



**COORDENADORIA DE EDIFICAÇÕES E INFRAESTRUTURA**  
**DIVISÃO DE PROJETOS**  
**MEMORIAL DE FUNDAÇÕES PROFUNDAS - PADRÃO 5000**  
**COMARCA: CAMPO MOURÃO**

**1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS:**

Parâmetros preliminares adotados com base na superestrutura e preconizados nas normas técnicas da ABNT NBR 6118:2014, NBR6120:2019 e NBR6122:2022 e demais normas vigentes.

Para todos os dimensionamentos foi adotado um fator de segurança global igual a 2,0 na determinação da carga admissível.

Para os projetos Padrão 5000, devido às grandezas das cargas solicitantes e a fim de subsidiar da melhor maneira possível a orçamentação, foram escolhidas, quando necessárias fundações profundas, estacas do tipo hélice contínua.

Foi considerado que 10 kN (dez quilo-newtons) equivalem a 1 tf (uma tonelada-força).

Foi considerada a classe II (dois) de agressividade ambiental e cobrimento nominal de 30mm para o concreto em contato direto com solo.

As cargas nominais máximas para o dimensionamento das fundações foram especificadas com base na distribuição dos pilares e pilares-parede da superestrutura, ambos em concreto armado com peso específico 2.500kg/m<sup>3</sup>, levando em conta cargas acidentais e cargas permanentes de 300kg/m<sup>2</sup>, além das cargas especiais de caixa d'água.

Essas cargas nominais máximas foram consideradas na base dos pilares como solicitações normais direcionadas vertical e diretamente às fundações.

O dimensionamento das fundações profundas (indiretas) considerou a capacidade de carga na cota de apoio da base da fundação, em kN, quando realizada a média dos resultados obtidos pelo pré-dimensionamento segundo três métodos teóricos: Aoki-Velloso (1975), Decourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1976), sendo que foi adotada, então, a capacidade de carga média que suporta os carregamentos solicitantes entre esses três métodos avaliados.



Caso a capacidade admissível de carga não atingisse o valor previsto para as cargas nominais máximas, a profundidade da base da fundação era recalculada até que o valor da capacidade admissível superasse a carga nominal esperada.

## 2. PARÂMETROS UTILIZADOS NOS MÉTODOS DE CÁLCULO PARA FUNDAÇÕES PROFUNDAS (INDIRETAS):

A presente metodologia de cálculo não se pretende como substituta de nenhum processo de projeto de fundações, sendo que o bom senso, a análise dos resultados de obras vizinhas e semelhantes e a comparação com formulações sejam mais simples ou complexas deverão obrigatoriamente ser determinantes de um bom projeto de fundações. O aqui calculado serve como importante referência para estimativas de quantidades, mas cuidados especiais devem ser tomados ao se analisar estes resultados.

### 2.1. Método Aoki-Velloso (1975):

$$P_R = P_P + P_L$$

Sendo:

$$P_P = A_p \cdot \frac{K \cdot N_{SPT}}{F_1}$$

$$P_L = \sum A_L \frac{\alpha \cdot K \cdot N_{SPT}}{F_2}$$

Onde:

$P_R$  = capacidade resistente total da estaca;

$P_P$  = capacidade de carga da ponta da estaca;

$P_L$  = capacidade de carga lateral da estaca;

$A_p$  = área da base da estaca;

$A_L$  = área lateral ao longo de todo o comprimento da estaca;

$K$  e  $\alpha$  = valores tabelados que variam de acordo com a natureza do solo;

$F_1$  e  $F_2$  = valores tabelados que variam de acordo com o tipo de estaca.

Coeficiente K e Razão de atrito $\alpha$		
Solo	K (MPa)	$\alpha$ (%)
<b>Areia</b>	1,00	1,4
Areia siltosa	0,80	2,0
Areia siltoargilosa	0,70	2,4
Areia argilosa	0,60	3,0
Areia argilosiltosa	0,50	2,8
<b>Silte</b>	0,40	3,0
Silte arenoso	0,55	2,2
Silte arenoargiloso	0,45	2,8
Silte argiloso	0,23	3,4
Silte argiloarenoso	0,25	3,0
<b>Argila</b>	0,20	6,0
Argila arenosa	0,35	2,4
Argila arenossiltosa	0,30	2,8
Argila siltosa	0,22	4,0
Argila siltoarenosa	0,33	3,0

Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)

Fatores de correção F1 e F2		
Tipo de estaca	F1	F2
Franki	2,50	5,00
Metálica	1,75	3,50
Pré-moldada	1+D/0,80	2 F1
Escavada	3,00	6,00
Raiz, Hélice Contínua, Ômega	2,00	4,00

Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)

## 2.2. Método Decourt-Quaresma (1978):

$$Q_R = Q_P + Q_L$$

Sendo:



$$Q_P = \alpha \cdot C \cdot N_{SPT}^P \cdot A_P$$

$$Q_L = 10 \cdot \beta \cdot \left[ \left( \frac{N_{SPT}}{3} + 1 \right) \cdot A_L \right]$$

$Q_R$  = capacidade resistente total da estaca;

$Q_P$  = capacidade de carga da ponta da estaca;

$Q_L$  = capacidade de carga lateral da estaca;

$\alpha$  e  $\beta$  = valores tabelados que variam com o tipo de solo e o tipo de estaca e que minoram as resistências laterais e de ponta das mesmas;

$C$  = valor tabelado de resistência do solo, apresentado na tabela abaixo;

$N_{SPT}^P$  = valor do  $N_{spt}$  na ponta da estaca. Podendo ser considerada uma média entre o  $N_{spt}$  da cota de assentamento e os  $N_{spt}$  imediatamente superior e inferior;

$N_{SPT}^L$  = valor médio do  $N_{spt}$  ao longo do fuste, sem considerar os valores de  $N_{spt}$  utilizados para o cálculo da resistência de ponta. Para valores de  $N_{spt}$  maiores que 50, deve ser considerado que  $N_{spt}=50$ ;

$A_P$  = área da base da estaca;

$A_L$  = área lateral da estaca, expressa em m<sup>2</sup>.

Valores do fator $\alpha$ em função do tipo de estaca e do tipo de solo					
Tipo de solo	Escavada em geral	Escavada (betonita)	Hélice Continua	Raiz	Injetada
Argilas	0,85	0,85	0,3	0,85	1
Solos intermediários	0,6	0,6	0,3	0,6	1
Areias	0,5	0,5	0,3	0,5	1

Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)

Valores do fator $\beta$ em função do tipo de estaca e do tipo de solo					
Tipo de solo	Escavada em geral	Escavada (betonita)	Hélice Continua	Raiz	Injetada
Argilas	0,8	0,9	1		
Solos intermediários	0,65	0,75	1		
Areias	0,5	0,6	1		

Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)

<b>Coeficiente característico do solo</b>	
<b>Tipo de solo</b>	<b>C (kPa)</b>
Argila	120
Silte argiloso	200
Silte arenoso	250
Areia	400

Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)

### 2.3. Método Teixeira (1996):

$$q_U = q_P \cdot A_P + q_L \cdot A_L$$

Sendo:

$$q_P = \alpha \cdot N_P$$

$$q_L = \beta \cdot N_L$$

Onde:

$N_P$  = valor médio dos índices de resistência a penetração N medidos no ensaio de SPT no intervalo entre 4 diâmetros acima da ponta da estaca e um diâmetro abaixo da ponta da estaca;

$N_L$  = valor médio dos índices de resistência a penetração N medidos no ensaio de SPT ao longo do fuste lateral da estaca;

$\alpha$  e  $\beta$  = valores tabelados que variam com o tipo de solo e o tipo de estaca e que minoram as resistências laterais e de ponta das mesmas.

<b>Parâmetro <math>\alpha</math> (kPa) (Resistência de ponta)</b>											
<b>Solo (4 &lt; SPT &lt; 40)</b>	<b>Vib. Concreto**</b>	<b>Centrif. Conc.**</b>	<b>Madeira**</b>	<b>Metálica</b>	<b>Strauss**</b>	<b>Escavada</b>	<b>Estação**</b>	<b>Apiload**</b>	<b>Franki</b>	<b>Raiz</b>	<b>Hélice Contínua**</b>
<b>Areia</b>	400	400	400	400	270	270	270	340	340	260	270
Areia siltosa	360	360	360	360	240	240	240	300	300	220	240
Areia siltoargilosa*	330	330	330	330	220	220	220	270	270	205	220
Areia argilosa	300	300	300	300	200	200	200	240	240	190	200
Areia argilossiltosa*	330	330	330	330	220	220	220	270	270	205	220
<b>Silte*</b>	160	160	160	160	110	110	110	120	120	110	110
Silte arenoso	260	260		260	160	160	160	210	210	160	160
Silte arenoargiloso*	210	210	210				135	165	165	135	135

Silte argiloso	160	160	160				110	120	120	110	110
Silte argiloarenoso*	210	210	210				135	165	165	135	135
<b>Argila*</b>	110	110	110				100	100	100	100	100
Argila arenosa	210	210	210				130	160	160	140	130
Argila arenossiltosa*	160	160	160				115	130	130	120	115
Argila siltosa	110	110	110				100	100	100	100	100
Argila siltoarenosa*	160	160	160				115	130	130	120	115

Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)

<b>Parâmetro <math>\beta</math> (kPa) (Resistência Lateral)</b>	
<b>Tipo de estaca</b>	<b><math>\beta</math> (kPa)</b>
Vibrada Concreto **	4
Centrifugada Concreto**	4
Madeira **	4
Metálica	4
Strauss **	4
Escavada	4
Estação **	4
Apiloadas **	5
Franki	5
Raiz	6
Hélice Contínua **	4

Fonte: AOKI N., CINTRA J. C. (2010)

Obs.:

\* Valores adaptados linearmente para preencher os dados não existentes na tabela original.

\*\* Valores adaptados de acordo com o tipo de estaca para completar os valores não disponíveis na tabela original.

### 3. CARACTERÍSTICAS DO SOLO LOCAL:

O relatório de sondagem SPT apresentou camadas heterogêneas, variando entre argila, argila siltosa e silte argiloso. O limite de sondagem foi de 15 metros como solicitado pelo contratante.

Não foi constatada a presença de lençol freático nos 10 furos de sondagem.

#### 4. RESUMO DAS QUANTIDADES AFERIDAS

No terreno do novo Fórum da Comarca de Campo Mourão estão previstas:

- Uma edificação (imóvel principal – Padrão 5000) com um total de 243 estacas, sendo elas estacas hélice contínua com diâmetro nominal 50 cm, totalizando os quantitativos apresentados no Quadro 1.

*Quadro 1 – Resumo do quantitativo das estacas do fórum da comarca CMO - PR*

Elemento		Quantidade	Unidade
Estaca Ø50 cm	Profundidade total	3325,00	m

- Edícula: uma edícula de 01 pavimento com um total de 50 estacas, sendo elas estacas hélice contínua com diâmetro nominal de 30 cm, totalizando os quantitativos apresentados no Quadro 2.

*Quadro 2 - Resumo do quantitativo da edícula da comarca CMO - PR*

Elemento		Quantidade	Unidade
Estaca Ø30 cm	Profundidade total	595,00	m

- Os itens de implantação considerados estão descritos abaixo e o quantitativo deles estão apresentados no Quadro 3:
  - Guarita: uma guarita de 01 pavimento com um total de 04 estacas, sendo elas hélice contínua com diâmetro nominal de 30 cm. A carga nominal estimada é de 4tf por estaca do muro;
  - Muro de arrimo: Muro de arrimo com extensão de 13,33 m. Consideraram-se estacas a cada 2,5 m (sendo uma estaca no muro e uma na mão francesa) com diâmetro de 30 cm e carga nominal estimada é de 3tf por estaca do muro;
  - Estacionamento coberto: 2 módulos de estacionamento coberto em estrutura metálica contendo 22 pilares cada módulo e estacas de 30 cm de diâmetro diretamente sob os pilares. A carga normal máxima estimada é de 2 tf por estaca;

- Mastros: Base para 3 mastros de bandeiras. A carga normal máxima estimada é de 1tf por estaca e 3 estacas locadas diretamente abaixo de cada mastro com diâmetro de 30 cm;
- Rampas: Rampa para acesso principal de pedestres com extensão de 14,00 m e largura de 1,50 m. Dessa maneira, considerou-se a carga normal de 1 tf por estaca e 8 estacas de 30 cm de diâmetro, sendo elas no início, no intermédio e no fim da rampa;
- Escadas: 2 escadas para acesso dos pedestres, sendo uma de 7,20 m e desnível de 1,10m e a segunda escada de 3,69 m e desnível de 1,00m. A carga normal estimada é de 1 tf por estacas e 10 estacas de 30 cm de diâmetro.

*Quadro 3 – Resumo do quantitativo dos itens de implantação da comarca de CMO - PR*

Elemento		Quantidade	Unidade
Estaca Ø30 cm	Profundidade total	274,00	m





## **COORDENADORIA DE EDIFICAÇÕES E INFRAESTRUTURA**

### **DIVISÃO DE PROJETOS**

#### **MEMORIAL DE PEQUENAS CONTENÇÕES**

**COMARCA: CAMPO MOURÃO**

### **1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

Para pequenas contenções, aquelas que contem desníveis de solos de 0,5m a 2,0m, adotou-se como solução muro de arrimo com mão francesa e fechamento de bloco estrutural de concreto. Essa decisão foi fundamentada devido a viabilidade de parametrizar o estudo de acordo com os Projetos Padrão II do 2º contrato.

### **2. METODOLOGIA**

Para realizar a parametrização, utilizou-se exemplos de contenções do mesmo tipo provenientes da 2ª contratação do Padrão II, originárias das comarcas de Manguinhos e São Jerônimo da Serra. As pequenas contenções identificadas nessas comarcas são amplamente aplicadas em diversas situações que envolvem a construção de muros de arrimo, sendo utilizadas tanto para conter cortes quanto aterros, abrangendo desníveis de até 2,0 m.

Foi realizada uma análise quantitativa de todos os trechos que possuem muros de arrimo nessas comarcas, optando por calcular uma taxa de elementos por área de muro de arrimo. Os elementos que foram levantados incluem:

- Concreto (C30), considerando o volume de pilares e vigas;
- Fôrmas, considerando as fôrmas de pilares e vigas;
- Bloco estrutural de concreto para o fechamento;
- Armadura (CA-50) de todos os elementos estruturais;
- Armadura (CA-60) de todos os elementos estruturais.

Foi estabelecido um espaçamento de 2,50m entre as estruturas de mão francesa, considerando uma carga de 3tf que será distribuída em cada fundação. É importante notar que, para cada estrutura de mão francesa, há duas fundações: uma para o pilar e outra para a viga inclinada. Quanto à fundação do muro, sua execução



deve seguir os procedimentos estabelecidos pelo estudo de fundações rasas ou profundas, dependendo das condições particulares do local.

\* **ATENTAR** para potencial movimentação de terra considerável para realização do processo construtivo do Muro de Arrimo.

### 3. RESULTADOS

As taxas de materiais resultantes foram:

- Concreto (C30): 0,13 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>;
- Fôrmas: 1,00 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>;
- Bloco estrutural de concreto: 0,73 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>;
- Armadura (CA-50): 10,10 kg/m<sup>2</sup>;
- Armadura (CA-60): 1,54 kg/m<sup>2</sup>.

### 4. ESTIMATIVA DE QUANTIDADES

Para comarca de Campo Mourão, as estimativas foram as apresentadas no Quadro 1.

*Quadro 1 - Estimativa de quantidade da pequena contenção da comarca*

<b>Materiais</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>
Concreto C30	1,73	m <sup>3</sup>
Fôrmas	13,33	m <sup>2</sup>
Bloco estrutural de concreto	9,73	m <sup>2</sup>
Armadura CA-50	134,63	kg
Armadura CA-60	20,53	kg