

# **MEMÓRIA DE CÁLCULO**

**(ESTRUTURAL-FUNDAÇÃO)**

OBRA:

**PROJETO DE FUNDAÇÃO E SUPERESTRUTURA DA PONTE DO  
CORREGO LAVA PÉS**

ENDEREÇO:

**RUA PADRE MANOEL - BAIRRO ROSÁRIO, CARMO DO  
PARANAÍBA - MG**

PROPRIETÁRIO:

**MUNICÍPIO DE CARMO DO PARANAÍBA**

AUTOR PROJETO:

**CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS  
ENGENHEIRO CÍVIL  
CREA-ES 11840/D**

**JANEIRO de 2025**

## SUMÁRIO

<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>3. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>4. CARGAS .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>5. MODELO DE CÁLCULO .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>6. MATERIAIS UTILIZADOS .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>7. RESULTADOS .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>12</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A memória de cálculo fixa as diretrizes para execução de todos os serviços da estrutura metálica. Este trabalho visa desenvolver o projeto de estrutura metálica da Ponte classe 45 com 24m de comprimento por 8,40m de largura com vigas metálicas soldadas e laminadas com aço tipo A-588 345Mpa.

Esta estrutura está dimensionada para absorver as cargas resultantes da transferência dos esforços verticais e horizontais da superestrutura. Esforços adicionais foram considerados de acordo com as normas brasileiras, em especial a NBR 6118/2023.

A superestrutura é constituída por um vão, com tabuleiro de concreto armado pré-moldado apoiado em três vigas metálicas soldadas.

O sistema estrutural principal da obra é, portanto, composto por três vigas metálicas que absorvem as cargas do tabuleiro e distribuem nas cabeceiras e alas.

O escopo do serviço foi à elaboração do projeto estrutural executivo da estrutura metálica da ponte.

## 1 OBJETIVO

Dimensionamento de elementos estruturais através da análise de esforços.

## 2 REFERÊNCIAS

O dimensionamento dos elementos citados fora executado tomando como base as normas que seguem:

- NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos
- NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- NBR 6122 – Projeto e execução de fundações
- NBR 6123 – Força devidas ao vento em edificações
- NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos.
- NBR 8800 – Projeto em estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;

Documentos técnicos e livros como:

- Resistência do Materiais, V. Feodosiev
- Curso de Concreto Armado, José Milton de Araújo
- Exercícios de fundação – Urbano Rodriguez Alonso

- Fundações – de Rezende Lopes, Francisco; Velloso, Dirceu A.
- Resistência dos materiais, Beer Russell;

Softwares de dimensionamento e análise: TQS

### **3 INTRODUÇÃO**

Este presente trabalho visa desenvolver, de acordo com a legislação e as normas vigentes, o memorial descritivo do projeto de fundação.

### **4 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PROJETO**

- Fck: 30 MPa
- Fator água-cimento  $\leq 0.6$  (máximo)
- Aço CA 50 e CA 60
- Es: 260 GPa
- Deformação limite do aço para dimensionamento: 10%.
- Grau de agressividade do Meio Ambiente: IV (NBR 6118/2014)
- Limite de abertura de Fissuras  $\leq 0.2$  mm
- Dimensão máxima do agregado graúdo: 25 mm
- Método para análise de 2º Ordem Global: Gama Z
- Compactação com Proctor normal à 100%

### **5 CARGAS**

A estrutura metálica está sujeita a um conjunto de cargas que atuam ora isoladamente ora em combinações umas com as outras.

Para cálculo da Estrutura Metálica foram adotados as seguintes cargas:

Carga por eixo com 15tf, carga por roda com 7,5tf e carga de multidão com 500Kg/m².

## Norma NBR 7188

'Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres'.

### TREM - TIPO



Nos passeios considera-se apenas a carga  $q'$

**Classe 45:** veículo-tipo de 450 kN de peso total;

**Classe 30:** veículo tipo de 300 kN de peso total;

**Classe 12:** veículo tipo de 120 kN de peso total

Classe da ponte	Veículo	Carga uniformemente distribuída	
	Peso total	q (em toda a pista)	q' (nos passeios)
	kN	kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>
45	450	5	3
30	300	5	3
12	120	4	3

Verificação Fadiga:

$$F_{d,ser} = \sum_{i=1}^m F_{gik} + \psi_1 F_{q1k} + \sum_{j=2}^n \psi_{2j} F_{qjk}$$

Para pontes rodoviárias:

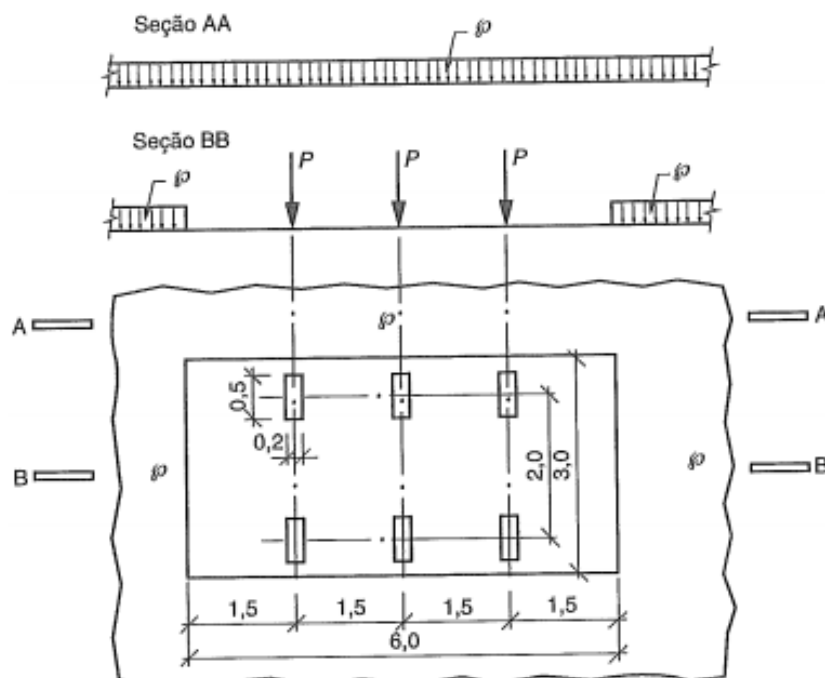
$\psi_1 = 0,5$ , para verificação das vigas;

$\psi_1 = 0,7$ , para verificação das transversinas;

$\psi_1 = 0,8$ , para verificação das lajes de tabuleiro.

Conforme NBR 7188:2013, no item "5.1 Cargas Móveis": "A carga móvel rodoviária padrão TB-450 é definida por um veículo tipo de 450kN, com seis rodas,  $p'=75$  kN, três eixos de

carga afastados entre si em 1,5m, com área de ocupação de 18m<sup>2</sup>, circundada por uma carga uniformemente distribuída constante  $p=5\text{kn/m}^2$ , conforme figura 1”:



**Figura 1 – Disposição das cargas estáticas**

### Coeficiente de Impacto Vertical (CIV)

$CIV = 1,35$ , para estruturas com vão menor do que 10,0 m;

$CIV = 1 + 1,06 * \left( \frac{20}{Liv + 50} \right)$ , para estruturas com vão entre 10,0 m e 200,0 m

onde

*Liv* é o vão em metros para o cálculo *CIV*, conforme o tipo de estrutura,

sendo;

*Liv* usado para estruturas de vão isostático. *Liv*: média aritmética dos vãos nos casos de vãos contínuos;

*Liv* é o comprimento do próprio balanço para estruturas em balanço;

*L* é o vão, expresso em metros (m).

### Coeficiente de Impacto Adicional (CIA)

$CIA = 1,25$ , para obras em concreto ou mistas;

$CIA = 1,15$ , para obras em aço

### **Coeficiente de Número de Faixas (CNF)**

$$CNF = 1 - 0.05 \cdot (n - 2) > 0.9$$

Onde “n” é o número de faixas de tráfego rodoviário

### **Carga Móvel Concentrada de Impacto (Q)**

$$Q = P \cdot CIV \cdot CNF \cdot CIA$$

$$Q = 7.5\text{tf} \cdot 1.299 \cdot 1 \cdot 1.25 = 12.18\text{tf}$$

### **Carga Móvel distribuída (q)**

$$q = p \cdot CIV \cdot CNF \cdot CIA$$

$$q = 0.5\text{tf} \cdot 1.299 \cdot 1 \cdot 1.25 = 0.81\text{tf/m}^2$$

### **Carga nos Passeios**

Nos passeios para pedestres de pontes, deve ser adotada uma carga uniformemente distribuída de 3KN/m<sup>2</sup> na posição mais desfavorável concomitante com a carga móvel rodoviária, para verificações e dimensionamentos dos diversos elementos estruturais, assim como para verificações globais.

O elemento estrutural do passeio é dimensionado para carga distribuída de 5 KN/m<sup>2</sup>.

As ações sobre os elementos estruturais de passeios não são ponderadas pelos coeficientes de impacto vertical, coeficiente do número de faixas e coeficiente de impacto adicional.

### **Frenagem e Aceleração (HF)**

Nas pontes rodoviárias, a força longitudinal devida á frenagem ou á aceleração de veículos deve ser tomada como uma fração das cargas móveis, consideradas sem impacto, aplicadas na superfície de rolamento e igual ao maior dos seguintes valores:

- 5% do peso do carregamento do tabuleiro com as cargas móveis distribuídas, excluídos passeios:

$$\text{Carregamento} = ((162.80\text{m}^2 \cdot 0.5\text{tf/m}^2) + (18\text{m}^2 \cdot 0.81\text{tf/m}^2)) \cdot 5\% = 4.799\text{tf/m}^2$$

- 30% do peso do veículo tipo:

Peso Veículo Tipo =  $45\text{tf} * 30\% = 13.5\text{ tf}$

- $HF \geq 135\text{KN}$ ;

Área Tabuleiro =  $26,7 * 5.9 = 157,53\text{m}^2$

Área Trem-Tipo =  $3 * 6 = 18\text{m}^2$

Atab – Att =  $157,53 - 18 = 139,53\text{m}^2$

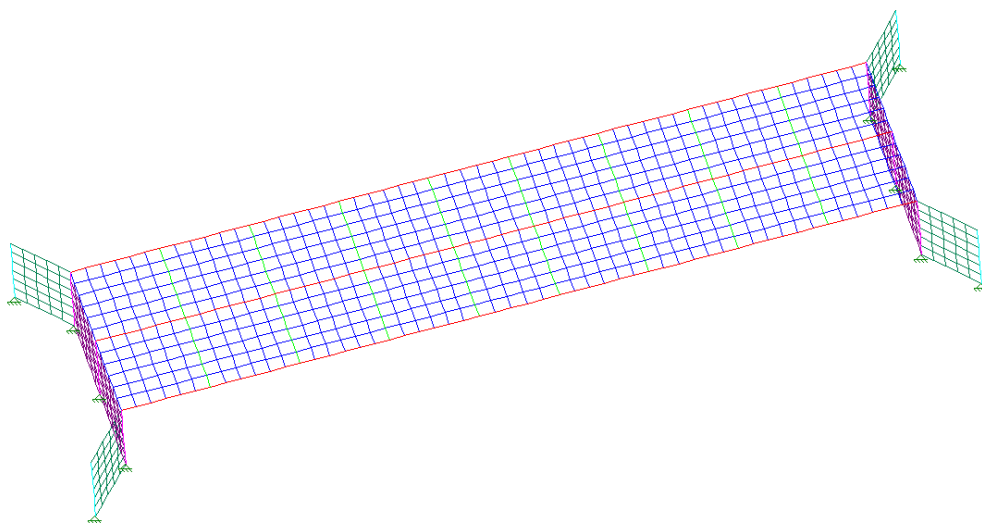
**Força Centrífuga** - Não foi considerada, aplicada em pontes curvas.

### Efeito Dinâmico

As frequências naturais das pontes estão diretamente relacionadas ao maior vão dessas estruturas.

$$f_{b,1} = 47,946 * L^{-0,7127}$$

Fb,1 = 5,48 Hz



**Figura 1 - Perspectiva 3D dos nós (strap)**



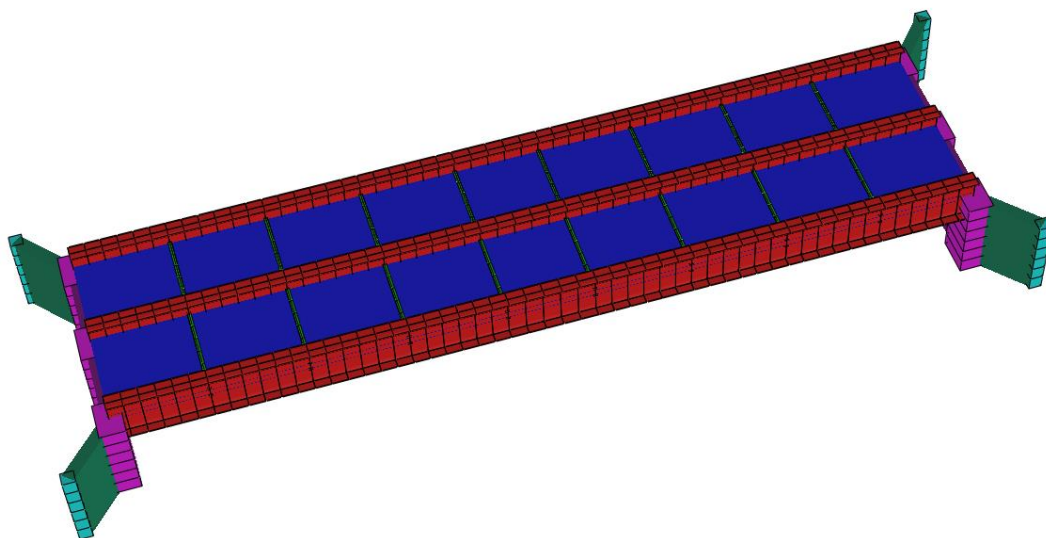


Figura 2 - Perspectiva 3D da Estrutura (strap)

## 6 FUNDAÇÕES

Para a fundação utilizamos fundação profunda com blocos apoiadas sobre estacas hélice contínua de Ø30cm, Ø40cm e Ø50cm na pior situação:

**Tabela 2 ▶ Cargas máximas de compressão das estacas hélice contínuas não armadas**

DESCRIÇÃO	UN.	VALORES													
DIÂMETRO (D)	cm	25	30	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
CARGA ADMISSÍVEL ESTRUTURAL (Pk)	tf	30	45	60	80	130	190	255	335	425	525	640	760	895	1035
DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE EIXOS (c)	cm	65	75	90	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
DISTÂNCIA EIXO-DIVISA (e)	cm	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
ÁREA DE SEÇÃO TRANSVERSAL (Ac)	cm <sup>2</sup>	491	707	962	1.257	1.963	2.827	3.848	5.027	6.362	7.854	9.503	11.310	13.273	15.394
PERÍMETRO (U)	cm	79	94	110	126	157	188	220	251	283	314	346	377	408	440
MOMENTO DE INÉRCIA (I)	cm <sup>4</sup> ×10 <sup>4</sup>	1,92	3,98	7,37	12,57	30,68	63,62	117,86	201,06	322,06	490,87	718,69	1.017,88	1.401,98	1.885,74
MOMENTO RESISTENTE (W)	cm <sup>3</sup> ×10 <sup>3</sup>	1,53	2,65	4,21	6,28	12,27	21,21	33,67	50,27	71,57	98,18	130,67	169,65	215,69	269,39
RAIO DE GIRAÇÃO (i)	cm	6,2	7,5	8,8	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0

**Tabela 3 ▶ Número de barras**

CARGA T (kN)	Aço CA 50A			
	Ø=16mm	Ø=20mm	Ø=22mm	Ø=25mm
50	2	1		
100	3	2		1
150		3	2	
200	6		3	2
250		4		
300		6	4	3
250				
400		8	6	
600			8	6
700				8
1000				

**Tabela 1 ▶ Armadura mínima para as estacas hélice contínua**

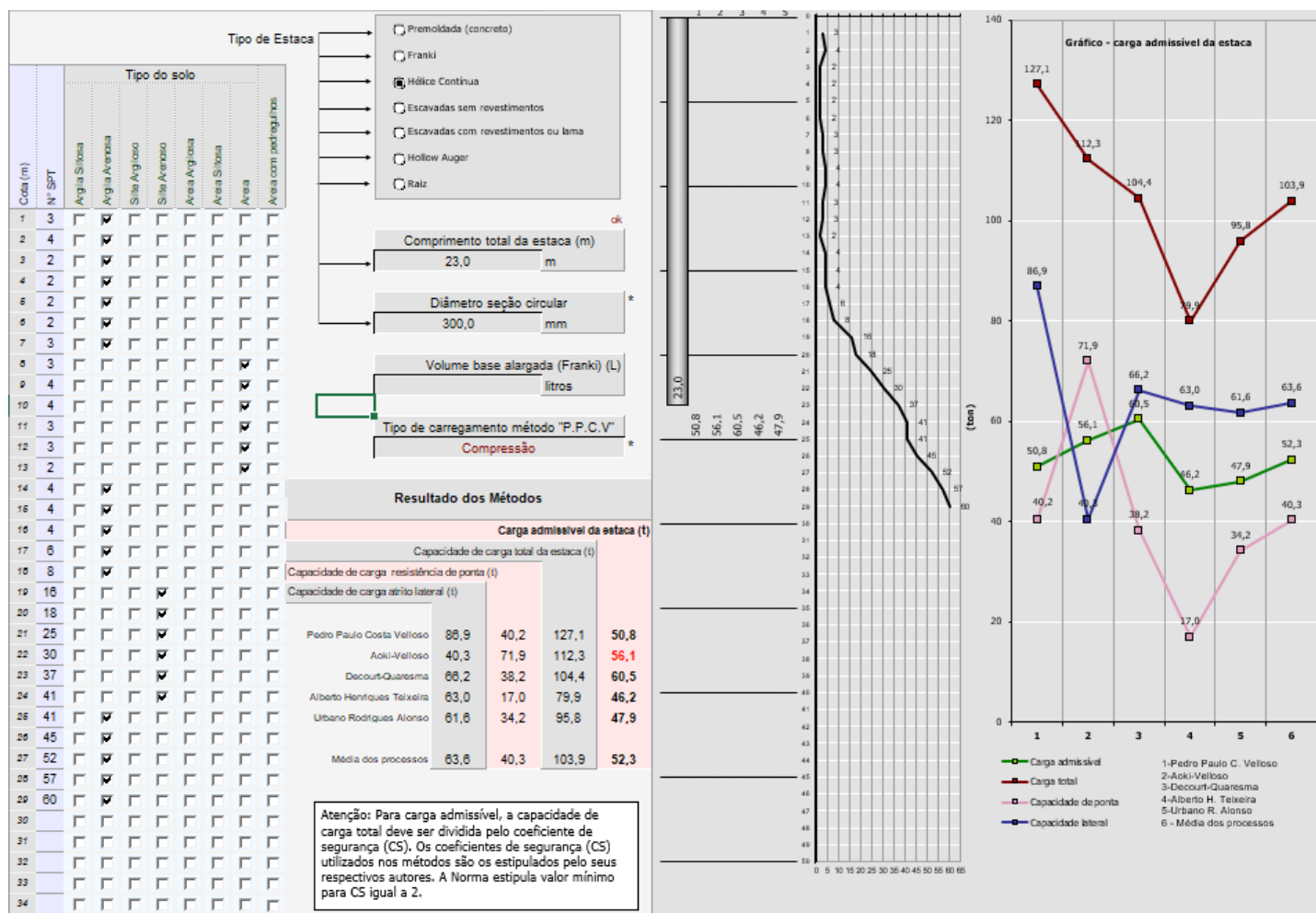
Ø Estaca	N1 - Longitudinal			N2 - Estribos
	Quant.	Ø Bitola	Compr.	Ø Bitola
cm	nº	mm	m	mm
25 a 40	4	16,0	até 6,00 m	6,30
50	6			
60	8			
70	10			
80	8	20,0	até 6,00 m	8,00
90	11			
100	13			
110	16			
120	18			
130	22	25,0	até 6,00 m	12,50
140	16			

OBS.1: Quando a diferença entre a Cota do Terreno e a Cota de Arrasamento for maior que o arranque de projeto, prever complemento de todas as barras longitudinais até alcançar a Cota do Terreno (N1).

OBS.2: É viável a colocação de armaduras de comprimentos superiores a 6 metros, desde que sejam estudados dois itens: o detalhe das armaduras e as características de trabalhabilidade do concreto.

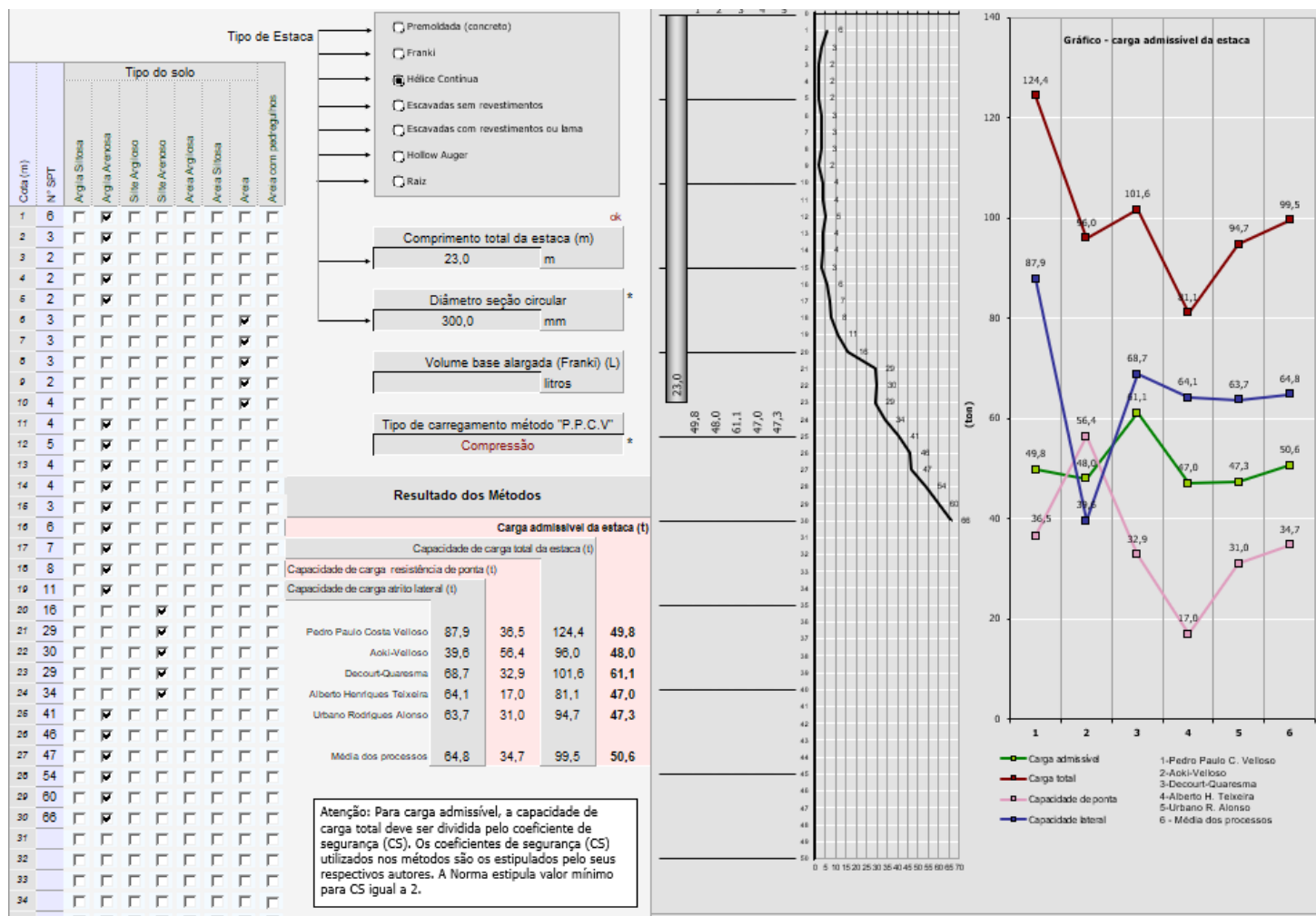
## SONDAGEM SP01

### ESTACA HÉLICE CONTÍNUA Ø30CM – CARGA ADMISSÍVEL 45tf



## SONDAGEM SP02

### ESTACA HÉLICE CONTÍNUA Ø30CM – CARGA ADMISSÍVEL 45tf



## 2. CONCLUSÃO

Todos os elementos da estrutura foram calculados para que os esforços solicitantes de cálculo não superam as forças resistentes de cálculo com base nas referidas normas.

Serra, 20 de janeiro de 2025

---

CARLOS RAPHAEL MONTEIRO DE LEMOS  
ENGENHEIRO CÍVIL  
CREA-ES 011840/D