



14ª EDIÇÃO

# CURSO TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES

geofix

Realização



Parcerias



Campus Higienópolis



Lobe

Participações Especiais



MGEA

BRASFIX  
FUNDAÇÕES DE OBRAS INDUSTRIAIS E FLUVIAIS

PRIME MUD  
ENGINEERING IN BOLLING FLOOR

CONSULTRIX

VIBES  
ENGENHARIA



ZF  
ENGENHARIA

# Tirantes: Conceitos Básicos, Execução e Estudos de Caso

ENG<sup>o</sup> ILAN D. GOTLIEB  
MG&A Consultores de Solos

- Introdução
- O que são tirantes e sua aplicação
- Etapas de execução e controle
- Como dimensionar os tirantes
- Caso de obra
- Considerações finais

## Introdução

Os tirantes são estruturas que trabalham tracionadas e podem ser aplicadas nos seguintes casos:

- Elementos de fundação que trabalhem tracionados;
- Contenções;
- Ancoragem de laje de sub-pressão
- Sistema de reação para provas de carga estática

**Iremos focar especialmente o uso de tirantes em contenções.**

## Definição Geral de Contenção

Contenções são estruturas executadas para suportar pressões laterais de terra, rocha e água (chamadas empuxos).

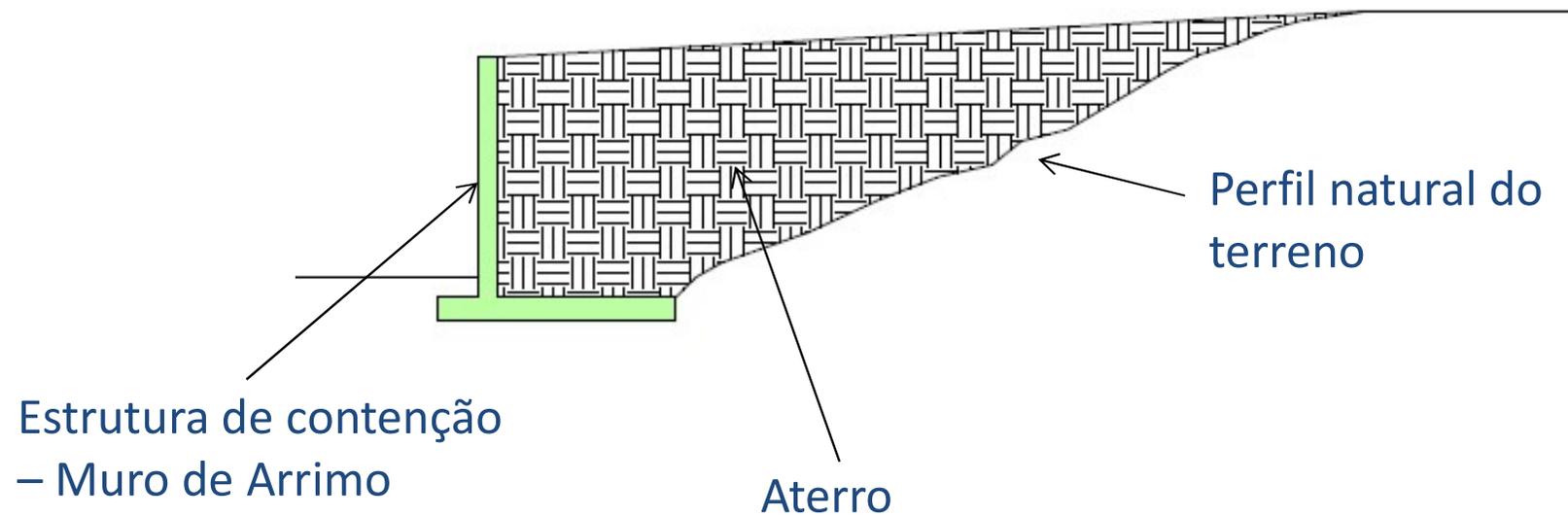
Basicamente pode-se dividi-las em:

**muros de arrimo**: estruturas mais robustas e, de maneira geral, autoportantes, que podem ser confeccionadas em concreto simples, concreto armado, alvenaria ou pedras.

**cortinas**: estruturas mais esbeltas que podem ou não necessitar de estruturas auxiliares para a sua estabilidade. Podem ser confeccionadas em concreto armado ou peças metálicas.

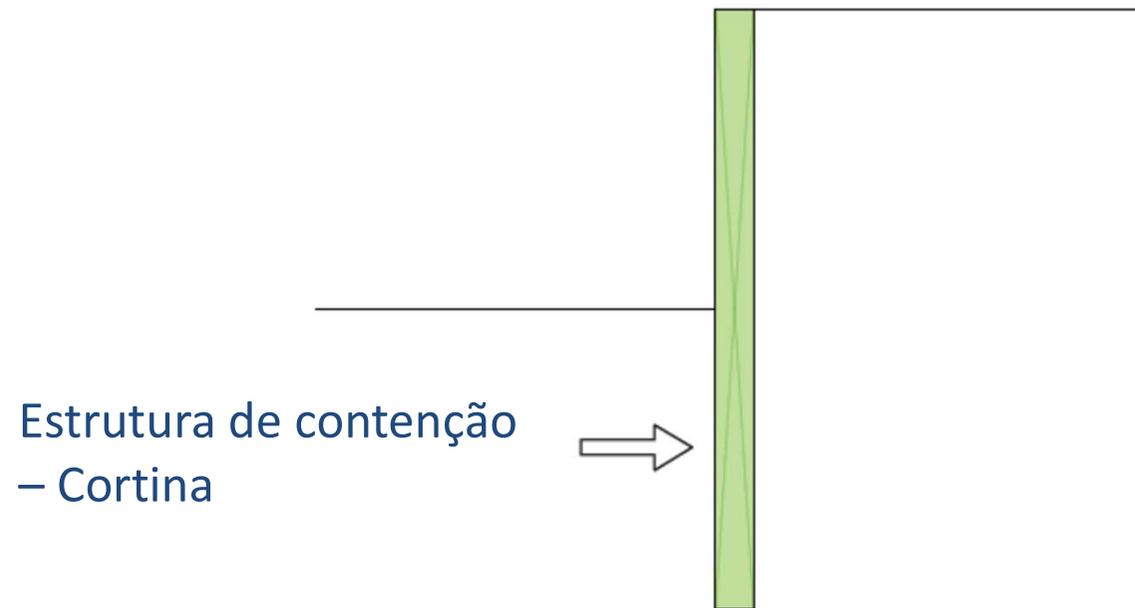
## Tipos de Contenções

### Muros de Arrimo de aterro



## Tipos de Contenções

### Cortinas



## Definição Geral de Contenção

Quando as alturas a serem arrimadas são muito grandes para a capacidade mecânica das contenções, usam-se estruturas auxiliares, com função de limitar as deformações.

Basicamente pode-se dividi-las em:

**estroncamentos**: estruturas em madeira, concreto armado, ou metálicas, fixadas nas contenções ou em alguma estrutura próxima. Exemplo típico são as valas para instalação de tubulações.

**tirantes**: intrusões no solo, executadas através de perfuração e injeções de calda de cimento.

## Definição Geral de Contenção

### Estroncamento (madeira)



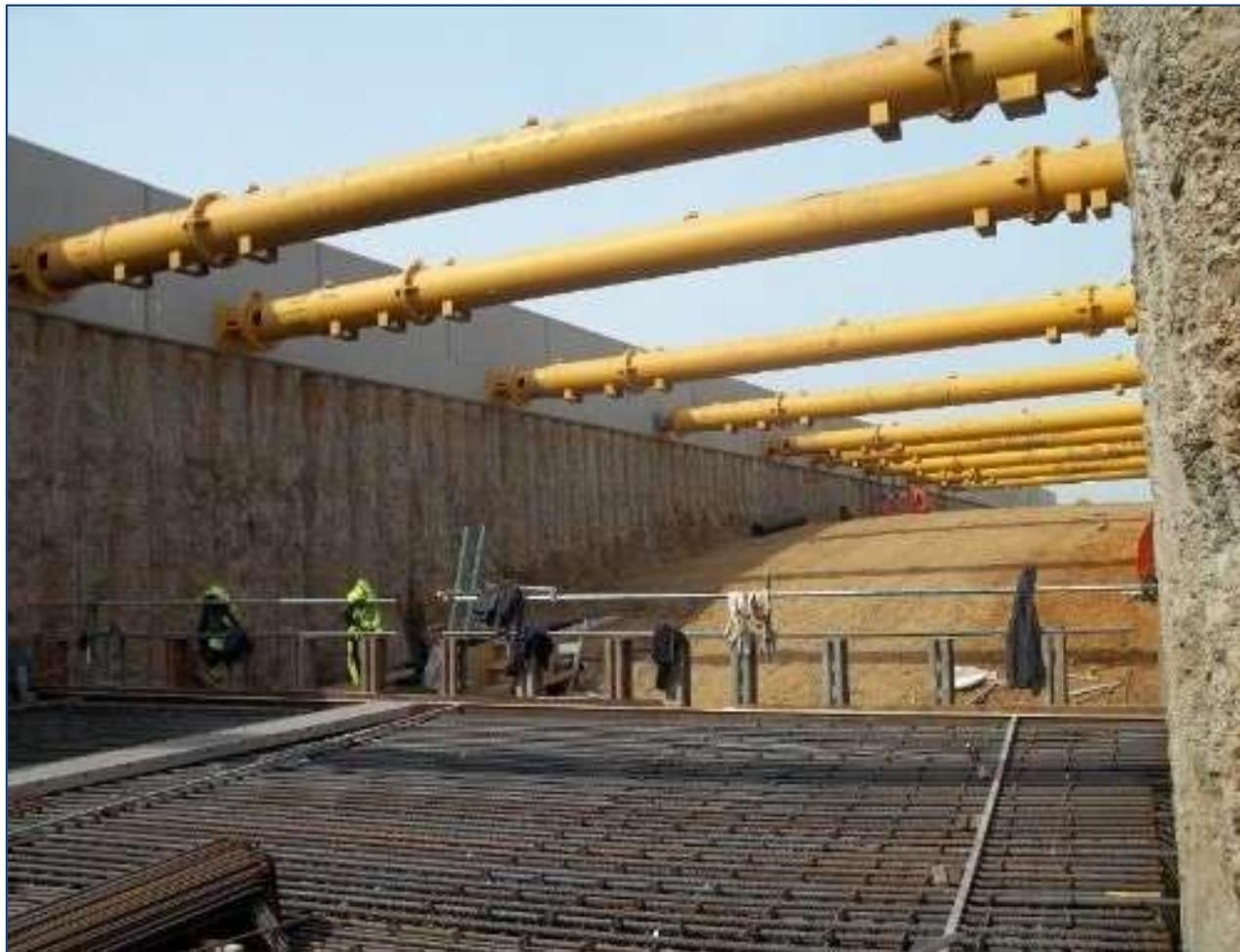
## Definição Geral de Contenção

### Estroncamento (metálico)



## Definição Geral de Contenção

### Estroncamento (metálico tubular)



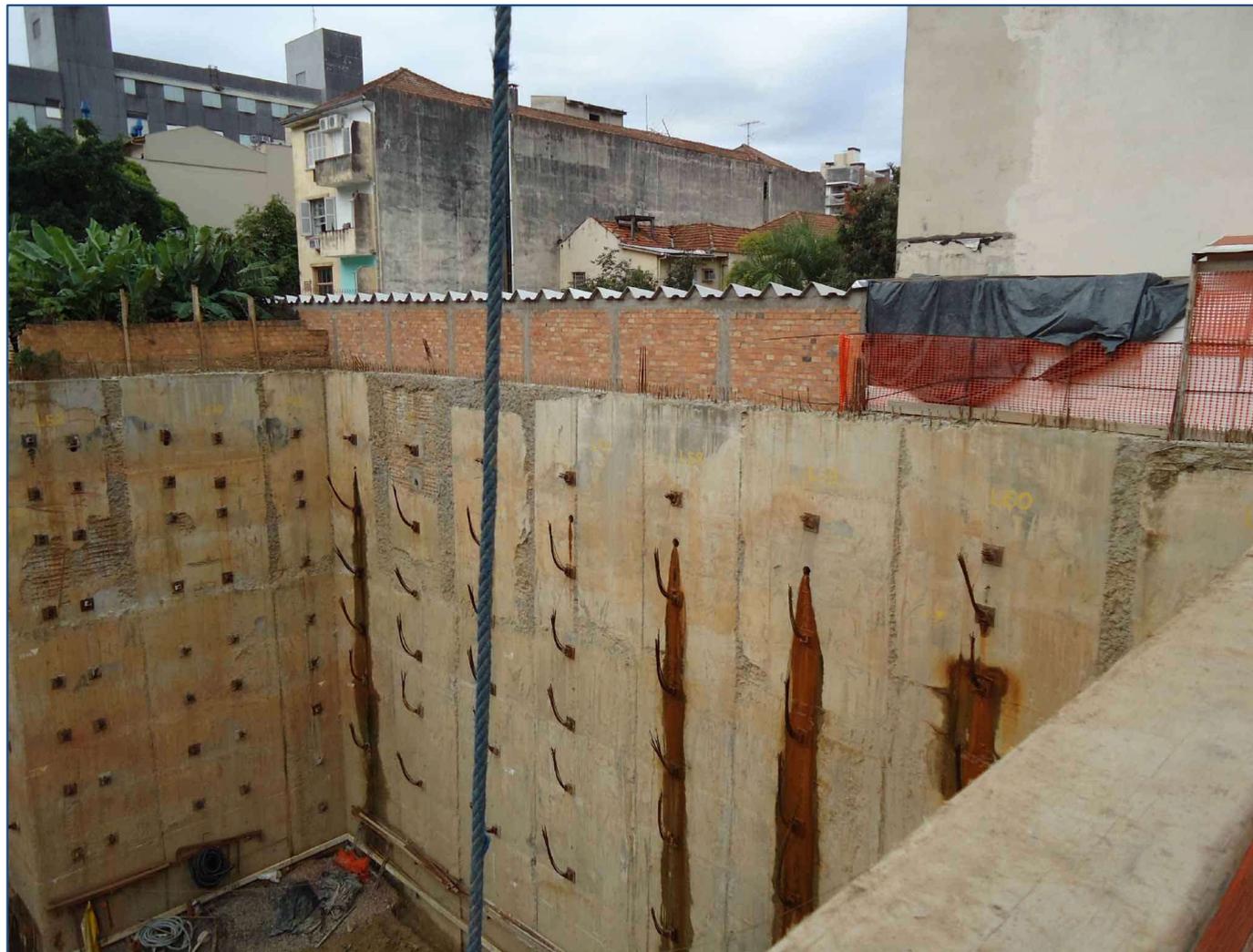
## Definição Geral de Contenção

Atirantamento



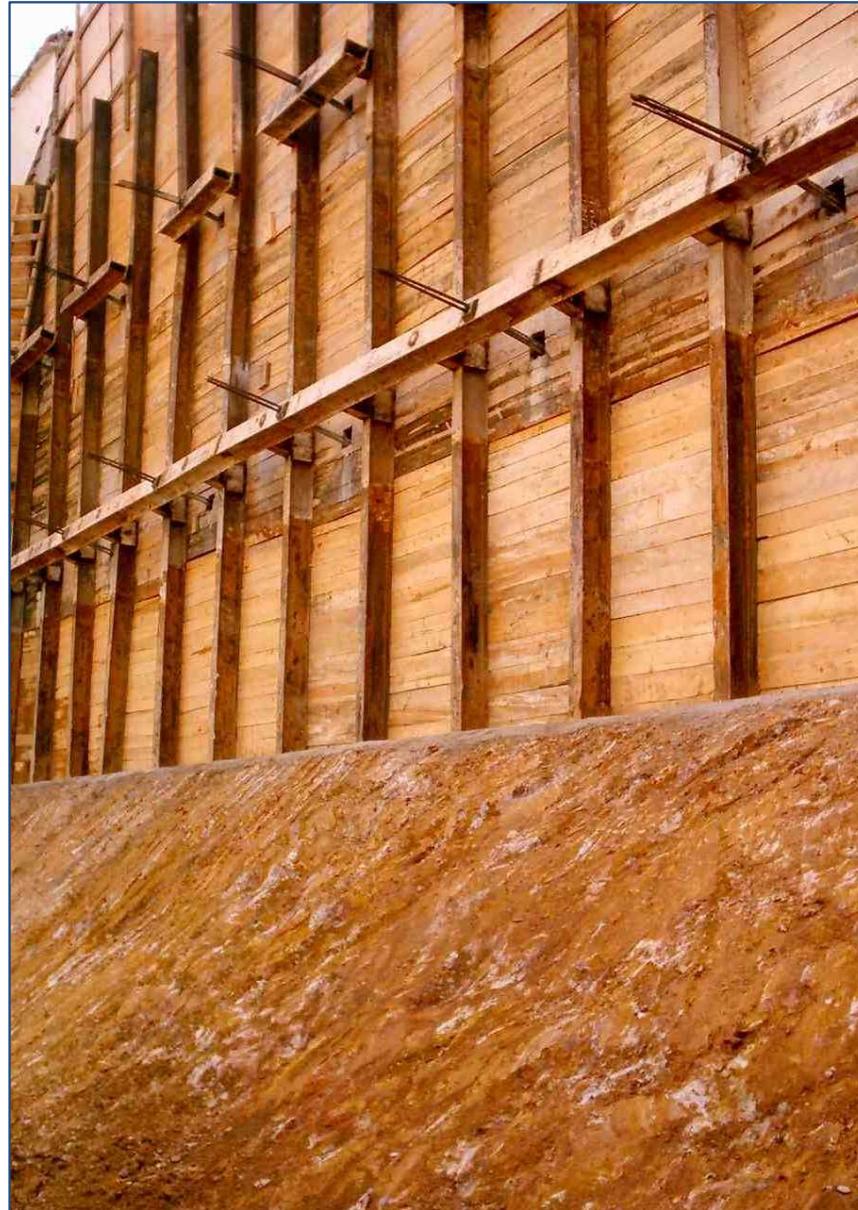
## Definição Geral de Contenção

### Atirantamento



## Definição Geral de Contenção

Atirantamento



## Breve Histórico

O desenvolvimento de ancoragens em solo é relativamente recente, tendo sido mais amplamente aplicado na segunda metade do século passado.

No Brasil as primeiras aplicações foram realizadas em obras de contenção no Rio de Janeiro, em Copacabana, estrada Rio – Teresópolis e estrada Grajaú – Jacarepaguá por volta de 1966 (Nunes, 1987). Na Alemanha, foi utilizado nas escavações do edifício Rádio Difusão de Munique (Jelinek e Ostermeyer, 1967) e nos Estados Unidos principalmente a partir de 1970 (FHWA, 1999).

A partir de 1970, o uso de ancoragens no Brasil teve um grande impulso devido às obras de construção do Metrô de SP e RJ.

## O que são tirantes

Tirantes são intrusões sub-horizontais no maciço de solo ou rocha a ser arrimado, que são compostos de elementos metálicos (geralmente) com grande capacidade à tração, e tem seu comprimento determinado em projeto em função do carregamento a que estarão sujeitos e às características do maciço em que se ancoram.

Em sua extremidade inferior há um trecho de maior dimensão, denominado **bulbo de ancoragem**, que tem a função de fixar o tirante no maciço de solo ou rocha em que está instalado.

Os tirantes podem ser **provisórios** ou **permanentes**, sendo sua determinação fruto do tipo de obra e características das estruturas à que suportam.

## O que são tirantes

De acordo com a Norma NBR5629/2018, os tirantes são classificados como **permanentes** quando se destinam a obras com duração superior a 2 anos, aplicável quando o tirante fica definitivamente incorporado.

Já os tirantes **provisórios**, são aqueles que se destinam a obra com duração de até 2 anos.

A determinação do tipo de tirante fixa coeficientes de segurança, proteção anti-corrosiva e precauções construtivas diferentes para cada caso.

## O que são tirantes

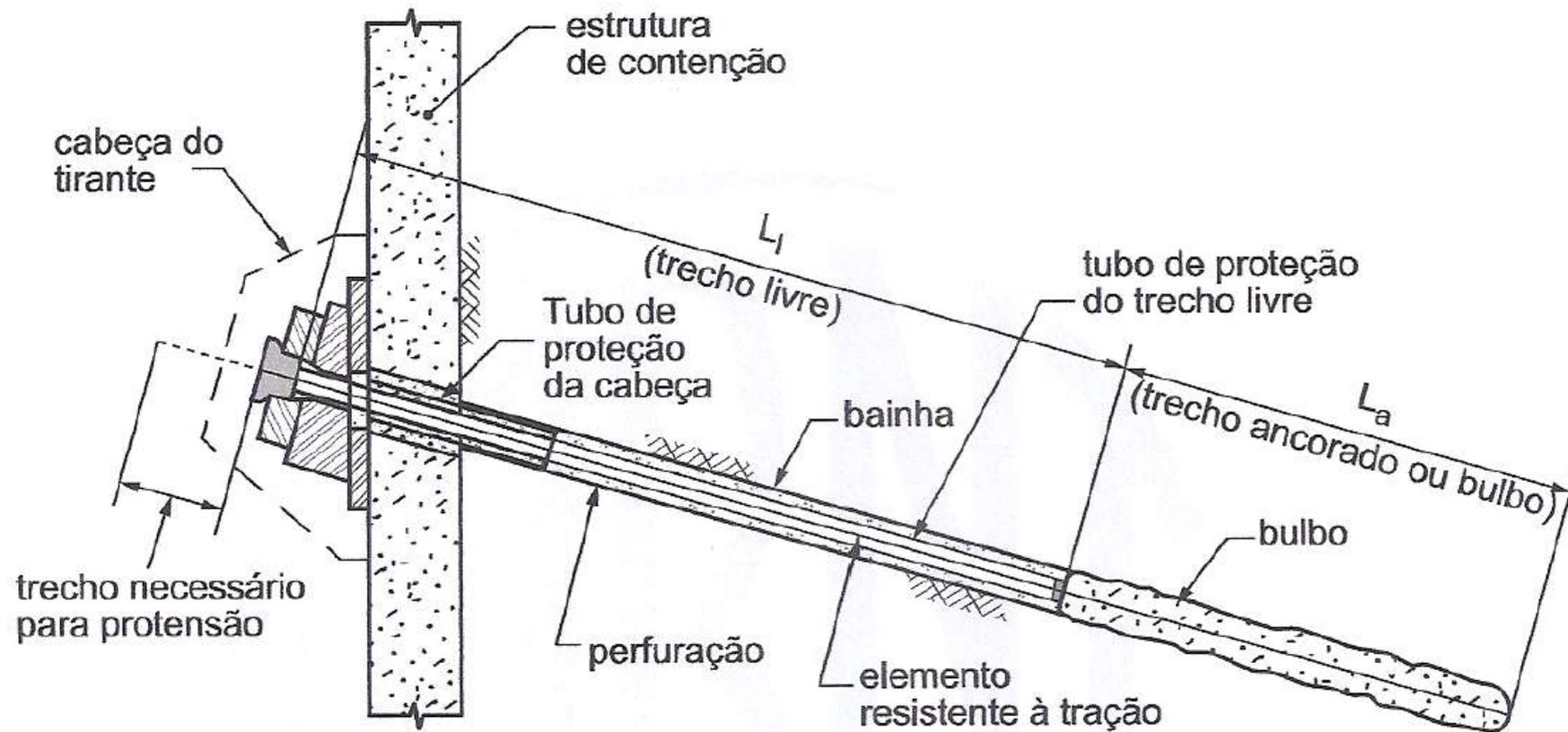
Os tirantes são compostos de três partes principais:

-Cabeça: Parte do tirante que suporta a estrutura. Geralmente feita em aço, pode ser através de porcas, cunhas, clavetes, etc.

-Trecho Livre: Trecho entre a cabeça e o bulbo de ancoragem. Como o tirante é tracionado, este trecho deve ser feito de forma que tenha liberdade de deformar.

-Trecho ancorado ou Bulbo de Ancoragem: É a parte do tirante que deve transferir os esforços do tirante para o maciço. Basicamente é um trecho do tirante com grande massa de aglutinante que envolve os elementos estruturais e por atrito se fixa ao maciço, permitindo a tração do tirante sem que este se desloque.

## O que são tirantes



## Execução de tirantes

A execução do tirante inicia-se com a montagem dos seus elementos estruturais. Estes podem ser compostos por monobarras, fios ou cordoalhas de aço, ou ainda materiais sintéticos (menos comum). Dependendo do carregamento à que estarão sujeitos os tirantes, determina-se o tipo de material que será utilizado.

O comprimento dos elementos estruturais deve ser tal que garanta o comprimento determinado em projeto, acrescido de comprimento necessário para sua execução.

## Execução de tirantes

### Monobarra



## Execução de tirantes

### Fios



## Execução de tirantes

### Cordoalhas



## Execução de tirantes

Na montagem são colocadas peças para garantia do recobrimento dos elementos estruturais, os chamados **espaçadores**.



## Execução de tirantes

Para garantia da vida útil dos tirantes, medidas de proteção à corrosão dos elementos estruturais são tomadas. A escolha do tipo de proteção depende da agressividade do meio.

De acordo com a NBR5628/2018, os sistemas de proteção são:

Vida útil de projeto	Meio <sup>a</sup>	Proteção		
		Cabeça	Trecho livre	Trecho ancorado
Provisório	Não agressivo	Calda de cimento	Calda de cimento	Calda de cimento
	Agressivo	Calda de cimento + 1 barreira	Calda de cimento + 1 barreira	Calda de cimento
Permanente	Não agressivo	Calda de cimento + 2 barreiras + Tubo protetor	Calda de cimento + 2 barreiras	Calda de cimento + 1 barreira
	Agressivo	Calda de cimento + 3 barreiras + Tubo protetor	Calda de cimento + 3 barreiras	Calda de cimento + 1 barreira

<sup>a</sup> A referência de meio não agressivo é o critério pH > 6, podendo ser necessários outros critérios e ensaios, devidamente a ser prescritos no projeto.

## Execução de tirantes

As chamadas barreiras são:

- a) Calda de cimento: deve garantir cobrimento mínimo de 10mm, ou
- b) Tubo de polietileno, PVC, poliéster ou material não degradável, ou
- c) Tubo metálico ou plástico corrugado, ou
- d) Galvanização a fogo, ou
- e) Pintura específica para proteção anti-corrosiva com deformação mínima igual ou superior à deformação elástica do aço, ou
- f) Graxa grafitada.

## Execução de tirantes

Como os tirantes recebem injeção de calda de cimento, na montagem dos elementos estruturais também é colocado tubo de injeção.



## Execução de tirantes

O trecho ancorado dos tirantes é confeccionado com injeção de calda de cimento a altas pressões. Para este trecho, no tubo de injeção são feitas perfurações, por onde sairá a calda de cimento, protegidas com um diafragma de borracha, chamado “manchete”



manchetes

## Execução de tirantes

Com os tirantes montados, passa-se então à fase de perfuração do maciço para a instalação dos tirantes. As perfurações devem ser feitas seguindo as especificações de projeto quanto à cota de implantação, comprimento e ângulo de inclinação.



## Execução de tirantes

Após a perfuração, é instalada a armação dos tirantes.



## Execução de tirantes

Após a colocação da armação, o furo é preenchido com calda de cimento a baixas pressões, confeccionando-se a chamada “bainha”.



## Execução de tirantes

Com a perfuração já preenchida com a “bainha” e a armação, iniciam-se as fases seguintes de injeção, desta feita para a confecção do bulbo de ancoragem.

As fases posteriores de injeção dependem das características de resistência oferecidas pelo terreno, sendo que se faz a quantidade necessária de injeções, até que se obtenha valores de pressão de injeção considerados aceitáveis. Para terrenos considerados bons, costumam ser necessárias duas fases de injeção para se obter pressões aceitáveis, mas podem ocorrer solos menos resistentes que se chegam a quatro fases de injeção.

## Execução de tirantes

Após o término da injeção (obtidas as pressões de injeção satisfatórias), deve-se aguardar o “tempo de cura” da calda de cimento, para então passar-se à fase de protensão do tirante. Nesta fase, através de macaco hidráulico, se aplica uma carga de tração no tirante, “puxando-o”. Este carregamento é feito de maneira gradual até atingir a chamada carga inicial, quando passa-se também a se registrar os deslocamentos do tirante.

## Execução de tirantes



## Execução de tirantes

Para a aceitação do tirante e incorporação do mesmo, são necessários ensaios, a saber:

**Ensaio de Recebimento:** este ensaio é feito em todos os tirantes da obra. São previstos quatro tipos de carregamento, dependendo da utilização do tirante:

Tirante / ensaio	Estágios de carga e descarga
Permanente / ensaio tipo A	$F_0$ e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft; 1,4Ft; 1,6Ft e 1,75Ft
Permanente / ensaio tipo B	$F_0$ e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft e 1,4Ft
Provisório / ensaio tipo C	$F_0$ e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft; 1,2Ft e 1,5Ft
Provisório / ensaio tipo D	$F_0$ e 0,3Ft; 0,6Ft; 0,8Ft; 1,0Ft e 1,2Ft

Segundo a Norma, 10% dos tirantes devem ser ensaiados até a carga máxima 1,75Ft (permanentes) e 1,5Ft (provisórios) – ensaios tipo A e C

## Execução de tirantes

**Ensaio de Recebimento:** Com os valores obtidos no ensaio são traçados gráficos para cada tirante ensaiado (abaixo exemplo para tipo A), e se considera adequados os tirantes com deslocamentos da cabeça que estabilizarem com a carga máxima e deslocamentos máximos da cabeça entre as linhas a e b do gráfico:

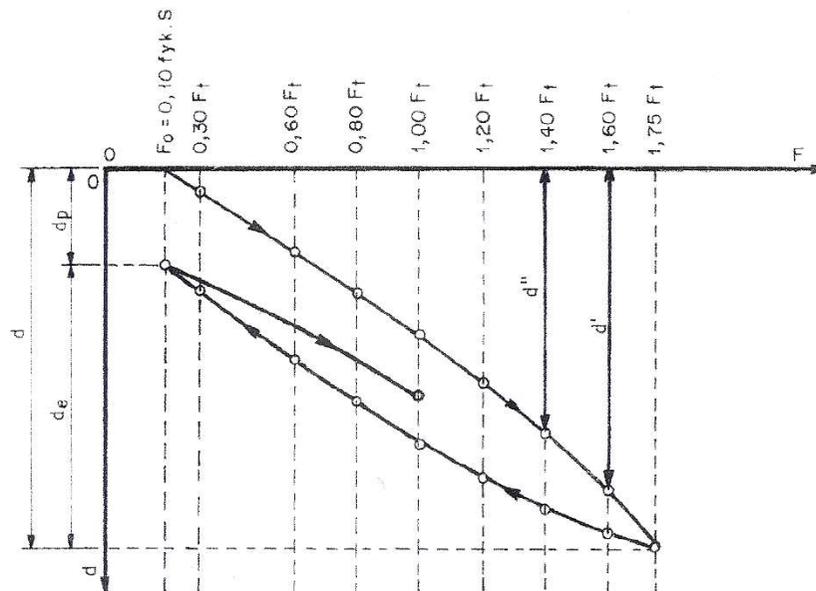


Figura A.4-a) - Cargas x deslocamentos totais

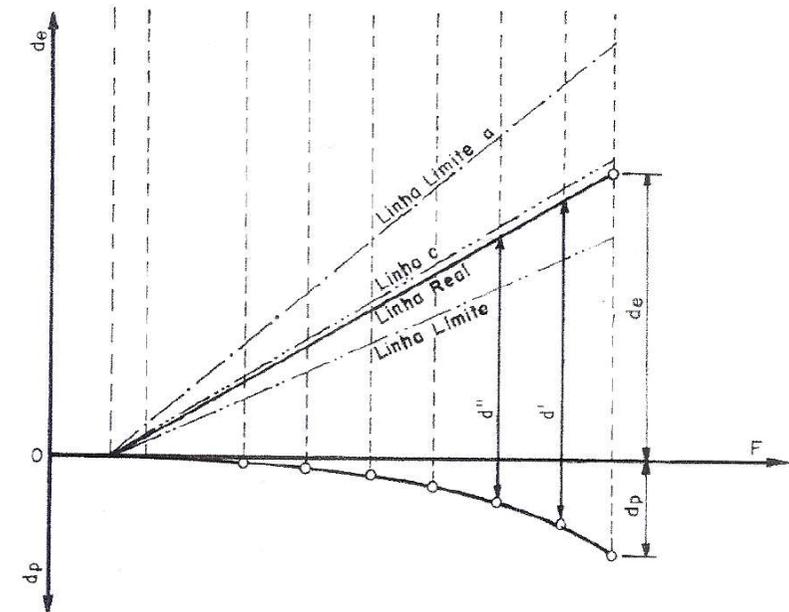


Figura A.4-b) - Repartição em deslocamentos elástico e permanente

## Execução de tirantes

**Ensaio de Qualificação:** é um ensaio mais detalhado que o de recebimento, no sentido de que se fazem ciclos crescentes de carregamento e descarga. Segundo a Norma, este ensaio deve ser feito em 1% dos tirantes permanentes e no mínimo em 2. Os resultados também são apresentados em forma de gráficos, similar aos do ensaio de recebimento e os critérios de aceitação dos tirantes ensaiados são que os deslocamentos elásticos devem situar-se entre as linhas a e b e o segmento Pa, que representa a perda de carga por atrito ao longo do comprimento livre deve ser menor que o segmento  $F_0R$

## Execução de tirantes

### Ensaio de Qualificação:

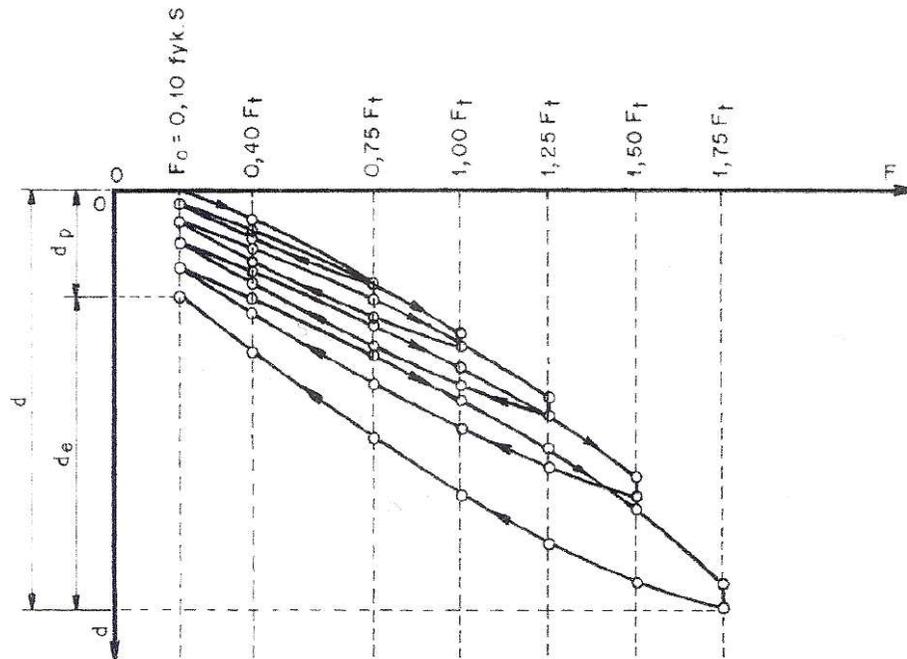


Figura A.3-a) - Cargas x deslocamentos totais

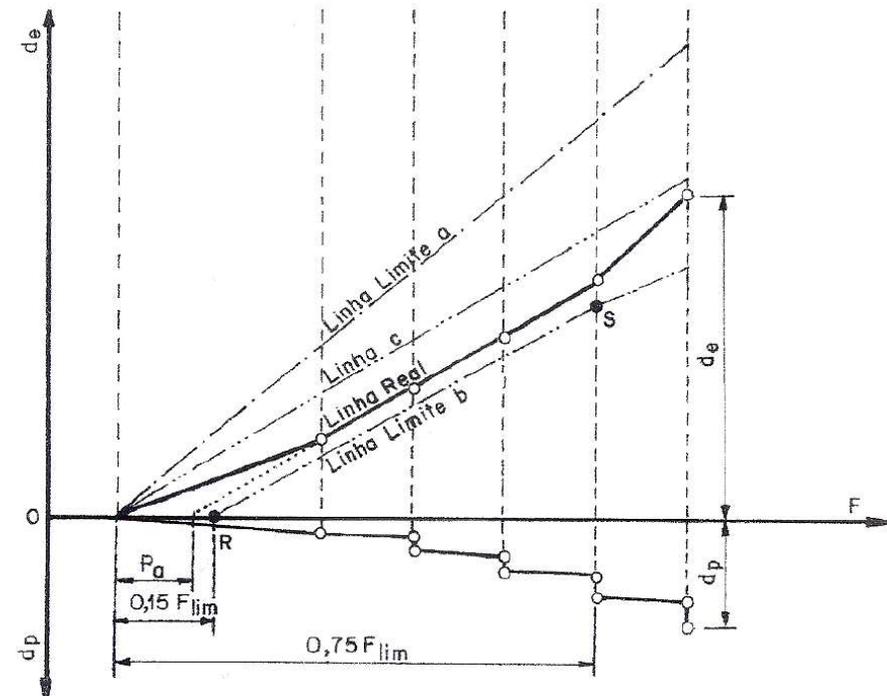


Figura A.3-b) - Repartição em deslocamentos elástico e permanente

## Execução de tirantes

**Ensaio de Fluência:** é um ensaio feito em ancoragens permanentes, a fim de avaliar o desempenho para longa duração. Segundo a Norma, este ensaio deve ser feito em 0,5% dos tirantes em obras de mais de 100 tirantes e no mínimo em 2. O ensaio é feito para cargas constantes nos seguintes níveis de carregamento: 0,75Ft; 1,0Ft; 1,25Ft; 1,5Ft e 1,75Ft. Basicamente se mede deslocamentos da cabeça para os carregamentos indicados com intervalos de tempo de 10min, 20min, 30min, 40min, 50min e 60min. A partir de 60min, as medições são interrompidas se os deslocamentos nos últimos 30min forem inferiores a 5% do deslocamento total. Caso este comportamento não seja observado, deve-se prosseguir com leituras a cada 30min até obter que o comportamento seja obtido. Similar aos demais ensaios, traçam-se curvas para interpretação do ensaio.

## Execução de tirantes

**Ensaio de Fluência:** Um dos gráficos é log tempo x deslocamento em cada estágio, para determinação do coeficiente de fluência e o outro gráfico é carga x coeficiente de fluência. São aceitos os tirantes com coeficiente de fluência para uma carga de  $1,75F_t$  menores ou iguais a:

- 1mm para bulbos em terrenos arenosos
- 2mm para bulbos em terrenos argilosos ou não arenosos.

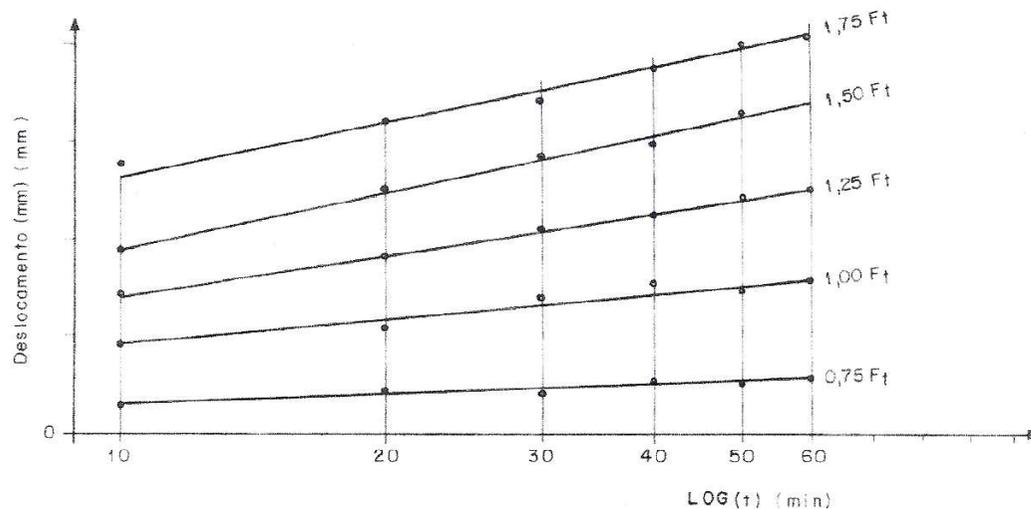


Figura A.8-b) - Log (tempo) x deslocamento

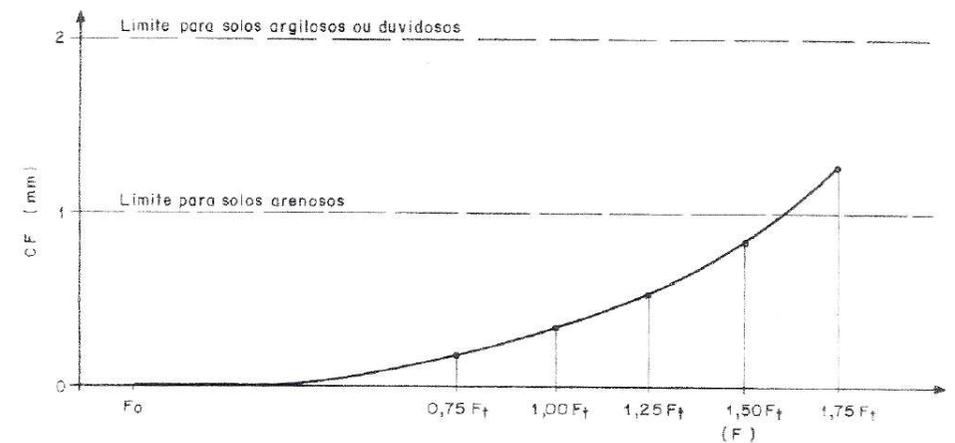


Figura A.8-c) - Carga (F) x coeficiente de fluência (CF)

## Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

**-Esforços aplicados nos tirantes:** a partir do diagrama de empuxos utilizado para o dimensionamento da contenção, determinam-se as reações aplicadas nos níveis de implantação dos tirantes. Esses esforços horizontais devem ser decompostos em reação vertical e normal do tirante, fruto do seu ângulo de inclinação.

**-Cálculo do Comprimento Livre:** ao se dimensionar um tirante, deve-se tomar o cuidado de fixar um comprimento livre que assegure que o bulbo de ancoragem esteja “fora” da cunha de ruptura da contenção. Para tanto, deve-se processar a estabilidade global do conjunto e assim determinar a cunha de escorregamento, para que o comprimento livre assegure.

## Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

**-Cálculo do Comprimento Ancorado:** a NBR5629/2006 (já existe nova revisão) apresentava metodologia para cálculo do comprimento ancorado dos tirantes. Para solos arenosos a resistência à tração pode ser estimada pela seguinte equação:

$$T = \sigma_z' U L_b k_f$$

Onde,

$\sigma_z'$  é a tensão efetiva no ponto médio da ancoragem

U é o perímetro da seção transversal da ancoragem

$k_f$  é um coeficiente de ancoragem (tabela)

## Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

### -Cálculo do Comprimento Ancorado:

Solo	Compacidade		
	Fofa	Compacta	Muito Compacta
Silte	0,1	0,4	1,0
Areia fina	0,2	0,6	1,5
Areia média	0,5	1,2	2,0
Areia grossa	1,0	2,0	3,0

## Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

**-Cálculo do Comprimento Ancorado:** Para solos argilosos a resistência à tração pode ser estimada pela seguinte equação:

$$T = \alpha U L_b s_u$$

Onde,

$\alpha$  é o coeficiente redutor ao cisalhamento

U é o perímetro da seção transversal da ancoragem

$s_u$  é a resistência ao cisalhamento não drenado do solo argiloso

Para  $s_u \leq 40\text{kPa}$ ,  $\alpha = 0,75$

Para  $s_u \geq 100\text{kPa}$ ,  $\alpha = 0,35$

## Dimensionamento de tirantes

Para o dimensionamento dos tirantes, deve-se determinar o seguinte:

**-Dimensionamento da seção de aço:** a seção de aço dos tirantes deve ser dimensionada para o esforço máximo a que estará sujeito:

Para tirantes permanentes:

$$\sigma_{adm} = \frac{f_{yk}}{1,75} \times 0,9$$

Para tirantes provisórios:

$$\sigma_{adm} = \frac{f_{yk}}{1,50} \times 0,9$$

## Dimensionamento de tirantes

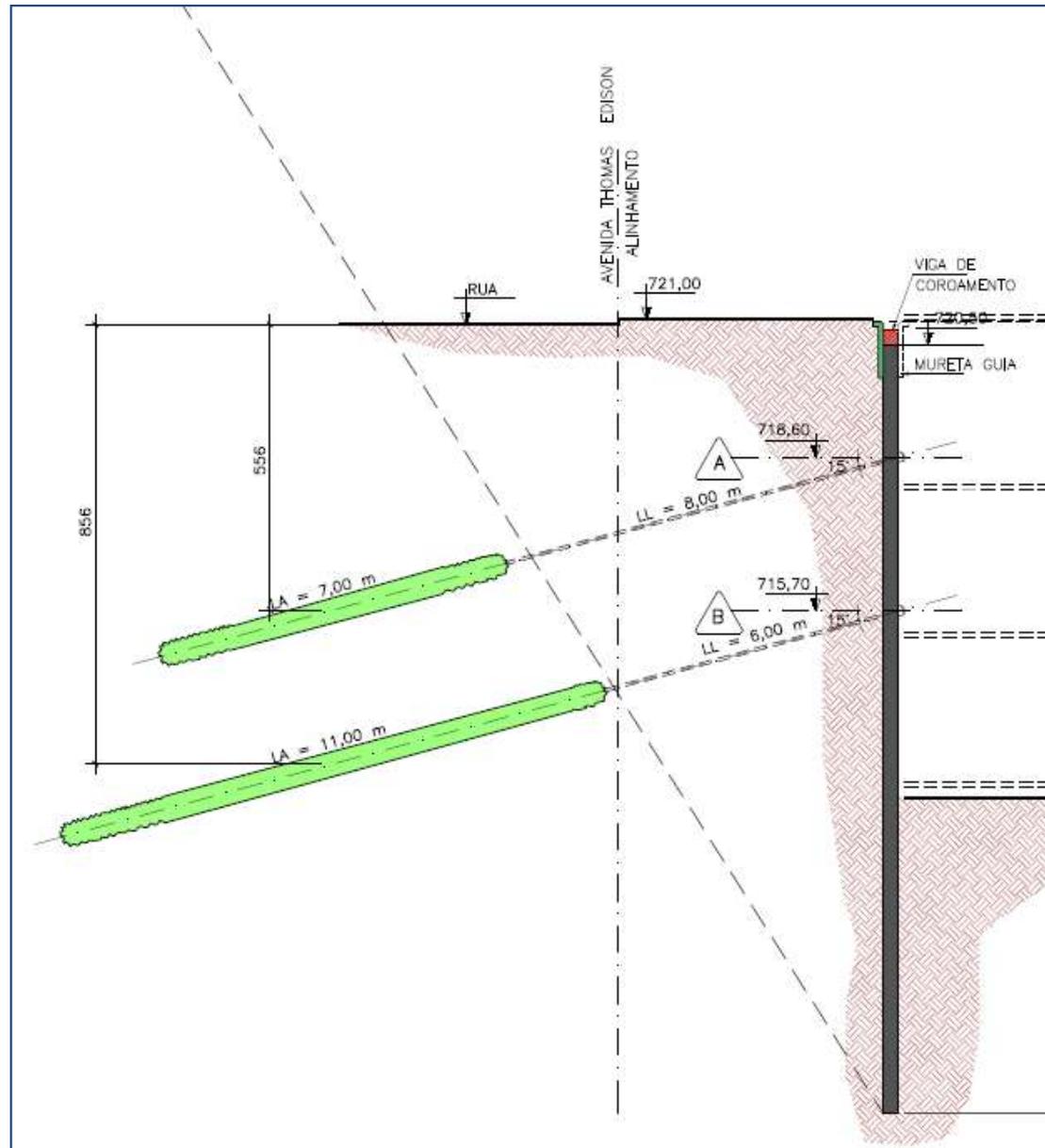
TIPO DE TIRANTE	ARMAÇÃO	TIPO DE AÇO	PROVISÓRIO (tf)	PERMANENTE (tf)
BARRA	1 $\phi$ 22mm	CA-50A	8	7
	1 $\phi$ 25mm		12	10
	1 $\phi$ 32mm	GEWI 50 55	24	21
	1 $\phi$ 32mm	ST 85 105	41	35
FIOS	6 $\phi$ 8mm	CP 150 RB	24	21
	8 $\phi$ 8mm		33	28
	10 $\phi$ 8mm		41	35
	12 $\phi$ 8mm		49	42
CORDOALHA	4 $\phi$ 12,7mm	CP 190 RB	40	35
	6 $\phi$ 12,7mm		61	52
	8 $\phi$ 12,7mm		81	69
	10 $\phi$ 12,7mm		101	87
	12 $\phi$ 12,7mm		121	104

## Dimensionamento de tirantes

Alguns cuidados devem ser tomados ao se determinar a inclinação e comprimentos livre e ancorado dos tirantes:

- Deve-se garantir que o centro do trecho ancorado esteja há pelo menos 5,00m de profundidade em relação à superfície do terreno, para que não ocorra problemas quando da injeção do bulbo de ancoragem
- O trecho ancorado deve estar “fora” da provável cunha de ruptura, para que não haja comprometimento da capacidade de carga do tirante
- O trecho livre deve ter, no mínimo:
  - 3,00m de comprimento para tirantes com fixação por rosca
  - 5,00m de comprimento para tirantes com fixação por clavetes

## Dimensionamento de tirantes



## Caso de Obra

Empreendimento residencial em São Caetano do Sul, contendo:

02 (duas) torres com:

03 (três) subsolos

pavimento térreo

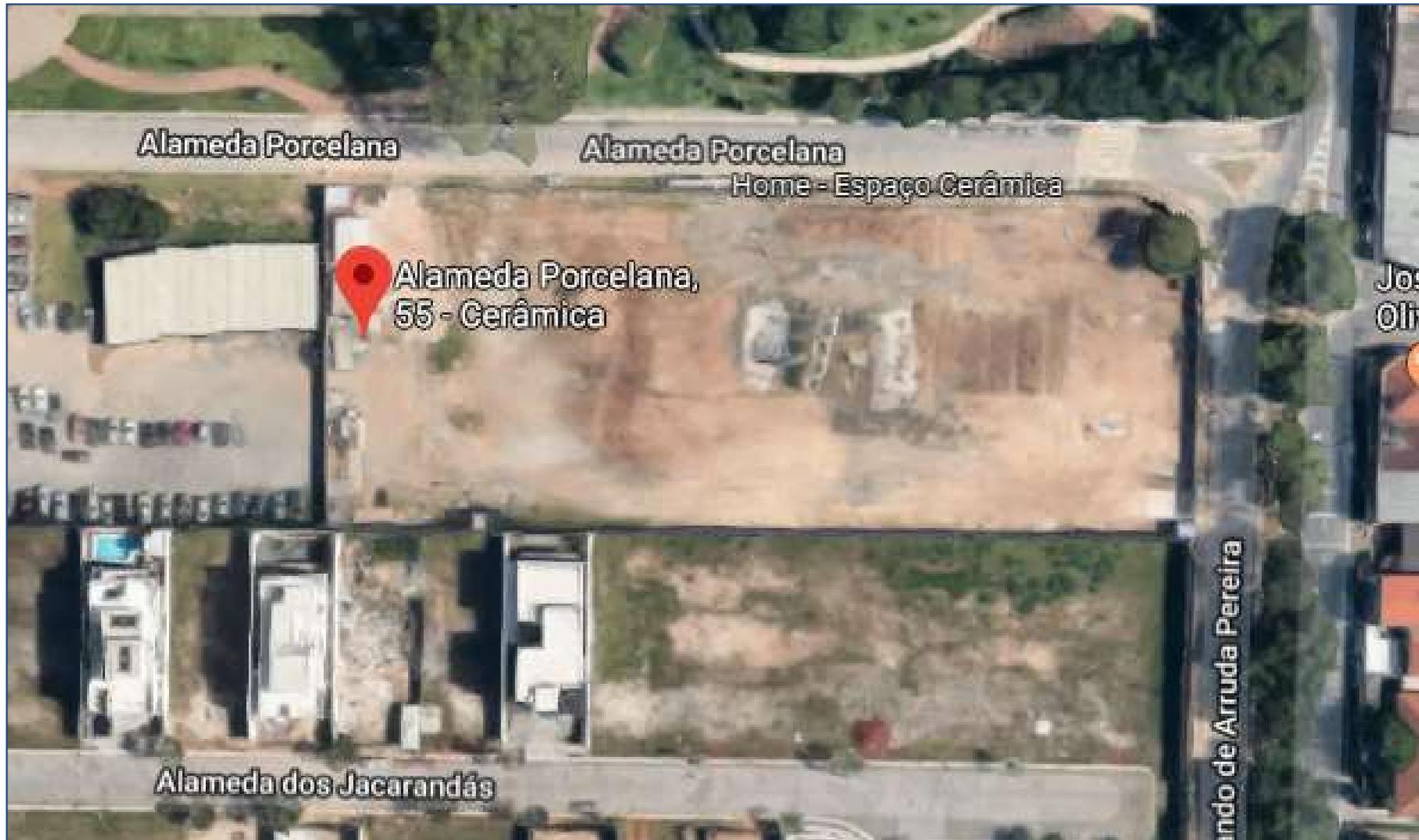
16 (dezesesseis) pavimentos tipo

Contenção projetada:

Parede diafragma ( $e=40\text{cm}$ ) – 11,90 a 14,70m de profundidade

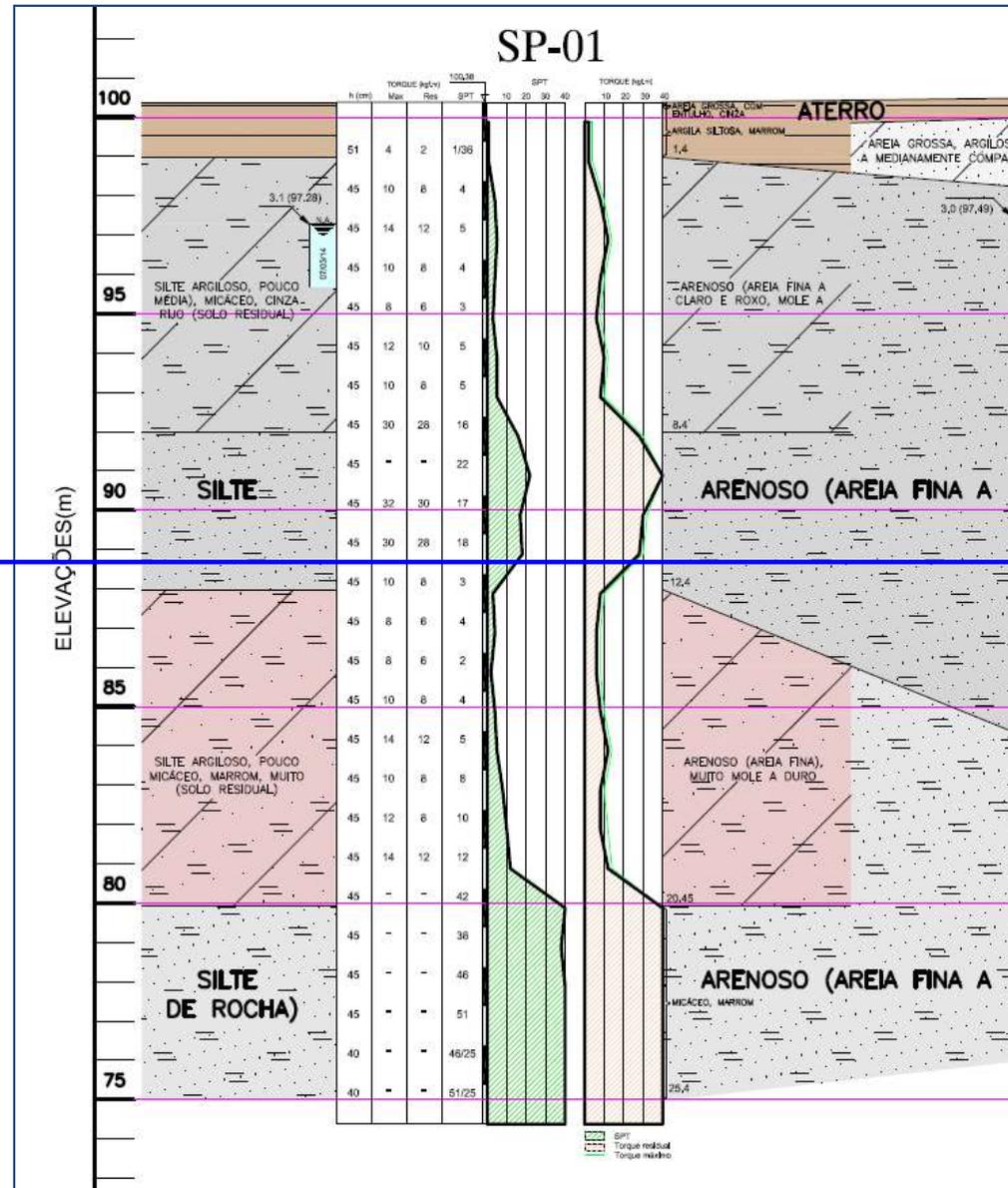
Tirantes provisórios (2 a 3 linhas para 35 a 100tf)

## Caso de Obra

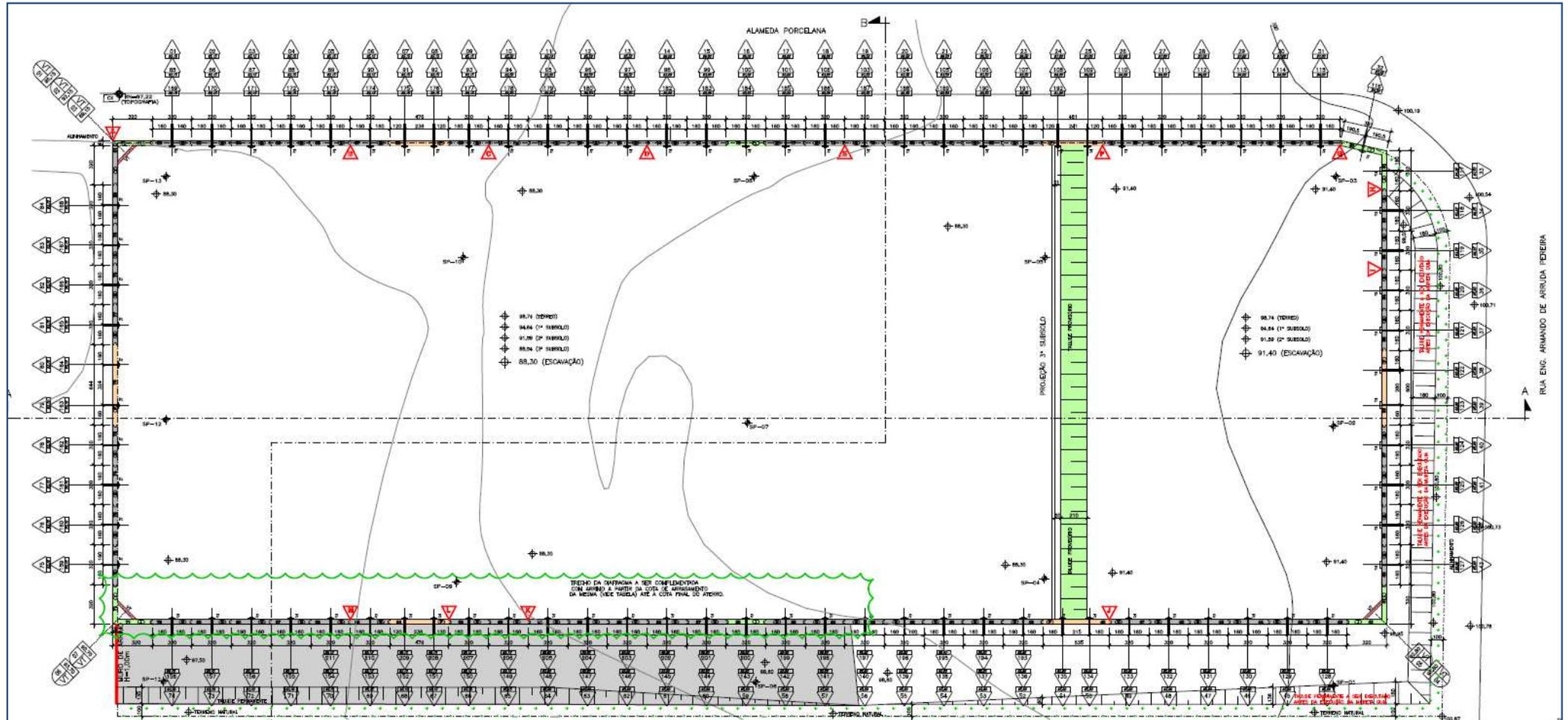


## Caso de Obra

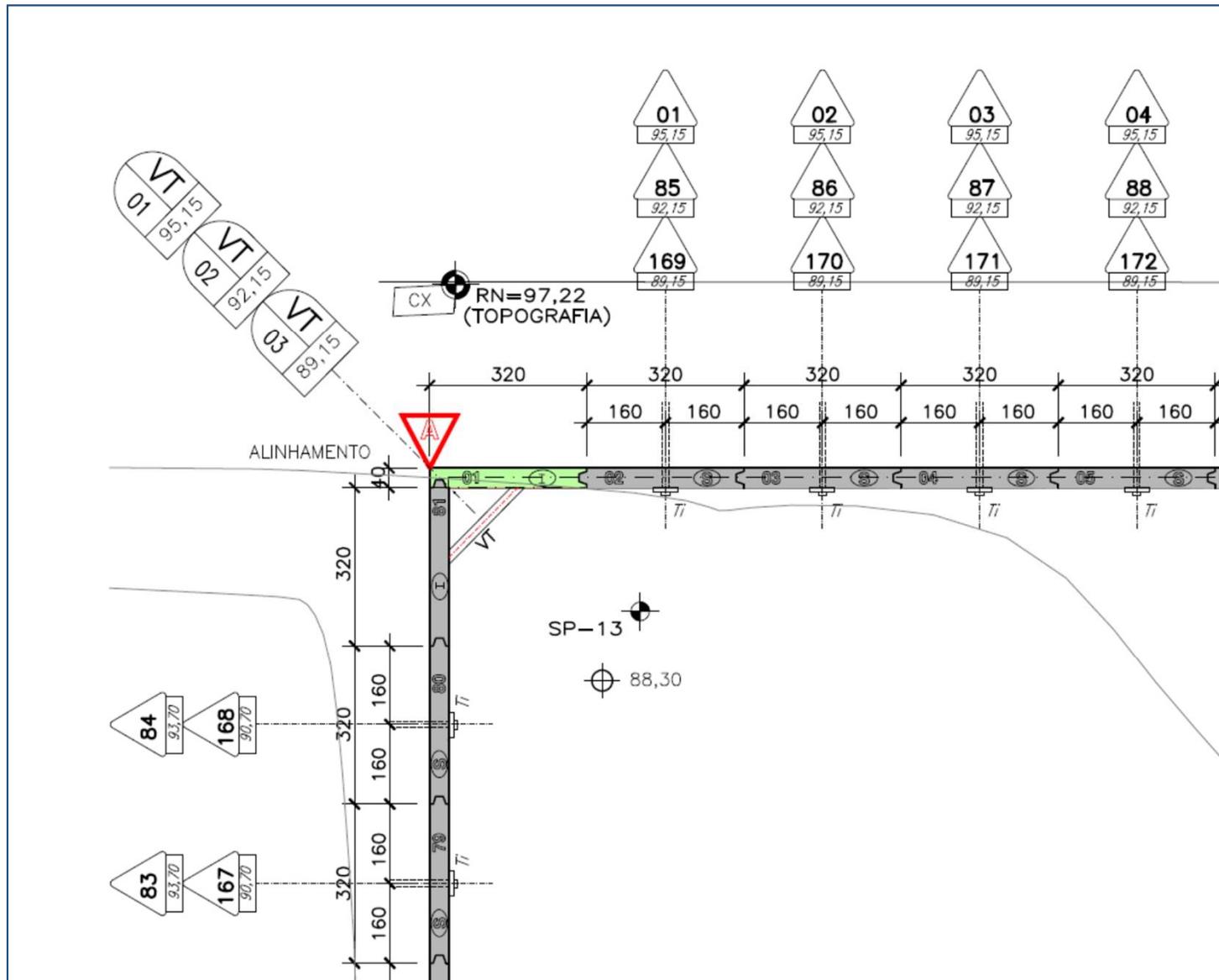
3º subsolo



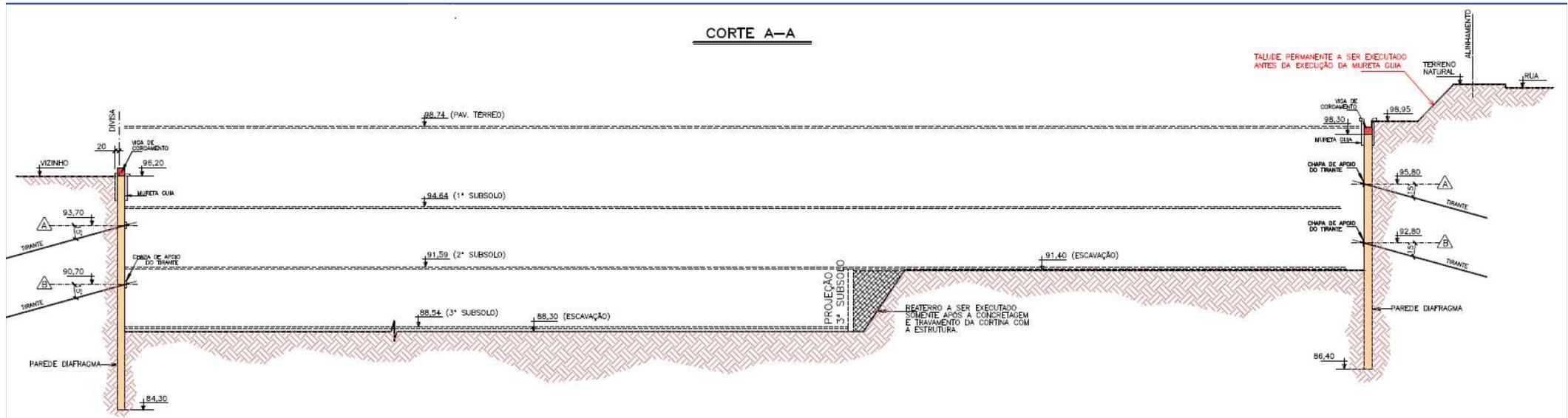
## Caso de Obra



## Caso de Obra



## Caso de Obra



## Caso de Obra

TABELA DE IMPLANTAÇÃO DOS TIRANTES PROVISÓRIOS											
	TIRANTE Nº	COTA DE IMPLANTAÇÃO	INCLINAÇÃO HORIZONTAL	INCLINAÇÃO VERTICAL	TIPO DE TIRANTE	AÇO	COMPRIMENTO LIVRE (m)	COMPRIMENTO ANCORADO (m)	CARGA PROVISÓRIA (tf)	CARGA DE TESTE (tf)	
1ª LINHA	01 a 09 , 65 ao 70	95,15	0°	25°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	17,00	7,00	35	42	
	10 ao 13	95,50	0°	25°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	17,00	7,00	35	42	
	14 ao 18	96,00	0°	25°	04 CORDOALHAS #12,7mm	CP 190 RB	17,00	7,00	35	42	
	19 ao 23	96,50	0°	25°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	17,00	7,00	35	42	
	24 ao 31	97,00	0°	25°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	17,00	7,00	35	42	
	32 e 33	97,50	0°	15°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	14,00	7,00	35	42	
	34 e 35	96,25	0°	15°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	14,00	7,00	35	42	
	36 ao 51	95,80	0°	15°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	14,00	7,00	35	42	
	52 ao 64	95,80	0°	25°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	17,00	7,00	35	42	
71 ao 84	93,70	0°	15°	04 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	14,00	7,00	35	42		
2ª LINHA	85 ao 93, 144 ao 154	92,15	0°	25°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	9,00	15,00	75	90	
	94 ao 97	92,50	0°	25°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	13,00	15,00	75	90	
	98 ao 102	93,00	0°	25°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	13,00	15,00	75	90	
	103 ao 107	93,50	0°	25°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	13,00	15,00	75	90	
	108	94,00	0°	25°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	13,00	15,00	75	90	
	109 ao 115	94,00	0°	15°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	9,00	10,00	50	60	
	116 e 117	94,50	0°	15°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	9,00	10,00	50	60	
	118 e 119	93,25	0°	15°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	9,00	10,00	50	60	
	120 ao 135	92,80	0°	15°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	9,00	10,00	50	60	
	136 ao 148	92,80	0°	25°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	13,00	15,00	75	90	
155 ao 168	90,70	0°	15°	08 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	9,00	10,00	50	60		
3ª LINHA	169 ao 177, 206 ao 211	89,15	0°	25°	12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	6,00	20,00	100	120	
	178 ao 181	89,50	0°	25°	12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	6,00	20,00	100	120	
	182 ao 186	90,00	0°	25°	12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	6,00	20,00	100	120	
	187 ao 191	90,50	0°	25°	12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	6,00	20,00	100	120	
	192	91,50	0°	25°	12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	6,00	20,00	100	120	
	193 ao 205	89,80	0°	25°	12 CORDOALHAS #12,7mm ou SIMILAR	CP 190 RB	6,00	20,00	100	120	

## Caso de Obra

BOLETIM DE EXECUÇÃO DE TIRANTES																																																	
Cliente:		Obra: 249				Local: SÃO PAULO				Equipamento: CMV M20-10																																							
DADOS DO TIRANTE: N° 01-		CARGA DE TRABALHO: 1t				INCLINAÇÃO: VERT. 25 HORZ.																																											
TIPO: Cond		COMPRIMENTO LIVRE: 17 m				COMPRIMENTO ANCORADO: 7 m				COTA: n° manchetes: 14																																							
DADOS DA PERFURAÇÃO																																																	
DATA	DIÂMETRO (mm)	SEÇÃO		TRECHO PERF (m)	FERRAMEN TURTICW	HORAS		TRECHO ATRAVESSADO E OBSERVAÇÕES																																									
		DE	A			DE	A																																										
11/03	6.0	0.0	24	24	FW	10:30	11:45	Argila																																									
DADOS DA INJEÇÃO																																																	
DADOS DE INJEÇÃO DA BAINHA										DATA: 12/03										HORA: 9:30										CONSUMO: 200 Kg										TOTAL									
1ª FASE		Manchete n°		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	Pa = pressão de abertura																										
		Pa (kgf/cm²)		44	42	46	44	42	40	38																																							
DIA		PI (kgf/cm²)		34	32	36	34	32	32	28																																							
HORA		C (kg)		40	40	40	40	40	40	40																																							
1ª FASE		Manchete n°		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	Pi = pressão de injeção																										
		Pa (kgf/cm²)		42	42	46	46	40	38	38 <sup>A</sup>																																							
DIA		PI (kgf/cm²)		32	30	38	38	30	30	28																																							
HORA		C (kg)		40	40	40	40	40	40	40																																							
2ª FASE		Manchete n°		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	C = consumo de cim. Injetado.																										
		Pa (kgf/cm²)																																															
DIA		PI (kgf/cm²)																																															
HORA		C (kg)																																															
2ª FASE		Manchete n°		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	NA = não abriu																										
		Pa (kgf/cm²)																																															
DIA		PI (kgf/cm²)																																															
HORA		C (kg)																																															
TIRANTE COLOCADO COM: m																				TOTAL DE Kg DE CIMENTO INJETADO: Kg																													

TIRANTE PROTENDIDO		Nº 057	
OBRA ESPAÇO CERÂMICA		DATA 29 / 05 / 2015	
CLIENTE Gafisa		DATA SEMANA sexta-feira	
PROJETISTA MG&A		PROJETO ESPAÇO CERÂMICA	
TIRANTE Nº <b>088</b>	PERFURAÇÃO	ARMADURA	SEÇÃO TOTAL
	Ø dos FUROS <b>150 mm</b>	BARRAS	SE = <b>790 mm²</b>
CARGA (TON) <b>75 tf</b>	INCLINAÇÃO	TIPO	COMPRIMENTOS
	VERTICAL <b>25°</b> HORIZONTAL	CP 190 RB	TRECHO LIVRE <b>9,00 m</b> TRECHO ANCORADO <b>15,00 m</b> TRECHO EXTERNO <b>1,00 m</b> TOTAL <b>25,00 m</b>
RASTREABILIDADE		TOTAL INJETADO	2.940 kg
CIMENTO LOTE Nº		OBSERVAÇÕES	
FIO DE AÇO CORDOALHA LOTE Nº			
PROTENSÃO		CARGA DE TRAMALHE* <b>75 tf</b>	CARGA TERTE* <b>90 tf</b>
CARGA INCORPORADA* <b>75 tf</b>			
Data - Hora	PROTENSÃO MANÔMETRO	CARGA (kg)	DEFORMAÇÃO (mm)
37	13,50	168	60,00
63	22,50	126	45,00
126	45,00	63	22,50
168	60,00	37	13,50
211	75,00	63	22,50
253	90,00	126	45,00
211	75,00	168	60,00

**CARGAS x DEFORMAÇÕES**

Limite superior  
deA = 82 mm

Deform. Elástica  
def. E = 69 mm

Limite inferior  
deB = 36 mm

Deform. Plástica  
def. P = 21 mm

MARCA DO (marca e tipo) RUDELÖFF	OBSERVAÇÕES Manômetro Nº 622 Macaço Protensão Nº 60	DEFORMADO (mm) <i>Jon. C...</i>	FISCALIZAÇÃO (mm/4mm)
-------------------------------------	---	------------------------------------	-----------------------

## Considerações Finais

1. Como toda obra geotécnica, sem bons dados de entrada, os resultados podem ser catastróficos. A contratação de uma boa campanha de sondagem, realizada por empresa de reconhecida competência é fundamental.
2. A execução de tirantes, muitas vezes, se dá sob edificações ou propriedades de terceiros, assim sendo, todo o cuidado é necessário para que se tenha uma obra sem percalços. É muito importante que se tenha um levantamento topográfico cadastral, com indicação das construções vizinhas, com suas cotas de níveis, para que não se corra o risco de ao perfurar um tirante se encontre uma edificação enterrada (caixas d'água, poços de elevador, etc.)

## Considerações Finais

3. Existe uma questão legal muito importante. Ao se executar tirantes **permanentes** sob edificações de terceiros, é fundamental que se obtenha junto aos proprietários autorização para a execução dos mesmos e um termo de ciência, para que no futuro, caso venha a ser construída nova edificação, não se corra o risco de seccionar os tirantes.
4. Por ser um trabalho de extrema técnica, é fundamental a contratação de boas empresas de execução, para que sejam minimizados quaisquer riscos (priorizar empresas associadas da ABEF).
5. Para obras com tirantes permanentes é fundamental a previsão de um procedimento de verificação e manutenção rotineira dos mesmos.



14ª EDIÇÃO

# CURSO TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES E CONTENÇÕES geofix

# Obrigado!

Realização



Parcerias



Campus Higienópolis



Lobe

Participações Especiais



MGEA

BRASFIX  
FUNDAÇÕES DE OBRAS INDUSTRIAIS E PLANTAS

PRIME MUD  
ENGINEERING IN BOLLING FLOOR

CONSULTRIX

VIBES  
ENGENHARIA



ZF  
ENGENHARIA  
RECONSTRUTORA