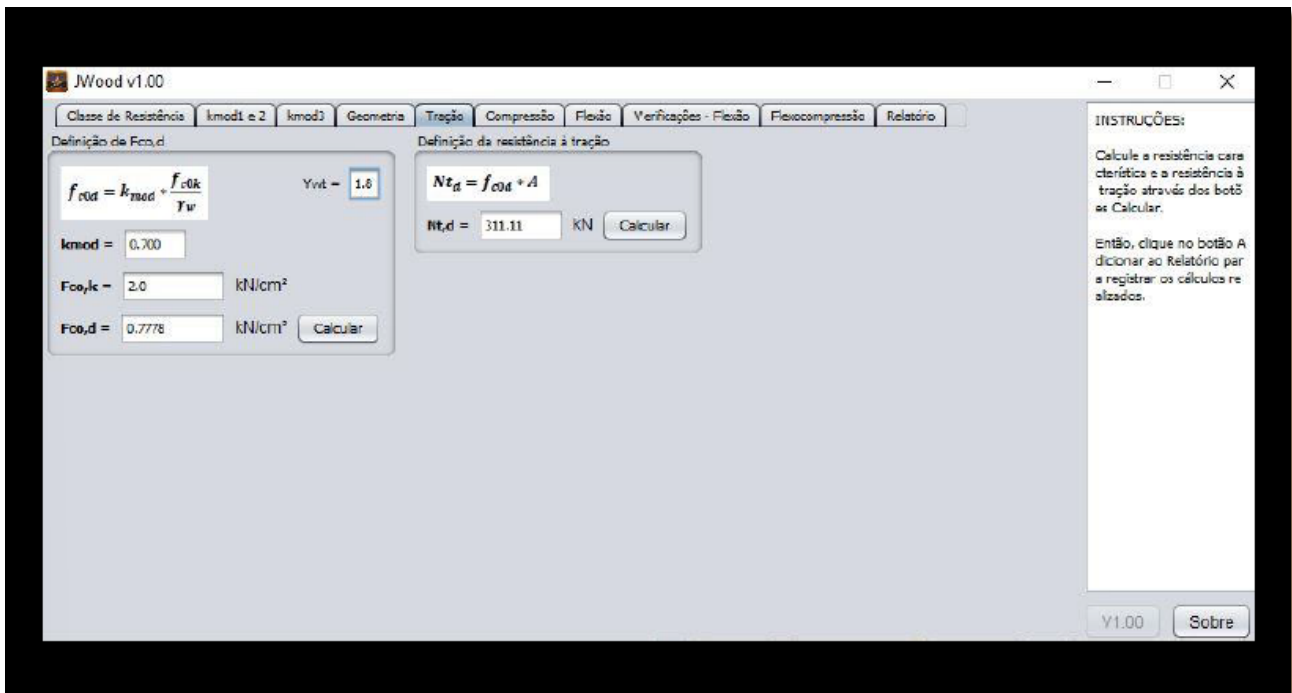
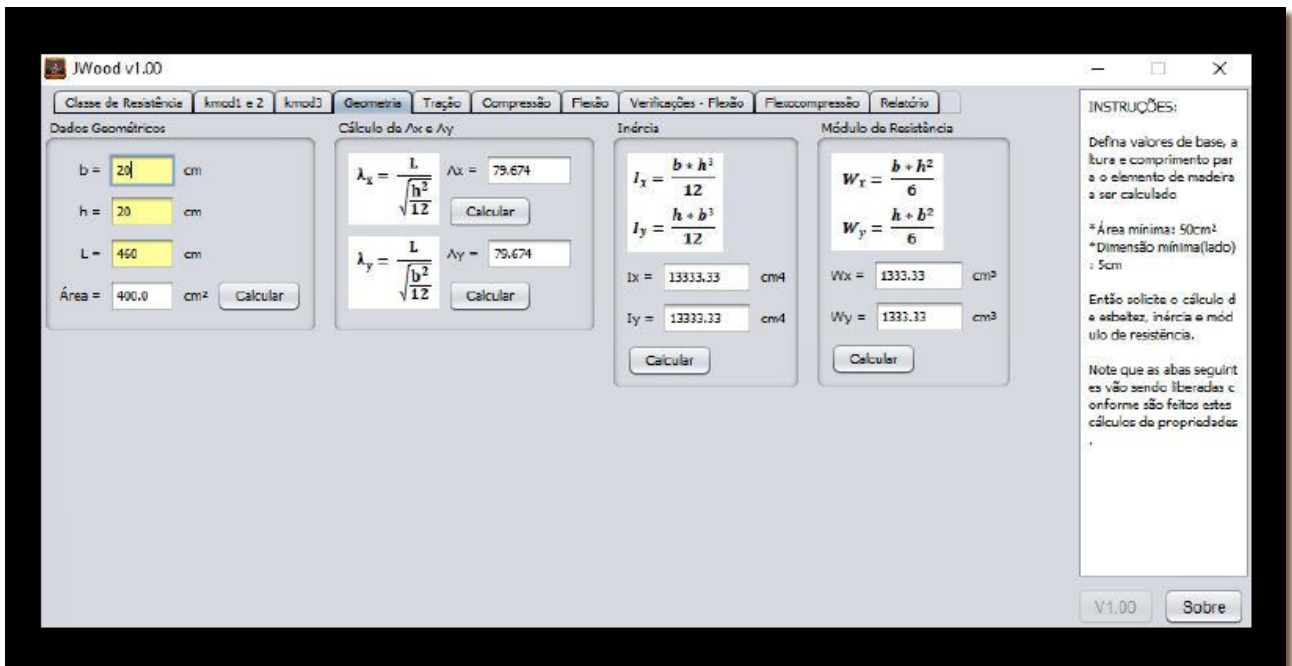


# MADEIRA



# MADEIRA

## Vigas secundárias



# MADEIRA

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km0d1 e 2 | km0d3 | Geometria | Tração | Compressão | **Flexão** | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatório

**Definição de  $F_{c0,d}$**

$$f_{c0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0k}}{\gamma_w}$$

$\gamma_w = 1.4$

km0d = 0.700

$F_{c0,k} = 2.0$  kN/cm<sup>2</sup>

$F_{c0,d} = 1.0000$  kN/cm<sup>2</sup>

**Cálculo de  $E_{0,05}$**

$$E_{0,05} = 0.7 \cdot E_{c0m}$$

$E_{c0,m} = 350.0$  kN/cm<sup>2</sup>

$E_{0,05} = 245.00$  kN/cm<sup>2</sup>

**Cálculo de  $A_{rel,x}$  e  $A_{rel,y}$**

$$\lambda_{rel,x} = \frac{\lambda_x}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c0k}}{E_{0,05}}}$$

$\lambda_{rel,x} = 2.291$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c0k}}{E_{0,05}}}$$

$\lambda_{rel,y} = 2.291$

**Cálculo de  $k_x$  e  $k_y$**

EC = 0.2

$$k_x = 0.5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,x} - 0.3) + (\lambda_{rel,x})^2]$$

$$k_y = 0.5 \cdot [1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0.3) + (\lambda_{rel,y})^2]$$

$k_x = 3.324$   $k_y = 3.324$

**Cálculo de  $k_{c,x}$  e  $k_{c,y}$**

$$k_{c,x} = \frac{1}{k_x + \sqrt{(k_x)^2 - (\lambda_{rel,x})^2}}$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{(k_y)^2 - (\lambda_{rel,y})^2}}$$

$k_{c,x} = 0.174$   $k_{c,y} = 0.174$

**Resistência à Compressão**

$$N_{c,d} = k_{c(x,y)} \cdot f_{c0,d} \cdot A$$

$N_{c,d} = 69.772$  kN

**INSTRUÇÕES:**

Calcule a resistência característica à compressão, então continue a série de cálculos para obter a resistência à compressão através dos botões Calcular.

Então, clique no botão Adicionar ao Relatório para registrar os cálculos realizados.

V1.00

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: km0d1 e 2 | km0d3 | Geometria | Tração | Compressão | **Flexão** | Verificações - Flexão | Flexocompressão | Relatório

**Cálculo de  $E_{c0,ef}$**

$$E_{c0,ef} = k_{mod} \cdot E_{c0m}$$

km0d = 0.700

$E_{c0,m} = 350.0$  kN/cm<sup>2</sup>

$E_{c0,ef} = 245.00$  kN/cm<sup>2</sup>

**Dados de Carregamento**

Fgk = 0.24 kN/m (permanente)

Fqk = 2.4 kN/m (acidental)

Fwk = 0 kN/m (vento)

inc = 0

**Fgk na inclinação**

$$g_x = F_{gk} \cdot \sin \alpha$$

$$g_y = F_{gk} \cdot \cos \alpha$$

$g_x = 0.000$  kN/m

$g_y = 0.240$  kN/m

**C1 Limite Último**

$$q_{x,d} = 1.4 \cdot g_x$$

$$q_{y,d} = 1.4 \cdot g_y + 0.75 \cdot 1.4 \cdot F_{wk}$$

$q_{x,d} = 0.00$  kN/m

$q_{y,d} = 0.34$  kN/m

**C2 Limite de Utilização**

$$q_x = g_x$$

$$q_y = g_y + 0.2 \cdot F_{wk}$$

$q_x = 0.00$  kN/m

$q_y = 0.24$  kN/m

$\psi = 0.2$

**Solicitações máximas**

$$M_{x,d} = \frac{q_{x,d} \cdot L^2}{8}$$

$M_{x,d} = 0.89$  kN.m

$$M_{y,d} = \frac{q_{y,d} \cdot L^2}{8}$$

$M_{y,d} = 0.00$  kN.m

$$V_{x,d} = \frac{q_{x,d} \cdot L}{2}$$

$V_{x,d} = 0.77$  kN

$$V_{y,d} = \frac{q_{y,d} \cdot L}{2}$$

$V_{y,d} = 0.00$  kN

**Tensões Finais**

$$\sigma_{x,d} = \frac{M_{x,d}}{W_x}$$

$$\sigma_{y,d} = \frac{M_{y,d}}{W_y}$$

$\sigma_{x,d} = 0.07$  kN/cm<sup>2</sup>

$\sigma_{y,d} = 0.00$  kN/cm<sup>2</sup>

**Deformações**

$$\delta_x = 5 \cdot \frac{L^4 + q_x}{384 \cdot E_{c0,ef} \cdot I_y}$$

$$\delta_y = 5 \cdot \frac{L^4 + q_y}{384 \cdot E_{c0,ef} \cdot I_x}$$

$\delta_x = 0.000$  cm

$\delta_y = 0.420$  cm

**INSTRUÇÕES:**

Calcule o valor do módulo de elasticidade efetivo.

Insira dados de carregamento distribuído nos campos de texto Fgk, Fqk e Fwk.

Se for uma peça inclinada, estipule também a inclinação em graus.

Com os carregamentos definidos, continue os cálculos através dos botões Calcular.

Ao fim do processo, clique no botão Verificações para habilitar a aba seguinte.

V1.00

# MADEIRA

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: kmod1 e 2, kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | **Verificações - Flexão** | Flexocompressão | Relatório

**Flambagem Lateral**

$$f_{c0d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c0R}}{\gamma_M}$$

$$\beta_m = \frac{1}{\frac{\pi}{4} \sqrt{\frac{h^3}{b} + 4} + \sqrt{\frac{h}{b - 0.63} + 1.4}}$$

kmod = 0.700 |  $\beta_m = 5.98$

$F_{0d,k} = 2.0$  kN/cm<sup>2</sup> |  $F_{0d,d} = 1.0000$  kN/cm<sup>2</sup>

$\gamma_{M1} = 1.4$  |  $\frac{L}{b} \leq \frac{E}{\beta_m} \cdot f_{c0d}$  | 23.00 <= 40.97

**PASSOU!**

**Segurança à Flexão Obliqua**

$$\frac{\sigma_{xd}}{f_{c0d}} + 0.5 \cdot \frac{\sigma_{yd}}{f_{c0d}} < 1$$

0.07 < 1 | **Verificar**

**PASSOU!**

**Tensões Cisalhantes**

$$\frac{3}{2} + \frac{\sqrt{V_{xd}^2 + V_{yd}^2}}{A} \leq 0.15 \cdot f_{c0d}$$

0.00 <= 0.15 | **Verificar**

**PASSOU!**

**Flora Limite**

$\Delta x = 0.000$  cm |  $\Delta y = 0.428$  cm

$\sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} = 0.428$  cm

$\sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} \leq \frac{L}{300}$  | 0.43 < 1.53

**PASSOU!**

**INSTRUÇÕES:**

Utilize os botões Verificar para determinar se o elemento dimensionado suporta o carregamento estipulado.

Caso sejam necessárias alterações, clique nos botões de redefinição.

Então, clique no botão Adicionar ao Relatório para registrar os cálculos realizados.

V1.00 | Sobre

## Pilares

**JWood v1.00**

Classe de Resistência: kmod1 e 2, kmod3 | Geometria | Tração | Compressão | Flexão | **Verificações - Flexão** | Flexocompressão | Relatório

**Dados Geométricos**

b = 20 cm | h = 20 cm | L = 665 cm | Área = 400.0 cm<sup>2</sup> | **Calcular**

**Cálculo de Ix e Iy**

$$\lambda_x = \frac{L}{\sqrt{\frac{h^2}{12}}} | \lambda_x = 115.181$$

$$\lambda_y = \frac{L}{\sqrt{\frac{b^2}{12}}} | \lambda_y = 115.181$$

**Inércia**

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} | I_x = 13333.33 \text{ cm}^4$$

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12} | I_y = 13333.33 \text{ cm}^4$$

**Módulo de Resistência**

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} | W_x = 1333.33 \text{ cm}^3$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^2}{6} | W_y = 1333.33 \text{ cm}^3$$

**INSTRUÇÕES:**

Defina valores de base, altura e comprimento para o elemento de madeira a ser calculado.

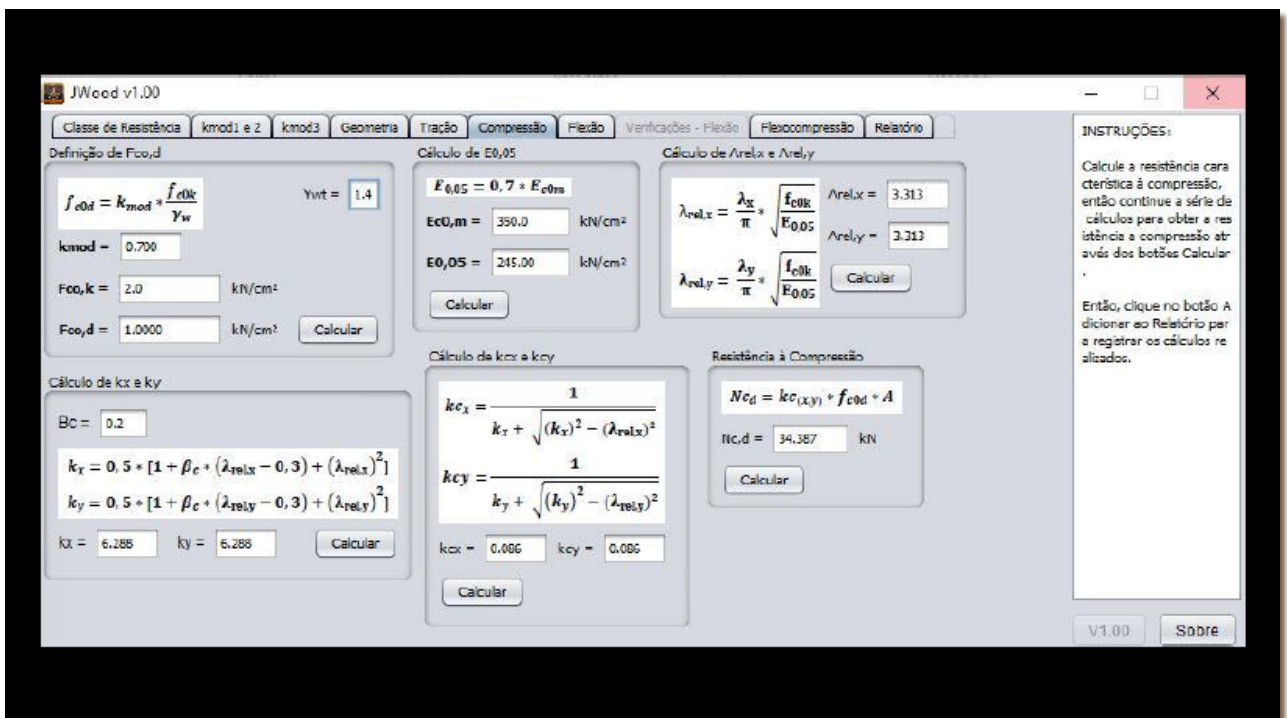
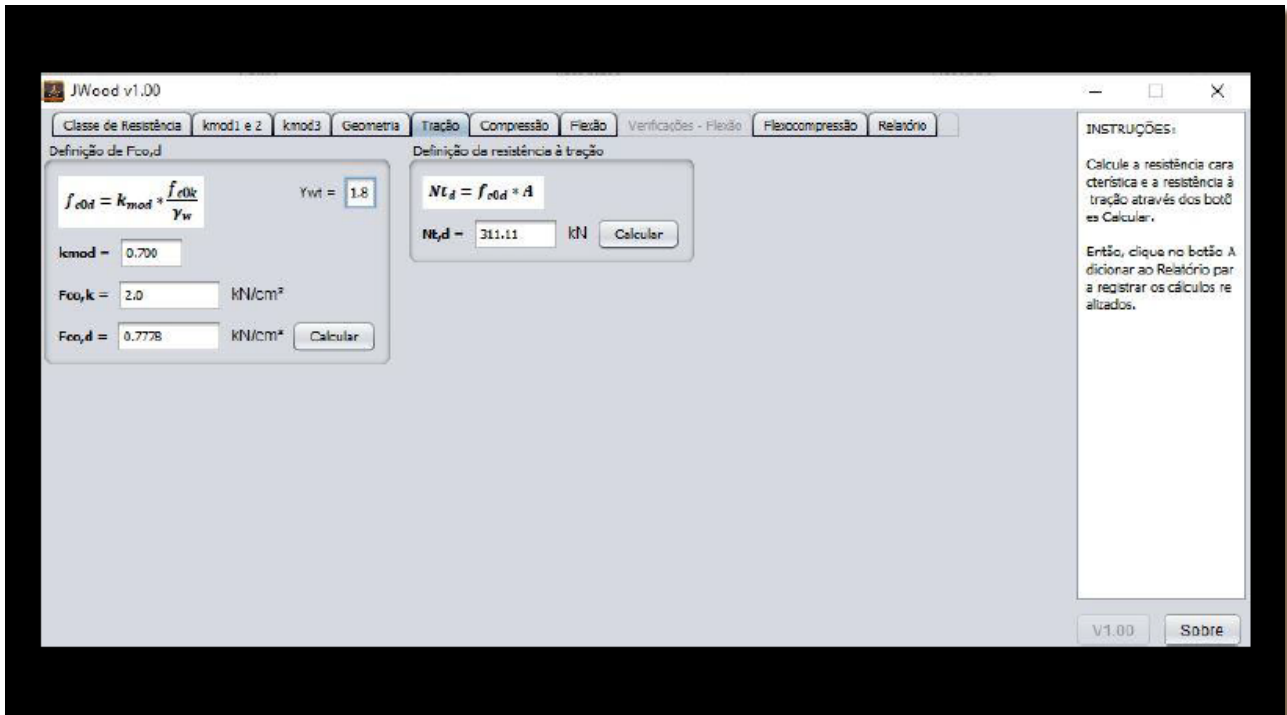
\* Área mínima: 50cm<sup>2</sup>  
\* Dimensão mínima (lado): 5cm

Então solicite o cálculo de inércia e módulo de resistência.

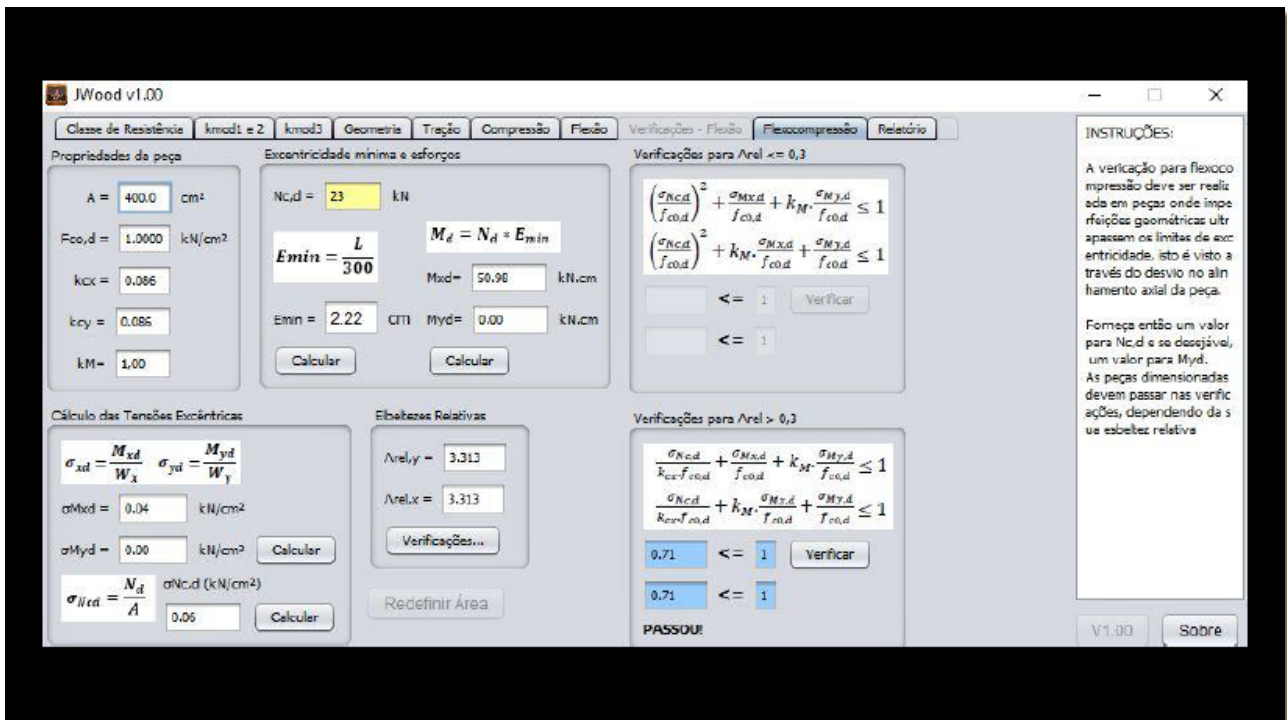
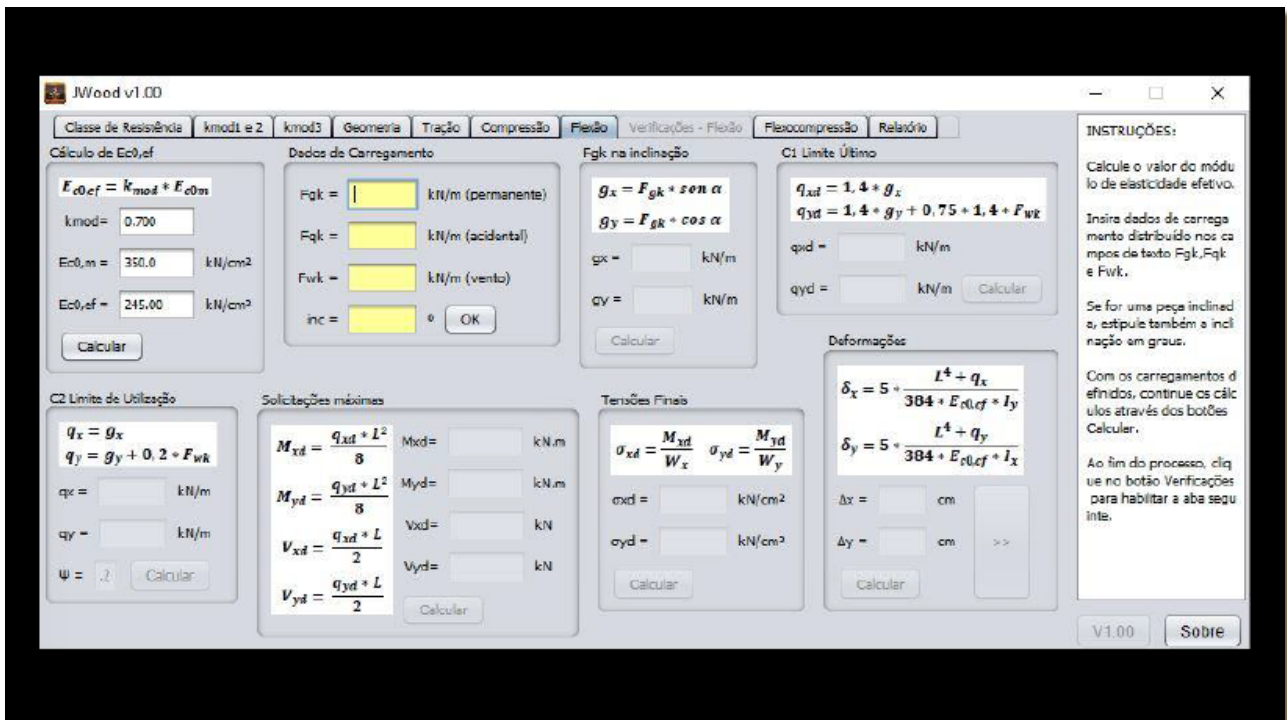
Note que as abas seguintes vão sendo liberadas conforme são feitos estes cálculos de propriedades.

V1.00 | Sobre

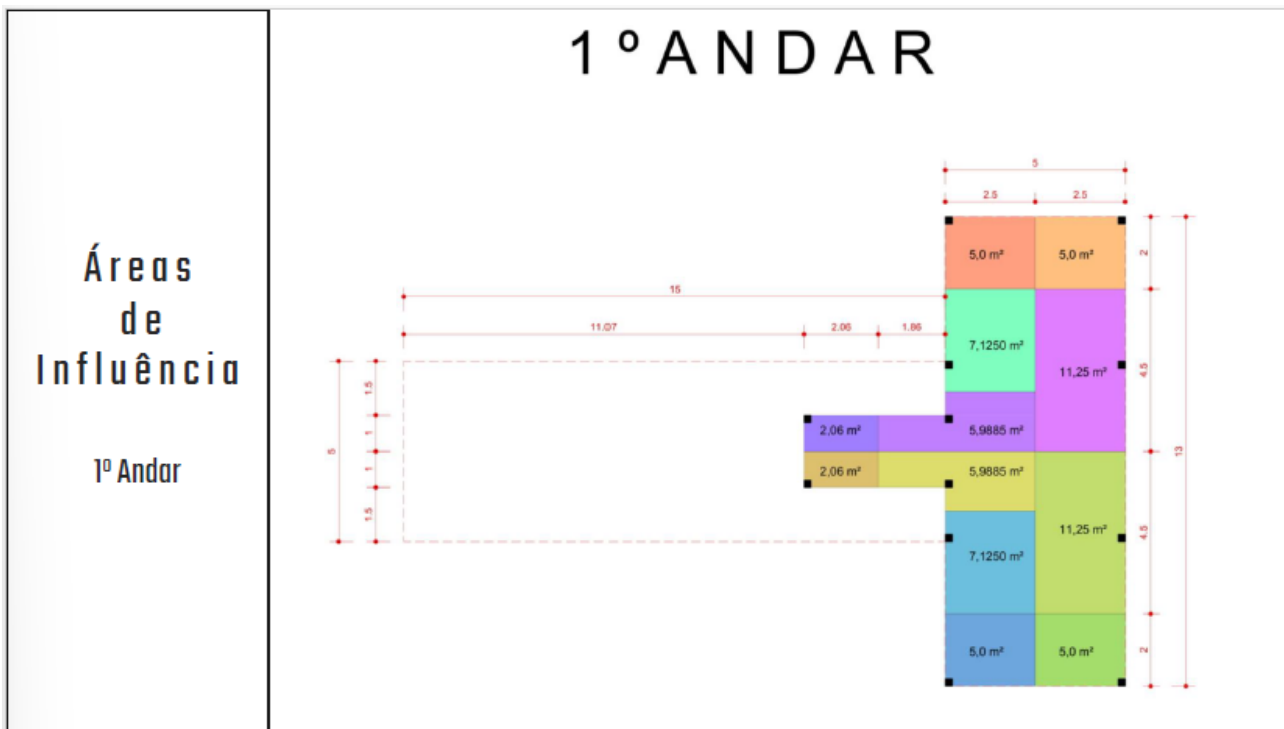
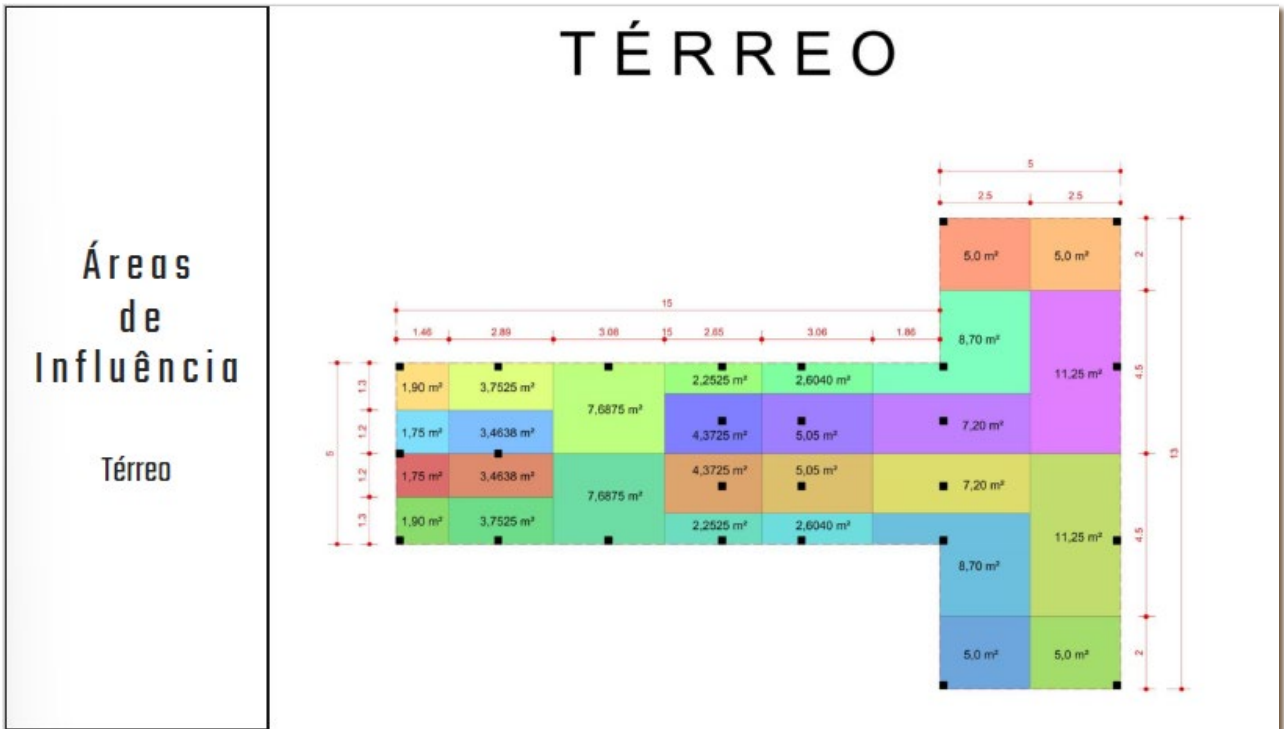
# MADEIRA



# MADEIRA

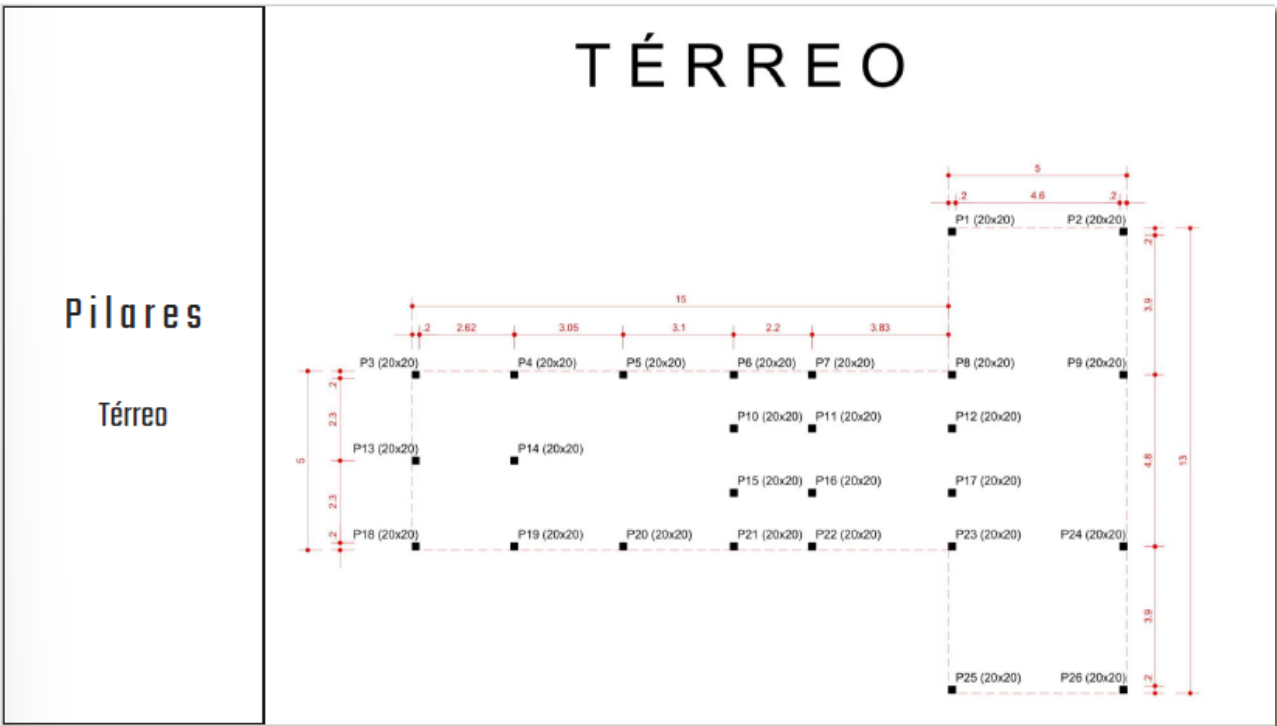
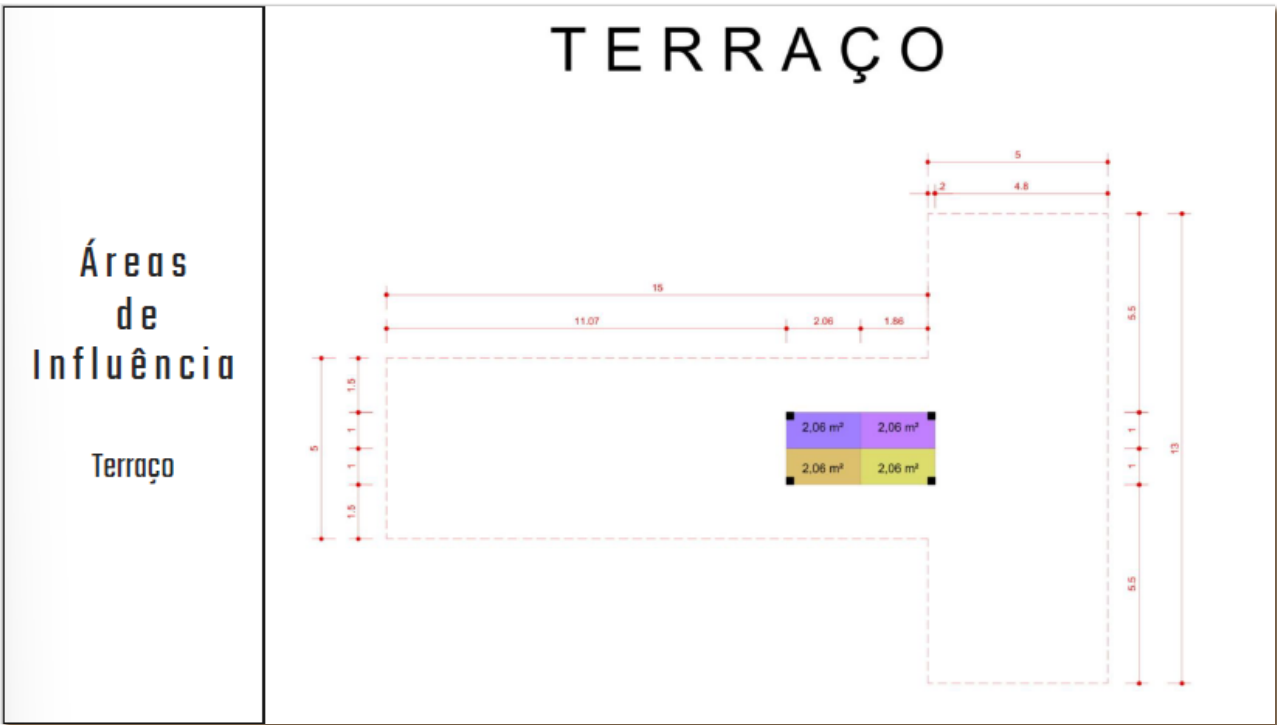


# MADEIRA

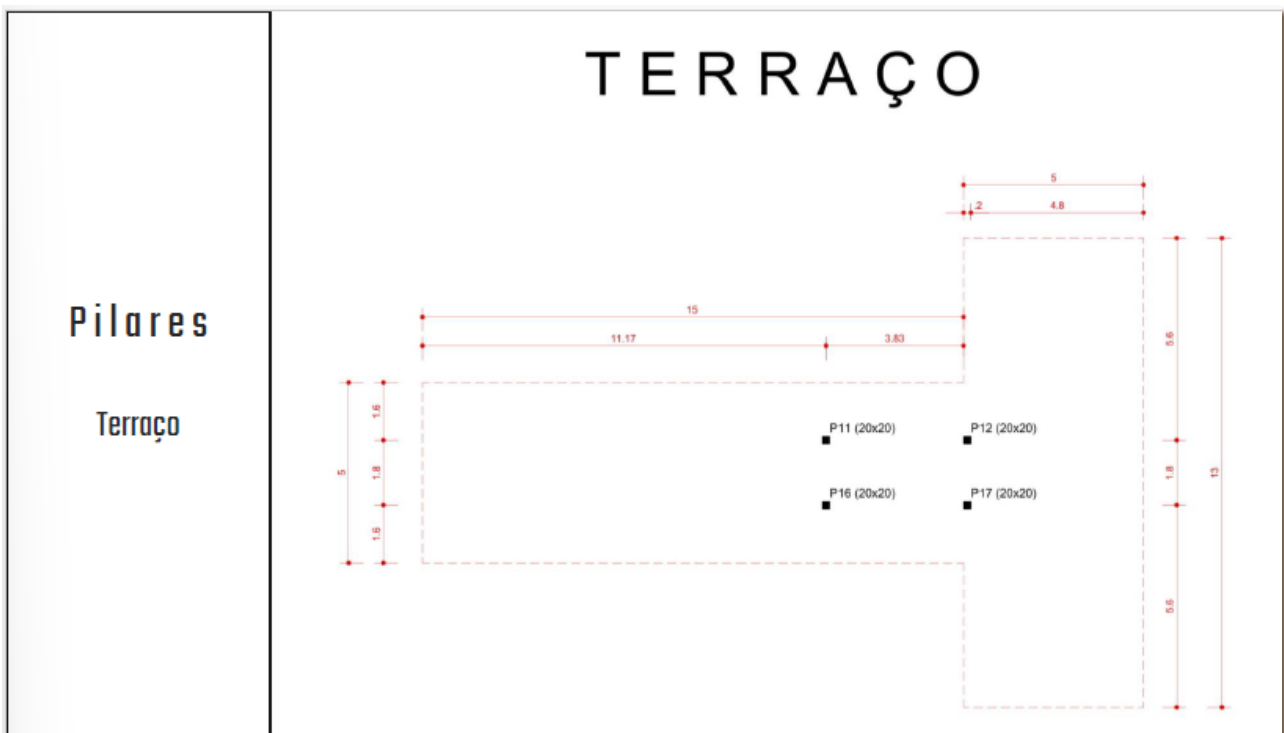
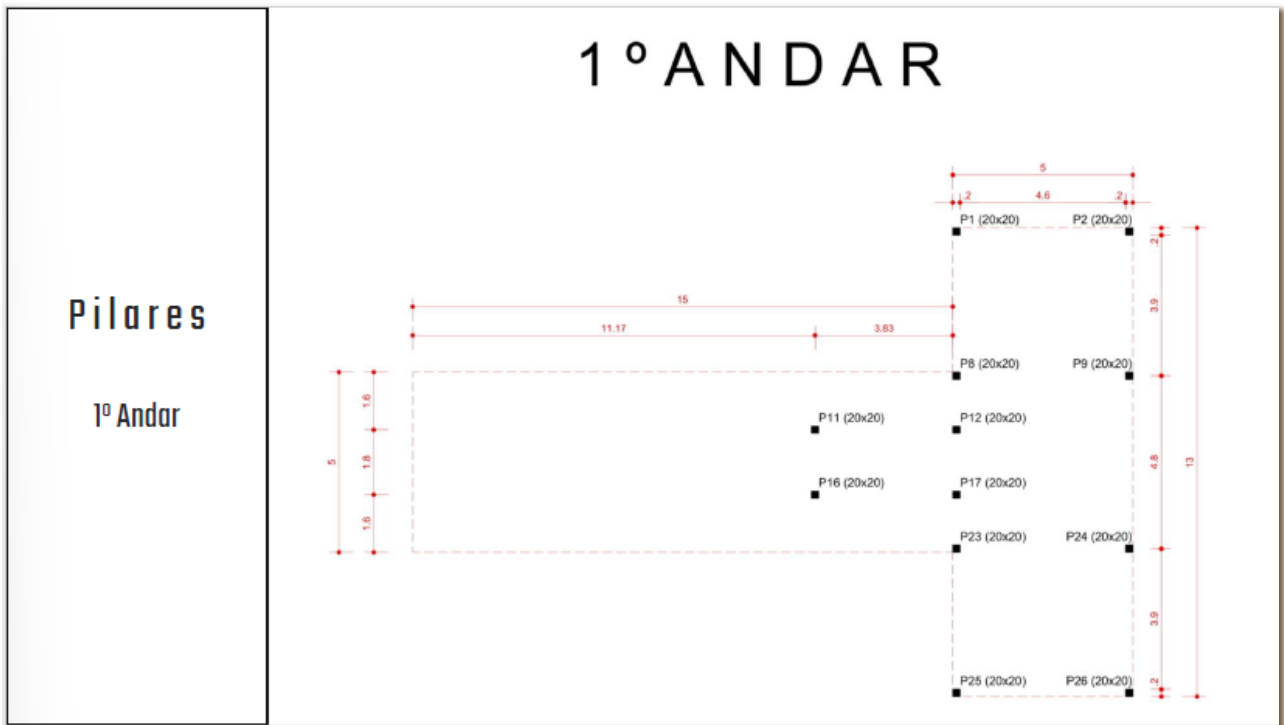




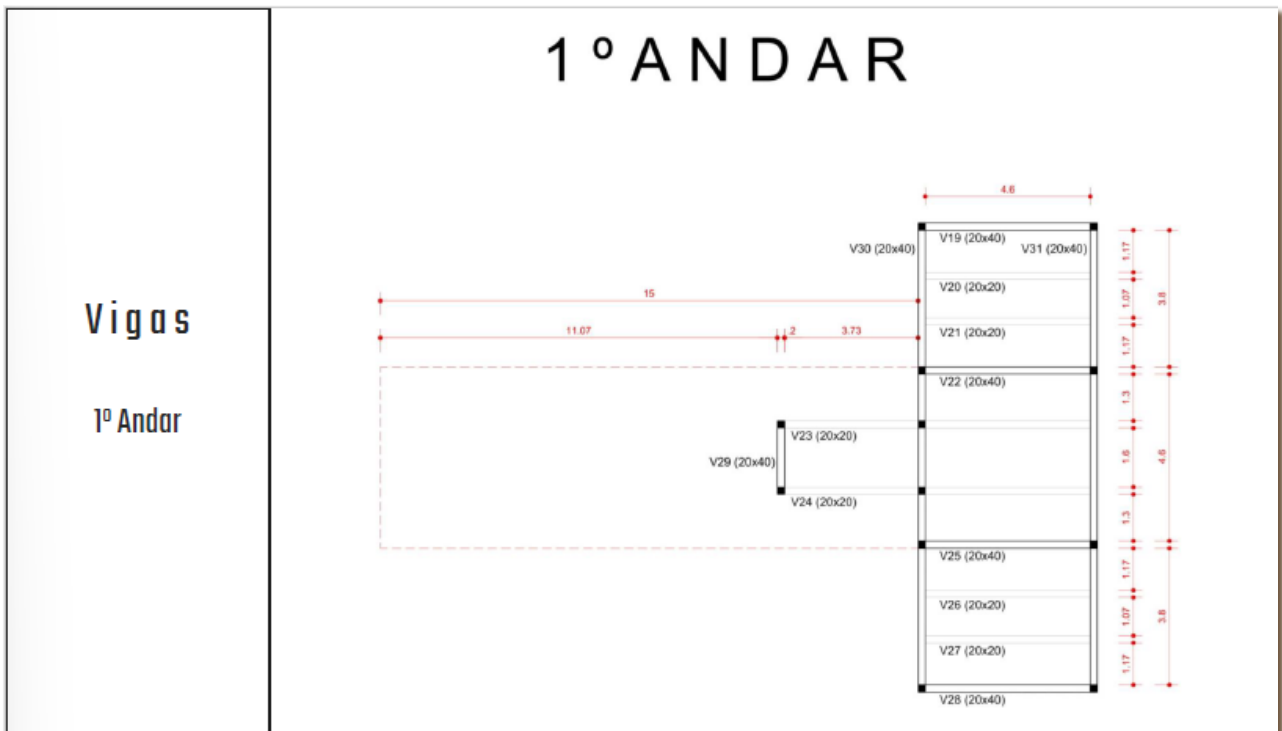
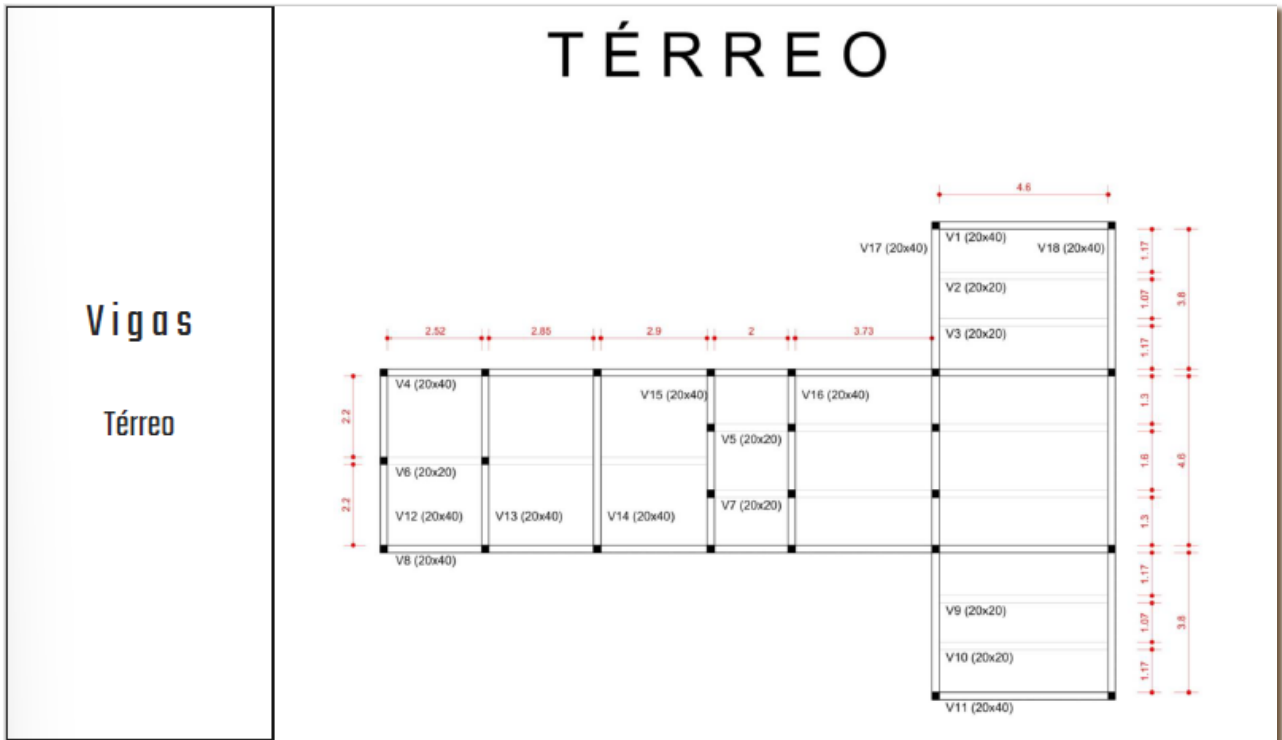
# MADEIRA



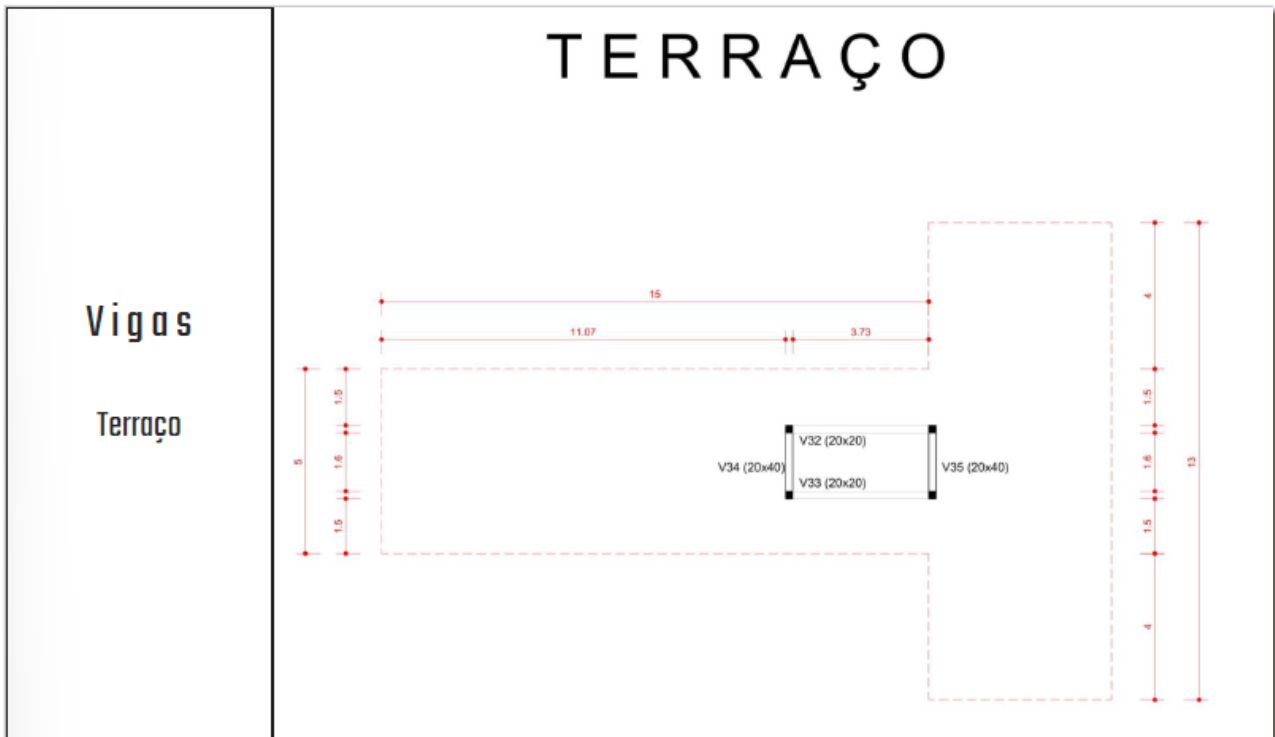
MADEIRA



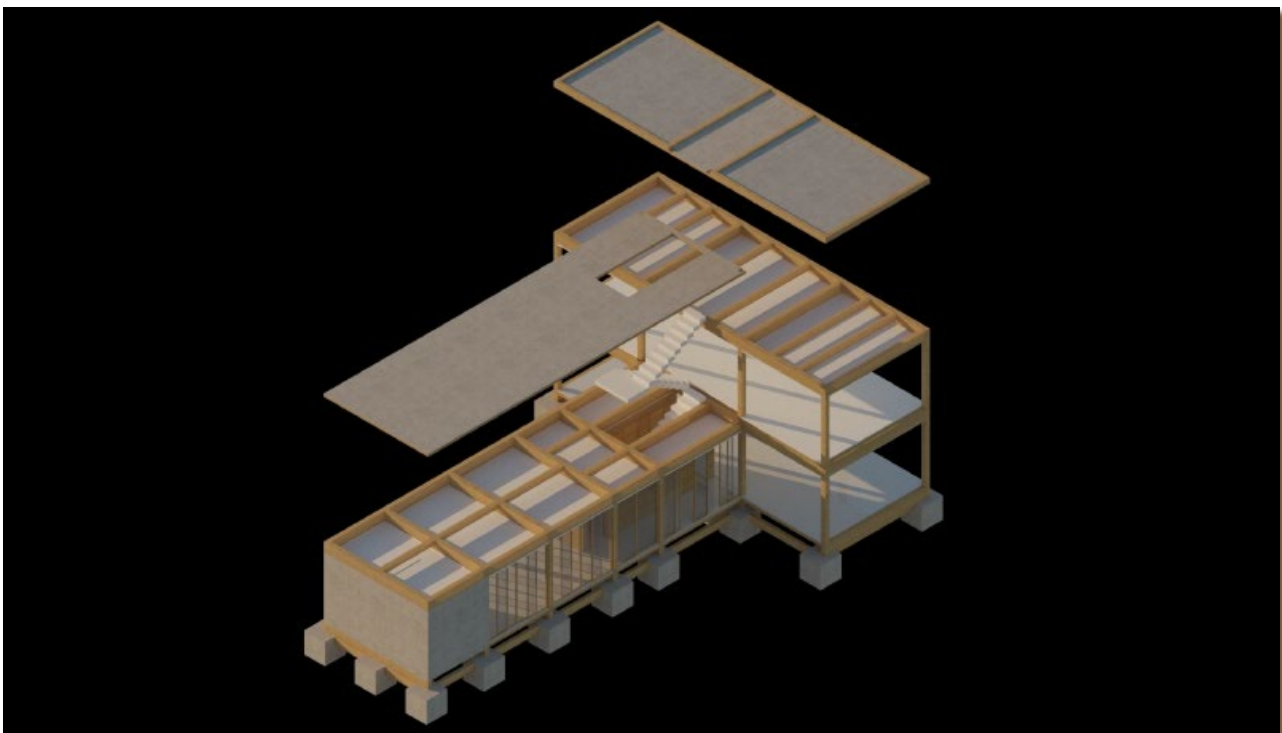
MADEIRA



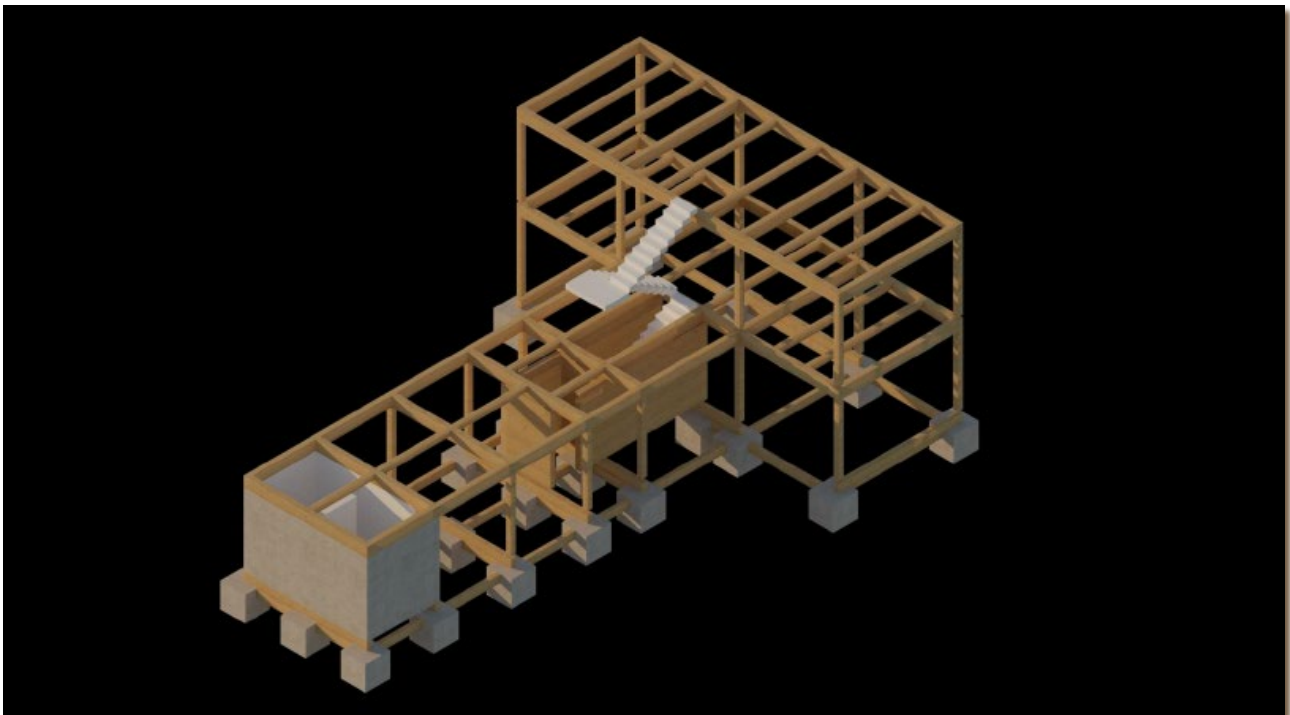
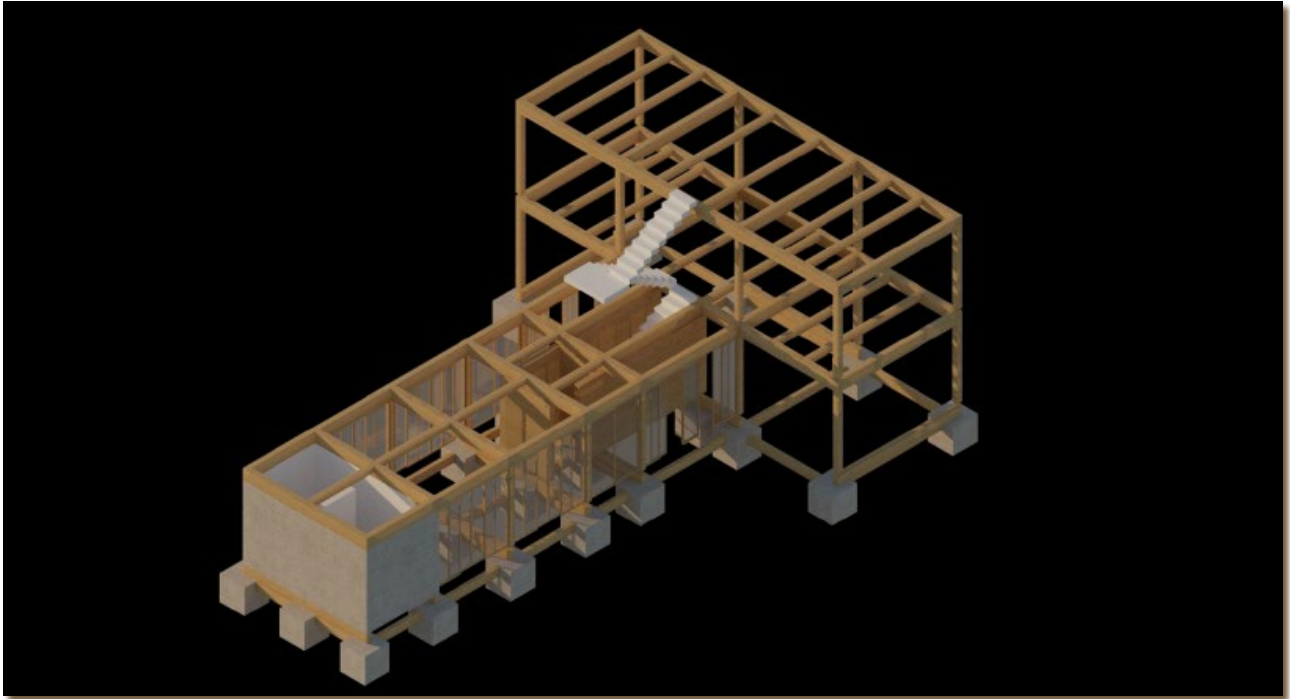
# MADEIRA



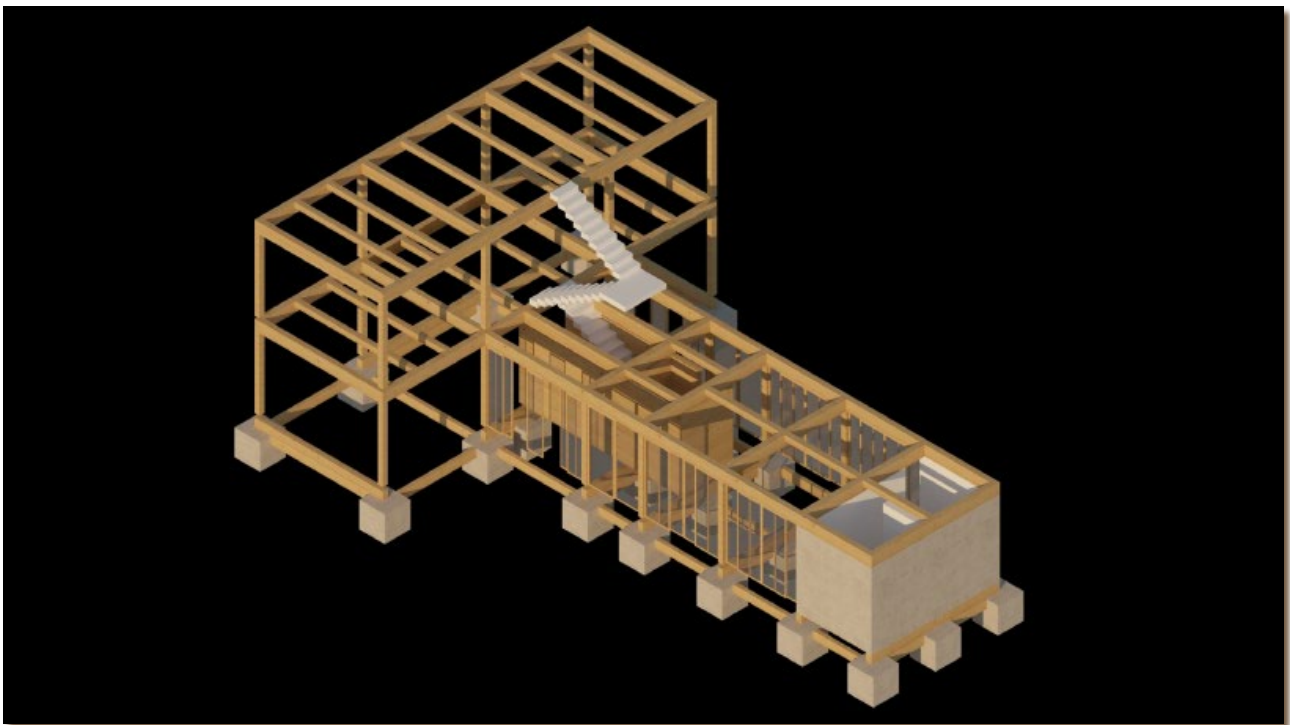
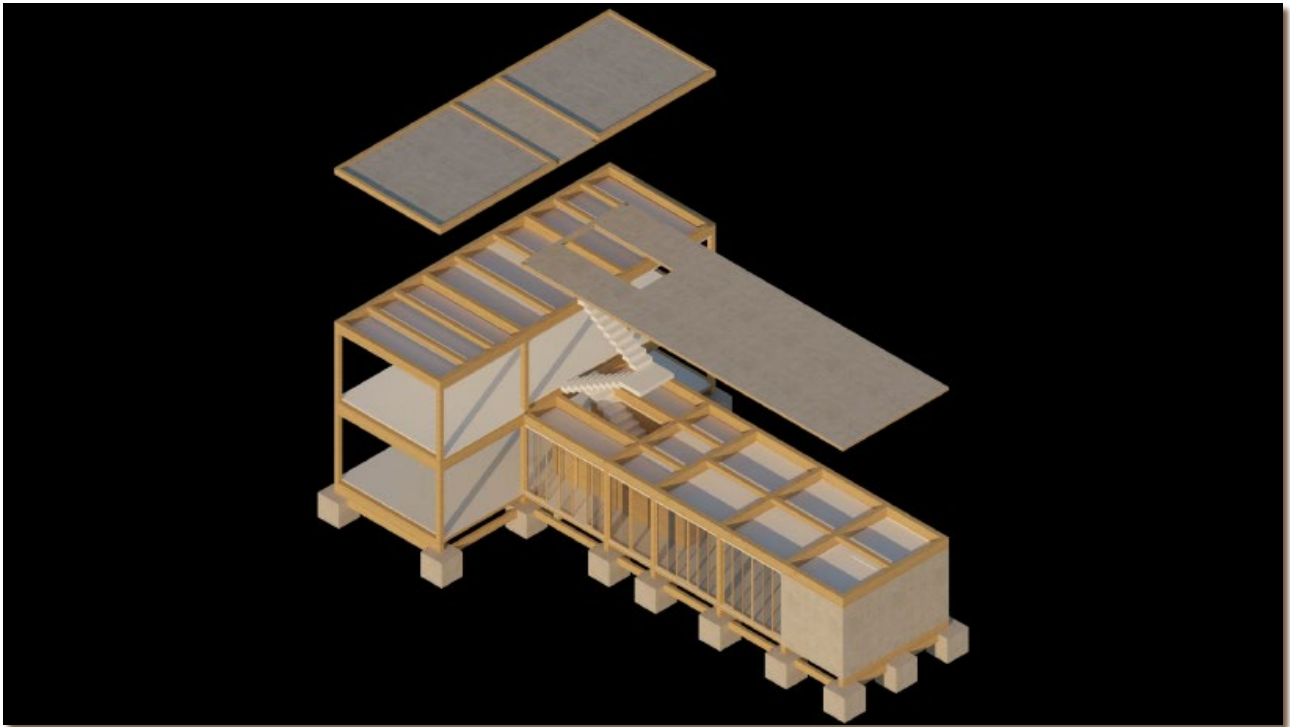
## Renders



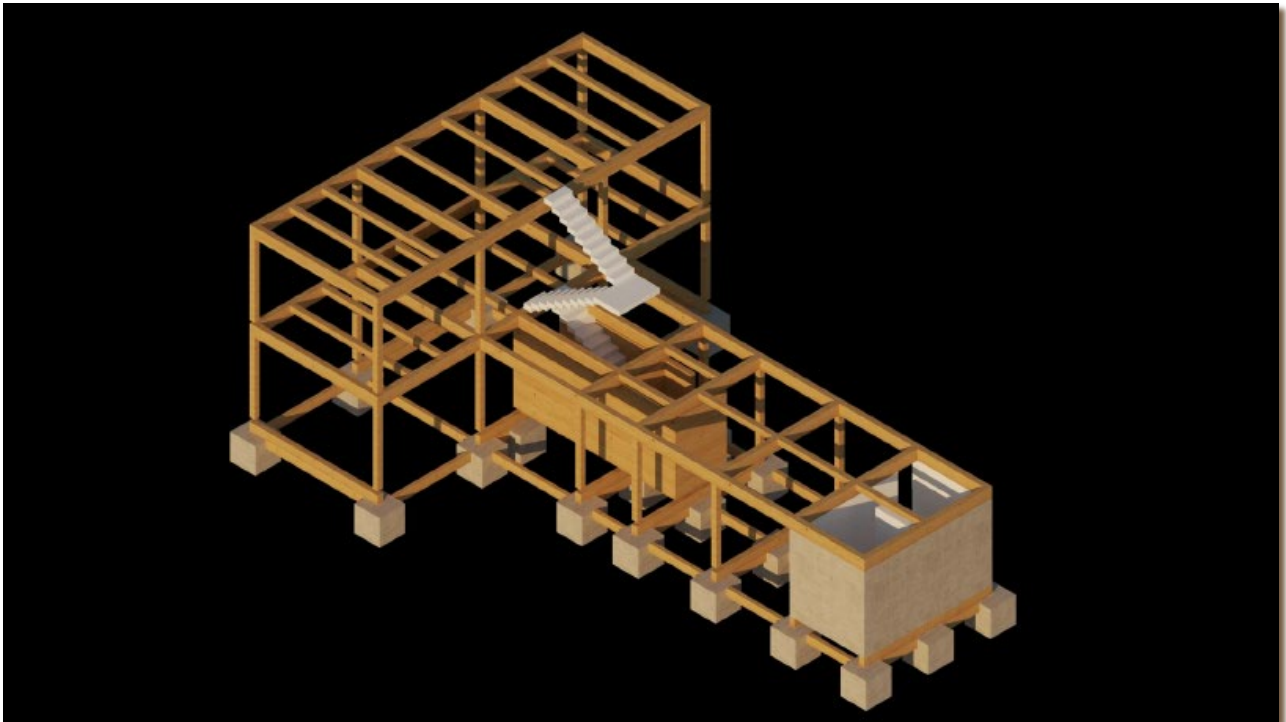
# MADEIRA



# MADEIRA



# MADEIRA



## MADEIRA

## Micasa Vol.C | Studio MK27

Márcio Tanaka - Márcio Kogan

Antônio José Rodrigues Passarelli

15



## O Projeto

A Micasa Vol.C é um espaço único que completa o programa da loja de móveis existente em São Paulo, projetado pelo **studiomk27**.

O programa flexível demanda um espaço que permita diversos usos: loja, espaço expositivo e residência temporária de artistas convidados, com um trailer que pode ser instalado em seu interior.

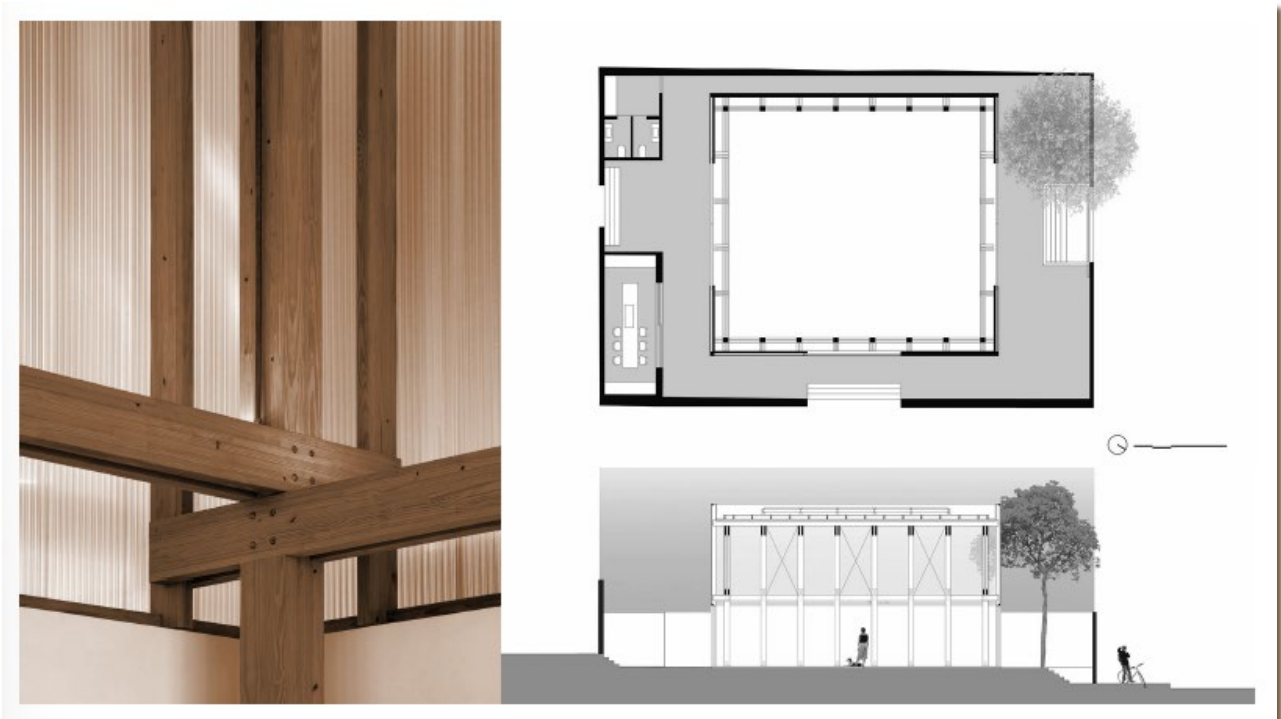
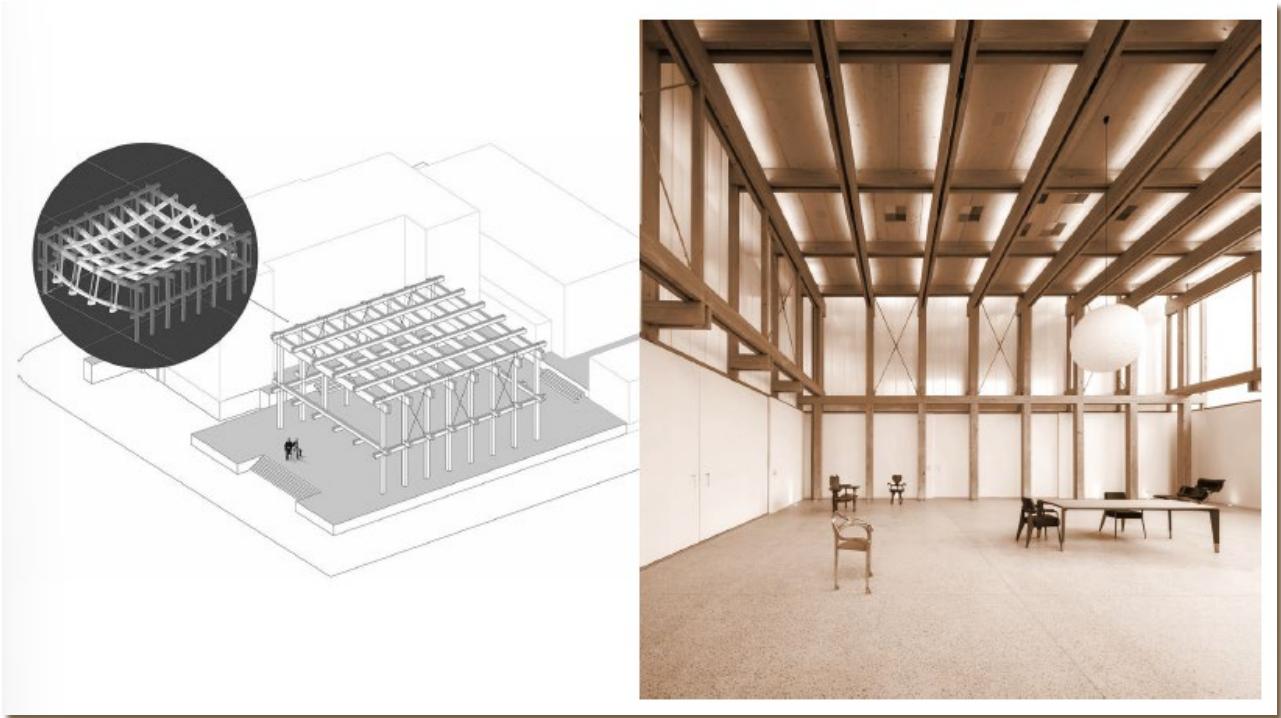
O resultado é uma planta quadrada de 15m por 15m e pé direito de 7,5 m.



<sup>15</sup> Imagens disponíveis em: <https://www.archdaily.com/894663/micasa-vo-studio-mk27>. Acessado em 15 mar. 2024.



# MADEIRA

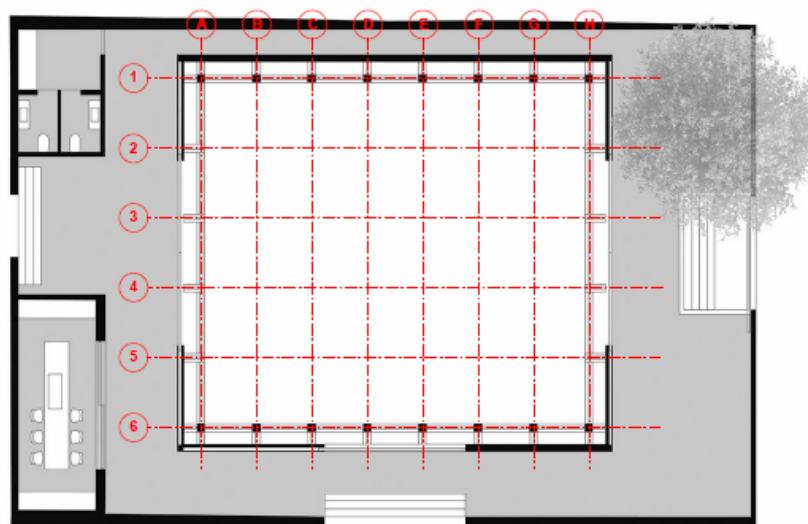


# MADEIRA

## Materialidade

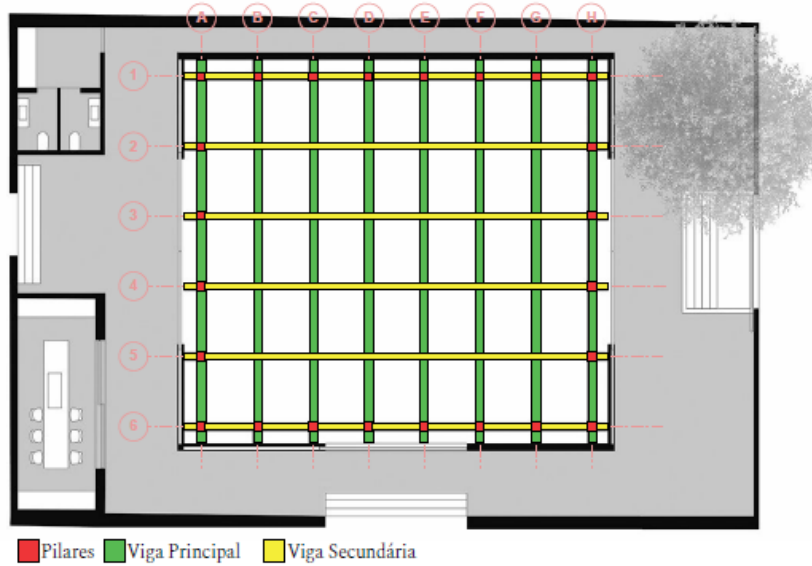


## Lançamento Estrutural

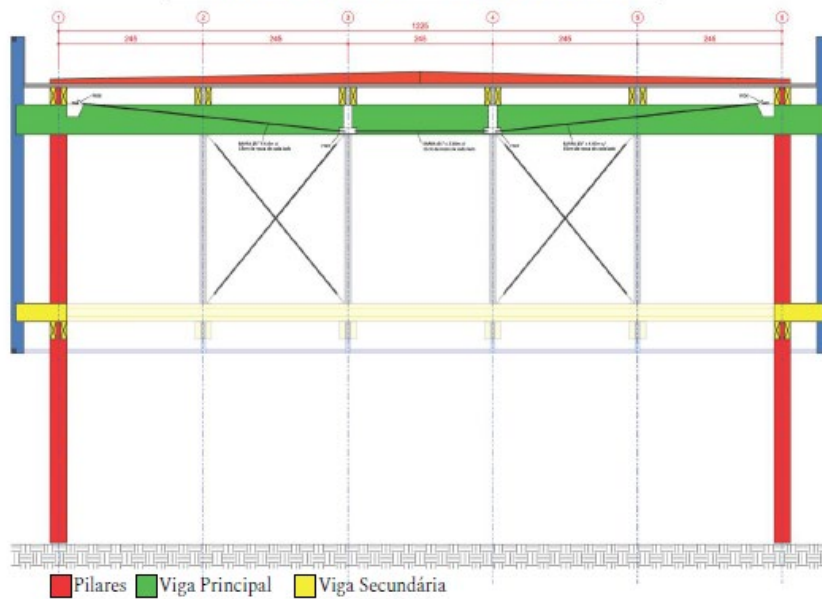


# MADEIRA

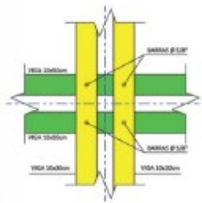
## Lançamento Estrutural



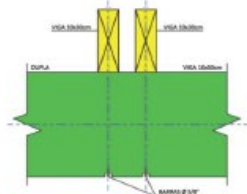
## Lançamento Estrutural



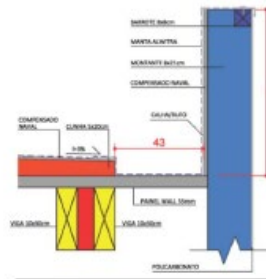
# MADEIRA



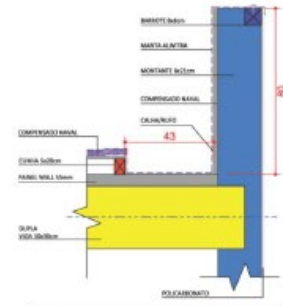
18 DET. TÍPICO FIXAÇÃO VIGAS DE COBERTURA - VISTA SUPERIOR  
ESCALA 1/10



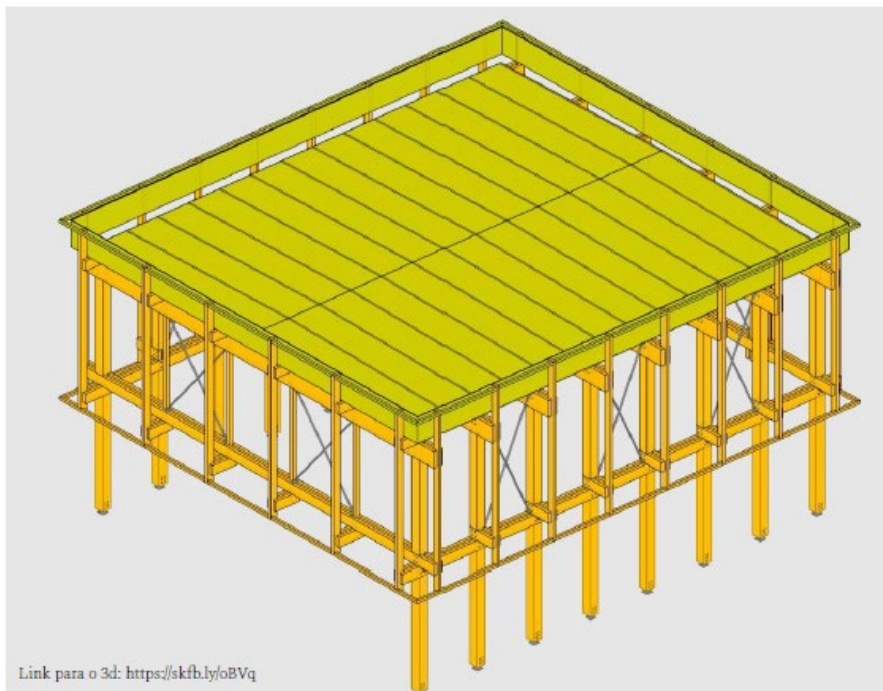
18 DET. TÍPICO FIXAÇÃO VIGAS DE COBERTURA - VISTA FRONTAL  
ESCALA 1/10



19 DET. TÍPICO COBERTURA C/ CALHA  
ESCALA 1/10



20 DET. TÍPICO COBERTURA S/ CALHA  
ESCALA 1/10



Link para o 3d: <https://skfb.ly/oBVq>

## MADEIRA

# Micasa Vol.C

Projeto Final  
Etapa 2

## Cálculos



Painel Wall 55mm

### Viga Secundária

- Cargas Permanentes:

Peso próprio:  $0,40 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$  (Dimensões escolhidas)  $\times 400 \text{ kgf/m}^2$  (densidade da madeira escolhida) =  $40 \text{ kgf/m}$   
→  $0,40 \text{ kN/m}$ .

Carga Cobertura (Painel Wall 55mm):  $(37,50 \text{ kgf/m}^2 \times 21,45 \text{ m}^2 \text{Área de influ. da viga}) \div 0,40 \text{ m} = 2.011 \text{ kgf/m}$   
→  $20,11 \text{ kN/m}$ .

Carga Acidental:  $(100 \text{ kgf/m}^2 \times 21,45 \text{ m}^2 \text{Área de influ. da viga}) \div 0,40 \text{ m}$  (comp. da viga) =  $5.362,5 \text{ kgf/m}$   
→  $43,63 \text{ kN/m}$ .

SOMA:  $64 \text{ kN/m}$

### Viga Primária

- Carga Permanente:

Peso próprio:  $0,40 \text{ m} \times 0,50 \text{ m}$  (Dimensões escolhidas)  $\times 400 \text{ kgf/m}^3$  (densidade da madeira escolhida) =  $40 \text{ kgf/m}$   
→  $0,40 \text{ kN/m}$ .

### Pilares

Dimensões escolhidas:  $A \times b \rightarrow 30\text{cm} \times 30\text{cm} = 900 \text{ cm}^2$

Altura →  $6,5 \text{ cm}$

Peso próprio:  $0,30 \text{ m} \times 0,30 \text{ m}$  (Dimensões escolhidas)  $\times 400 \text{ kgf/m}^2$  (densidade da madeira escolhida) =  $36 \text{ kgf/m}$   
→  $0,36 \text{ kN/m}$ .

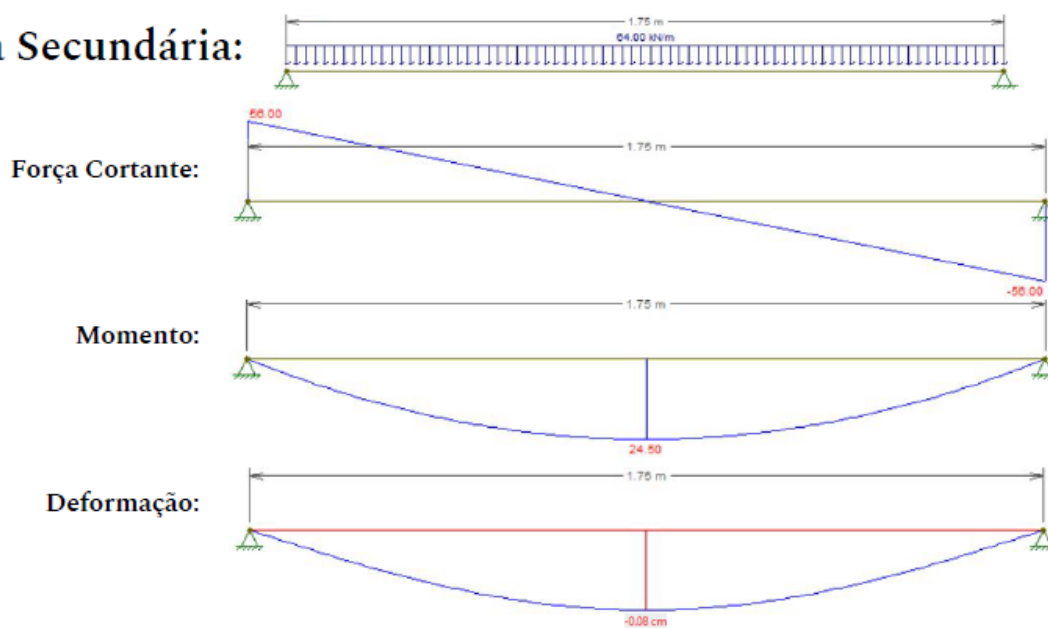
Pilar Escolhido para realizar os cálculos → P5, por apresentar a maior área de influência do projeto.

Área de influência do Pilar P5 →  $10,725 \text{ m}^2$

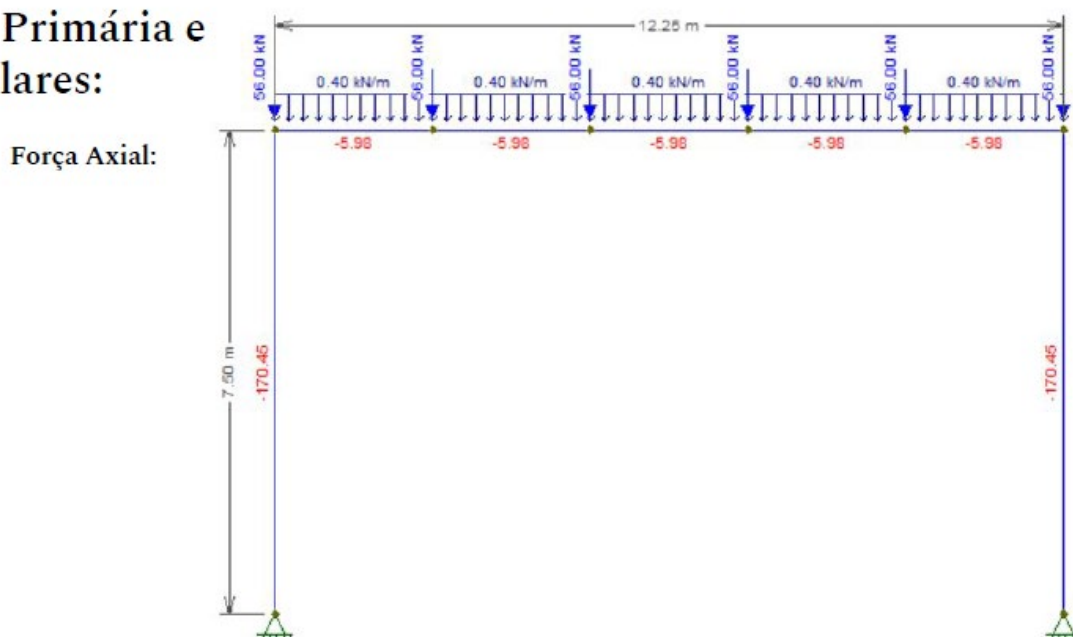
# MADEIRA

## Ftool

### 1. Viga Secundária:



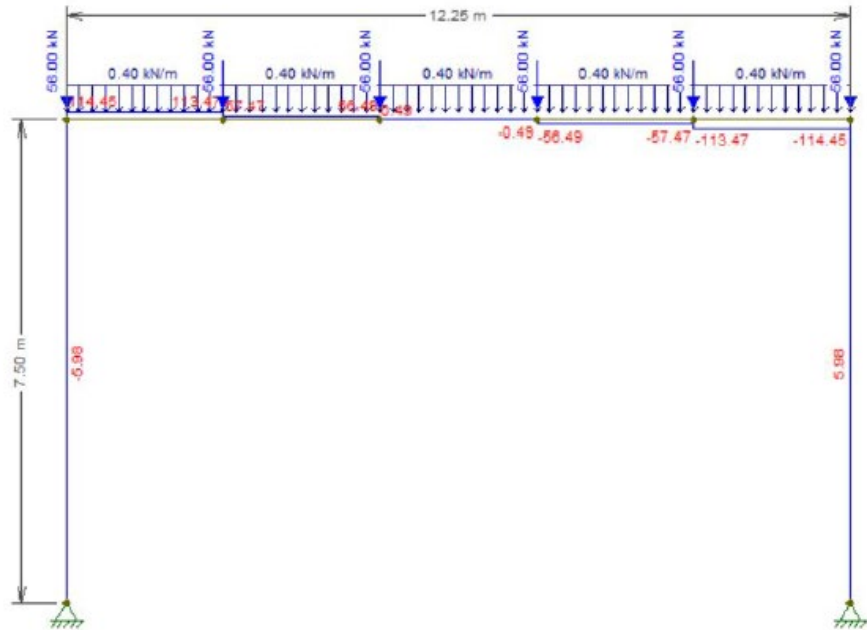
### 2. Viga Primária e Pilares:



# MADEIRA

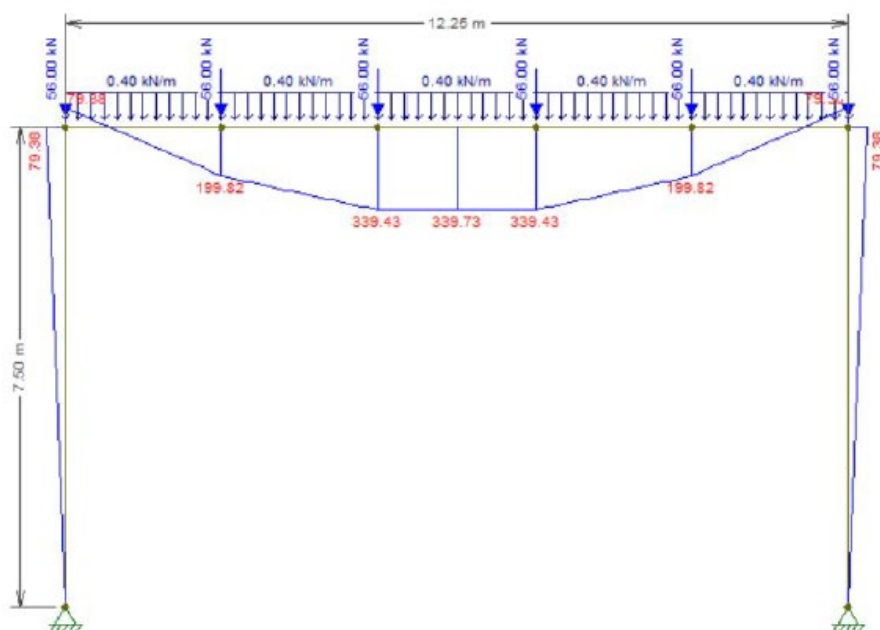
Viga Primária:

Força Cortante:



Viga Primária:

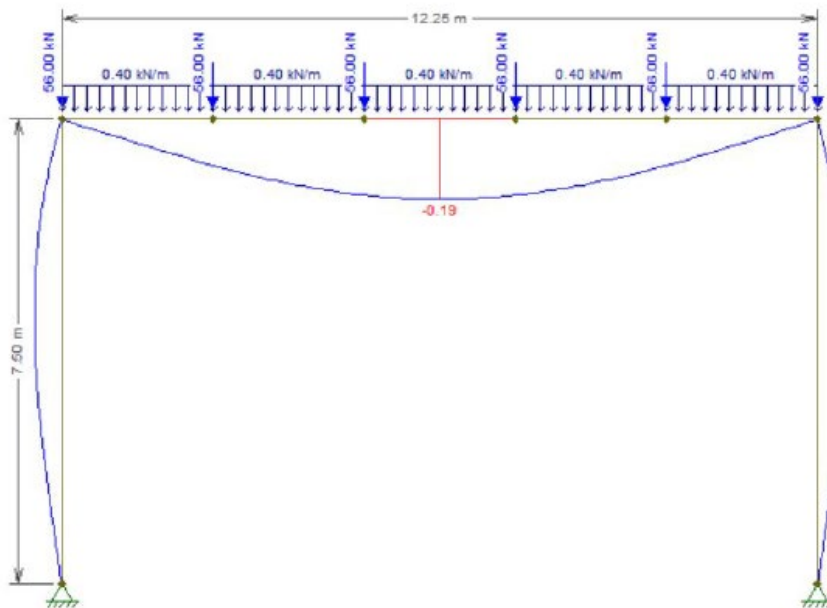
Momento:



# MADEIRA

Viga Primária:

Deformação:



# JWood

## 1. Viga Secundária:

Software interface for wood structural analysis (JWood). The interface is divided into several panels:

- Classificação:** Selection of wood class (C20, C25, C30) and type (E, F).
- Propriedades:** Material properties table including  $E_{0,05}$ ,  $f_{0,05}$ ,  $R_{0,05}$ , and  $\rho_{0,05}$ .
- Geometria:** Input of beam dimensions (width  $b$ , height  $h$ , length  $L$ , and area  $A_{res}$ ).
- Verificação - Fluido:** Input of fluid properties (density  $\rho_{fluido}$ , viscosity  $\mu$ , and dynamic viscosity  $\nu$ ).
- Definição de  $f_{c,d}$ :** Calculation of design compressive strength based on wood class and fluid properties.
- Definição de resistência à tração:** Input of design tensile strength  $N_{t,d}$  and calculation of design tensile stress  $\sigma_{t,d}$ .

Key equations shown in the interface include:

$$f_{c,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0k}}{\gamma_w}$$

$$N_{t,d} = f_{c,d} \cdot A$$

$$\sigma_{t,d} = \frac{N_{t,d}}{A}$$





# MADEIRA

## Viga Primária:

Classificação: Amold. a 2 Amold. Geometria Tração Compressão Flexão Verificação - Flexão Flacocompresso Resistência

Definição da Focú:  $f_{des} = k_{mod} \cdot \frac{f_{0,05}}{\gamma_M}$

Cálculo de Eixos:  $E_{0,05} = 14700 \text{ N/cm}^2$ ,  $E_{0,95} = 22100 \text{ N/cm}^2$

Cálculo de kx e ky:  $k_x = \frac{1}{\sqrt{(k_{x1})^2 + (k_{x2})^2}}$ ,  $k_y = \frac{1}{\sqrt{(k_{y1})^2 + (k_{y2})^2}}$

Dados de Carregamento:  $q_{gk} = 12 \text{ kN/m}$  (permanente),  $q_{sk} = 10 \text{ kN/m}$  (acidental),  $q_{tk} = 0 \text{ kN/m}$  (ventos),  $s_k = 0$

Sfz na inclinação:  $\phi_{1,2} = 1.4 + \phi_1 + \phi_2$ ,  $\phi_{1,2} = 1.4 + \phi_1 + \phi_2 + 0.75 + 1.4 \cdot F_{k1} + F_{k2}$

C/Limites de Utilização:  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4 = 0.2 \cdot F_{k1} + F_{k2}$

Subfretes mínimos:  $M_{Ed} = \frac{q_{gk} \cdot L^2}{8}$ ,  $M_{Ed} = \frac{q_{sk} \cdot L^2}{8}$ ,  $M_{Ed} = \frac{q_{tk} \cdot L^2}{8}$

Tensões máx.:  $\sigma_{1,2} = \frac{M_{Ed}}{W_{y1,2}}$ ,  $\sigma_{1,2} = \frac{M_{Ed}}{W_{x1,2}}$

Classificação: Amold. a 2 Amold. Geometria Tração Compressão Flexão Verificação - Flexão Flacocompresso Resistência

Rançagem Lateral:  $F_{cr} = k_{mod} \cdot \frac{f_{cr}}{\gamma_M}$ ,  $\beta_m = \frac{1}{1 + \frac{q_{sk}}{q_{gk}} + \frac{q_{tk}}{q_{gk}}}$

Segurança à Flexão:  $\frac{\sigma_{1,2}}{f_{des}} + 0.5 \cdot \frac{\sigma_{3,4}}{f_{des}} < 1$

Força Límite:  $\Delta x = 0.000 \text{ cm}$ ,  $\Delta y = 0.162 \text{ cm}$ ,  $\Delta z = 0.162 \text{ cm}$

Verificação de Tensões Cisalhantes:  $\frac{3}{2} \cdot \frac{V_{Ed}}{A} \cdot \sqrt{v_{1,2}^2 + v_{3,4}^2} \leq 0.15 \cdot f_{des}$

## 3. Pilares:

Classificação: Amold. a 2 Amold. Geometria Tração Compressão Flexão Verificação - Flexão Flacocompresso Resistência

Dados Geométricos:  $b = 20 \text{ cm}$ ,  $h = 30 \text{ cm}$ ,  $L = 7.0 \text{ cm}$ ,  $A_{rea} = 900.0 \text{ cm}^2$

Cálculo de Eixos e Inércia:  $I_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$ ,  $I_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$ ,  $W_{x1,2} = \frac{b \cdot h^2}{6}$ ,  $W_{y1,2} = \frac{h \cdot b^2}{6}$

Módulo de Resistência:  $W_{x1,2} = \frac{b \cdot h^2}{6}$ ,  $W_{y1,2} = \frac{h \cdot b^2}{6}$

Definição de Focú:  $f_{des} = k_{mod} \cdot \frac{f_{0,05}}{\gamma_M}$

Definição de variáveis e traço:  $M_{Ed} = F_{k1} \cdot A$

Dados de Carregamento:  $q_{gk} = 1.0 \text{ kN/m}$ ,  $q_{sk} = 1.0 \text{ kN/m}$ ,  $q_{tk} = 0 \text{ kN/m}$

Sfz na inclinação:  $\phi_{1,2} = 1.4 + \phi_1 + \phi_2$ ,  $\phi_{1,2} = 1.4 + \phi_1 + \phi_2 + 0.75 + 1.4 \cdot F_{k1} + F_{k2}$

C/Limites de Utilização:  $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_4 = 0.2 \cdot F_{k1} + F_{k2}$

Subfretes mínimos:  $M_{Ed} = \frac{q_{gk} \cdot L^2}{8}$ ,  $M_{Ed} = \frac{q_{sk} \cdot L^2}{8}$ ,  $M_{Ed} = \frac{q_{tk} \cdot L^2}{8}$

Tensões máx.:  $\sigma_{1,2} = \frac{M_{Ed}}{W_{y1,2}}$ ,  $\sigma_{1,2} = \frac{M_{Ed}}{W_{x1,2}}$

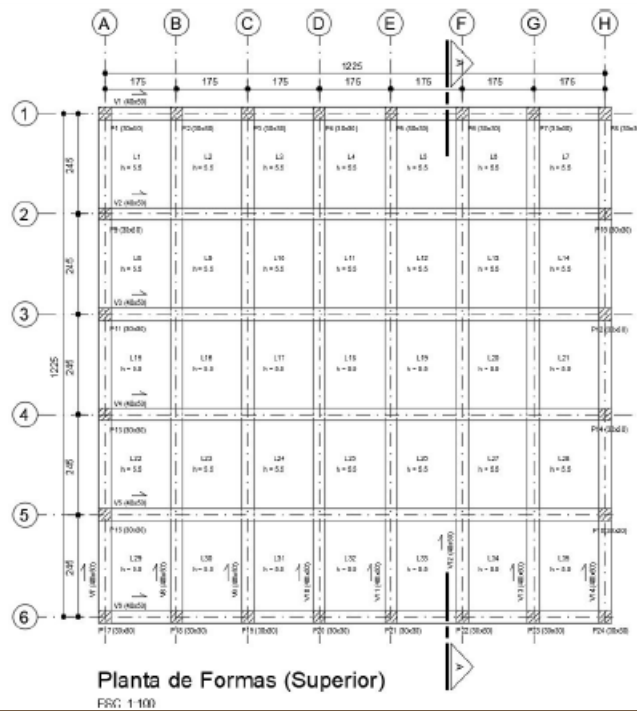
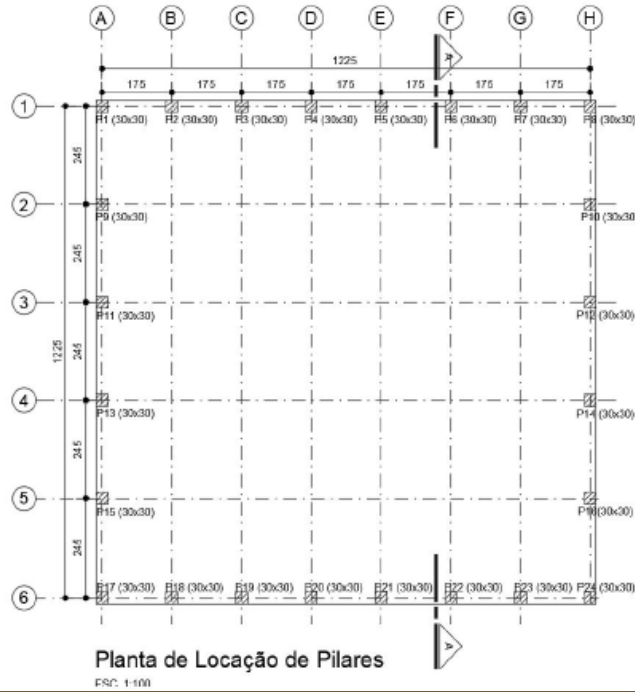
Rançagem Lateral:  $F_{cr} = k_{mod} \cdot \frac{f_{cr}}{\gamma_M}$ ,  $\beta_m = \frac{1}{1 + \frac{q_{sk}}{q_{gk}} + \frac{q_{tk}}{q_{gk}}}$

Segurança à Flexão:  $\frac{\sigma_{1,2}}{f_{des}} + 0.5 \cdot \frac{\sigma_{3,4}}{f_{des}} < 1$

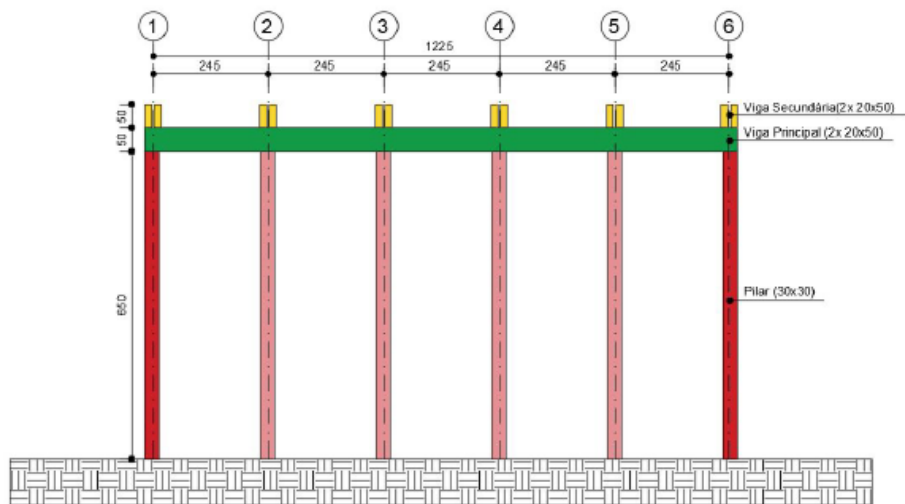
Força Límite:  $\Delta x = 1.000 \text{ cm}$ ,  $\Delta y = 1.000 \text{ cm}$ ,  $\Delta z = 1.000 \text{ cm}$

MADEIRA

# Desenhos Técnicos



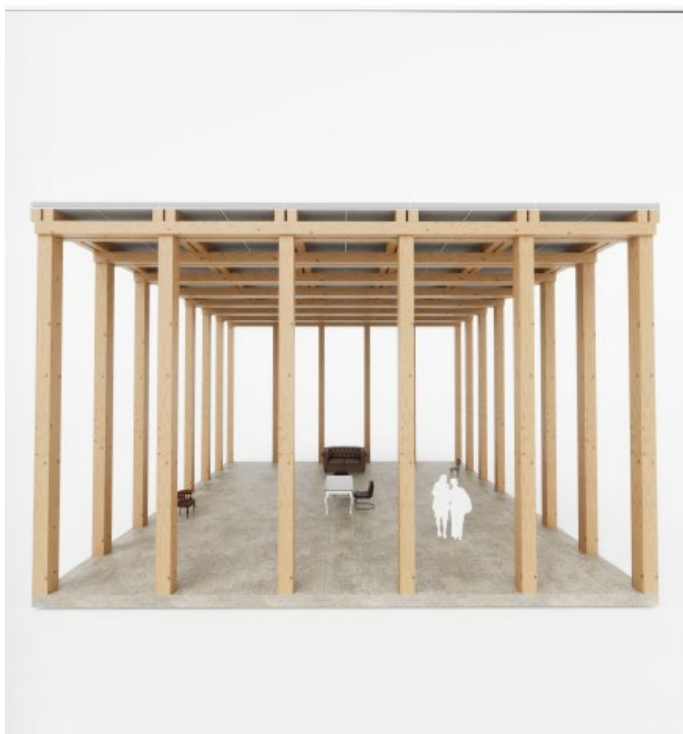
# MADEIRA



Corte Estrutural

ESC. 1:100

# 3D



# MADEIRA



## COMISSÃO ORGANIZADORA

### **Autora do livro**

#### **Nathaly Sarasty Narváez**



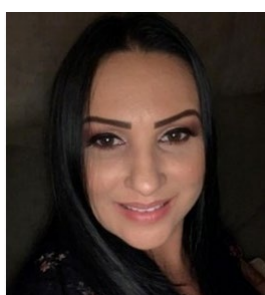
Formada em Engenharia Civil pela Universidade de Nariño, Colômbia, possui Mestrado em Engenharia Civil na área de Estruturas pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Desenvolveu seu Doutorado em Estruturas e Construção Civil na Universidade de Brasília,

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 na organização do livro**

#### **Myrna Cunha Pereira Raw**



Especialista em Iluminação e Design de Interiores pela Universidade Castelo Branco do Rio de Janeiro (2005). Arquiteta e Urbanista graduada pela Universidade Federal de Uberlândia (2000). Atua como servidora pública no Distrito Federal como arquiteta e urbanista desde 2002, na carreira de Analista de Planejamento Urbano e Infraestrutura do Governo do Distrito Federal desde 2006. Aluna do curso de mestrado em arquitetura do CEUB.

CV: <http://lattes.cnpq.br/35454155806953>