

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

01. DEFINIÇÃO

Consiste no fornecimento dos materiais, mão-de-obra e equipamentos para execução de fundações profundas moldadas “in loco”. Os tubulões são caracterizados por fuste cilíndrico, que pode ser revestido (“encamisado”) ou não, e por uma base alargada, em forma de tronco de cone.

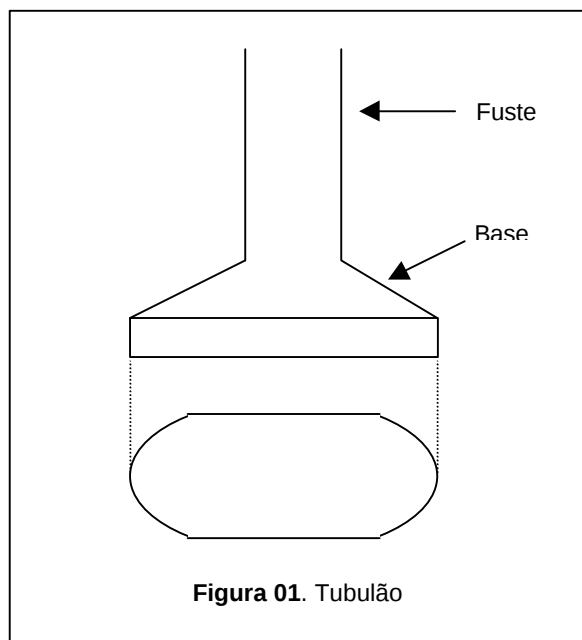


Figura 01. Tubulão

Podem ser escavados a céu aberto ou com a utilização de ar comprimido.

O revestimento do fuste (“encamisamento”), caso seja necessário, poderá ser efetuado com tubos de concreto pré-moldado ou com tubos de aço.

Estas fundações serão usadas nos casos em que o nível de água for muito elevado e for desaconselhável o uso de estacas cravadas, quer seja pela presença, no subsolo, de material rochoso muito compacto ou muito duro, quer seja por causa das vibrações danosas que a cravação transmitiria às construções vizinhas.

Têm larga aplicação nas estruturas com cargas elevadas como nas pontes, nos edifícios altos e nas edificações e instalações para a indústria pesada.

Tubulão a Ar Comprimido

Trata-se de uma metodologia de execução do tubulão na qual se adota uma campânula pressurizada conectada a uma estrutura vertical,

dentro da qual os trabalhadores executam a escavação.

Através da campânula, os trabalhadores descem até o ponto de escavação, mesmo abaixo do nível da água, podendo executar seu serviço, uma vez que a atmosfera pressurizada opõe-se à pressão da água, mantendo o ambiente seco.

02. MÉTODO EXECUTIVO

Escavação de Tubulão a Céu Aberto

Uma vez locados, será iniciada a escavação dos fustes dos tubulões, manualmente e/ou com o emprego de equipamento especial (trado mecânico).

As escavações manuais somente deverão ser executadas acima do nível do lençol freático natural, ou rebaixado, ou em casos especiais em que seja possível bombear a água, sem o risco de desmoronamento ou de perturbação no terreno de fundação adjacente.

As escavações poderão ser executadas utilizando-se trados mecânicos. No caso de a perfuração mecânica se processar abaixo do nível da água, será utilizada lama bentonítica, para manter o furo estável. Poderá ser usado escoramento em madeira, aço ou concreto, quando houver possibilidade de ocorrerem desmoronamentos.

Atingida a cota prevista em projeto, o terreno no qual se apoiará o tubulão será inspecionado. Se aprovado, será executado o alargamento da base. Caso contrário, a escavação deverá prosseguir até que sejam encontradas condições de suporte compatíveis com aquelas previstas no projeto.

Qualquer que seja o processo de escavação, a base alargada será aberta, de preferência, manualmente. Caso a escavação da base seja feita mecanicamente, os últimos 0,50 m executados manualmente, a fim de evitar o rompimento do equilíbrio da estrutura do terreno.

As bases terão forma de tronco de cone, tendo a maior dimensão até 3 vezes o diâmetro do fuste.

Uma vez alargada a base, a Fiscalização examinará o terreno de suporte do tubulão em toda área de contato. Caso se apresente homogêneo e com o tipo de solo adequado à capacidade de carga

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Fundações</i>	<i>1.02</i>
<i>Tubulões</i>	<i>1.02.10</i>

prevista no projeto, o tubulão será liberado definitivamente para a concretagem. As bocas dos fustes serão protegidas contra a entrada de água, inclusive as de chuva.

Desde o início será controlada a verticalidade da escavação.

No caso de ocorrerem cotas diferentes de assentamento entre tubulões próximos, deverão ser escavados, inicialmente, os mais profundos.

Serão evitadas tanto a escavação quanto a concretagem simultâneas em bases de tubulões adjacentes.

Escavação de Tubulão a Ar Comprimido

Os procedimentos de escavação serão similares aos adotados nos tubulões a céu aberto. Entretanto, deverá ser dada especial atenção às condições de trabalho devido à pressão.

Todo trabalho sob ar comprimido será executado de acordo com a prescrições a seguir. Quaisquer modificações deverão ser previamente aprovadas pelo órgão nacional competente em segurança e medicina do trabalho.

Antes da jornada de trabalho, os trabalhadores deverão ser inspecionados pelo médico, não sendo permitida a entrada em serviço daqueles que apresentarem sinais de afecções das vias respiratórias ou outras moléstias.

Será vedado o trabalho àqueles que se apresentarem alcoolizados ou com sinais de ingestão de bebidas alcoólicas.

Será proibida a ingestão de bebidas gasosas e o fumo dentro dos tubulões e campânulas.

Junto ao local de trabalho, deverão existir instalações apropriadas à assistência médica, à recuperação, à alimentação e à higiene individual dos trabalhadores sob ar comprimido.

Todo empregado que vá exercer trabalho sob ar comprimido deverá ser orientado quanto aos riscos decorrentes da atividade e às precauções que deverão ser tomadas, mediante educação audiovisual.

Todo empregado sem prévia experiência em trabalhos sob ar comprimido deverá ficar sob supervisão de pessoa competente, e sua compressão não poderá ser feita se não for acompanhado, na campânula, por pessoa hábil para instruí-lo quanto ao comportamento adequado durante o processo.

As turmas de trabalho deverão estar sob a responsabilidade de um encarregado de ar comprimido, cuja principal tarefa será a de supervisionar e dirigir as operações.

Exigências para operações nas campânulas

Deverá estar presente no local, pelo menos, uma pessoa treinada nesse tipo de trabalho e com autoridade para exigir o cumprimento, por parte dos empregados, de todas as medidas de segurança preconizadas neste item.

As manobras de compressão e descompressão deverão ser executadas através de dispositivos localizados no exterior da campânula, pelo operador das mesmas. Tais dispositivos deverão existir também internamente, porém serão utilizados somente em emergências. No início de cada jornada de trabalho, os dispositivos de controle deverão ser aferidos.

O operador da campânula anotarà, em registro adequado (Quadro II) e para cada pessoa o seguinte :

- ☐ Hora exata de entrada e saída da campânula;
- ☐ Pressão do trabalho;
- ☐ Hora exata do início e do término de descompressão.

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

QUADRO II

FOLHA DE REGISTRO DO TRABALHO SOB AR COMPRIMIDO

FIRMA.....

DATA.....

OBRA..... NOME DO ENCARREGADO.....

NOME	FUNÇÃO	COMPRESSÃO		DESCOMPRESSÃO				
		Pressão de Trabalho	Hora de Entrada	Período de Trabalho	Início	Término	Duração	Obs.

Sempre que as manobras de compressão e descompressão não puderem ser realizadas por controles externos, os controles de pressão deverão ser dispostos de maneira que uma pessoa, no interior da campânula, de preferência o capataz, somente possa operá-lo sob vigilância do encarregado da campânula.

Em relação à ventilação e à temperatura, serão observadas as seguintes condições:

- ☐ Durante a permanência dos trabalhadores na câmara de trabalho ou na campânula, a ventilação será contínua, à razão de, no mínimo, 30 pés cúbicos/min./homem;
- ☐ A temperatura, no interior da campânula ou eclusa, da câmara de trabalho não excederá a 27 °C (temperatura de globo úmido), o que poderá ser conseguido resfriando-se o ar através de dispositivos apropriados (resfriadores), antes da entrada na câmara de trabalho ou campânula, ou através de outras medidas de controle;
- ☐ A qualidade do ar deverá ser mantida dentro dos padrões de pureza estabelecidos na tabela abaixo, através da utilização de filtros apropriados, colocados entre a fonte de ar e a câmara de trabalho, campânula ou eclusa.

CONTAMINANTE	LIMITE DE TOLERÂNCIA
Monóxido de carbono	20 ppm
Dióxido de carbono	2.500 ppm
Óleo ou material particulado	5 mg/m ³ (pt < 2 kgf/cm ²) 5 mg/m ³ (pt > 2 kgf/cm ²)
Metano	10 % do limite inferior de explosividade
Oxigênio	Mais de 20 %

A comunicação entre o interior dos ambientes sob pressão de ar comprimido e o exterior deverá ser feita por sistema de telefonia ou similar.

Procedimentos de compressão

A compressão dos trabalhadores deverá obedecer às seguintes regras:

- ☐ No primeiro minuto, após o início da compressão, a pressão não poderá ter incremento maior que 0,3 kgf/cm²;
- ☐ Atingido o valor 0,3 kgf/cm², a pressão somente poderá ser aumentada após decorrido intervalo de tempo que permita ao encarregado da turma observar se todas as pessoas na campânula estão em boas condições;
- ☐ Decorrido o período de observação, o aumento da pressão deverá ser feito a uma velocidade

<i>Obras Cíveis</i>	1
<i>Fundações</i>	1.02
Tubulões	1.02.10

inferior a 0,7 kgf/cm², por minuto, para que nenhum trabalhador seja acometido de mal-estar;

- ☞ Se algum dos trabalhadores se queixar de mal-estar, dores no ouvido ou na cabeça, a compressão deverá ser imediatamente interrompida e o encarregado reduzirá gradualmente a pressão da campânula até que o trabalhador se recupere e, não ocorrendo a recuperação, a descompressão continuará até a pressão atmosférica, retirando-se, então, a pessoa e encaminhando-a ao serviço médico.

A duração do período de trabalho não poderá ser superior a 8 (oito) horas, em pressões de trabalho de 0 a 1,0 kgf/cm², a 6 (seis) horas em pressões de trabalho de 1,1 a 2,5 kgf/cm² e a 4 (quatro) horas, em pressões de trabalho de 2,6 a 3,4 Kgf/cm².

Nenhuma pessoa poderá ser exposta a pressão superior a 3,4 Kgf/cm², exceto em caso de emergência ou durante tratamento em câmara de recompressão, sob supervisão direta do médico responsável.

Procedimentos de descompressão

Na descompressão de trabalhadores expostos à pressão de 0,0 a 2,4 kgf/cm², serão obedecidas as tabelas anexas (Quadro III) de acordo com as seguintes regras:

- ☞ Sempre que duas ou mais pessoas estiverem sendo descomprimidas na mesma campânula e seus períodos de trabalho ou pressão de

trabalho não forem coincidentes, a descompressão processar-se-á de acordo com o maior período ou maior pressão de trabalho experimentada pelos trabalhadores;

- ☞ A pressão será reduzida a uma velocidade inferior a 0,4 kgf/cm² por minuto, até o primeiro estágio de descompressão, de acordo com as tabelas anexas; a campânula deverá ser mantida naquela pressão, pelo tempo indicado, em minutos, e depois diminuída a pressão à mesma velocidade anterior, até o próximo estágio e assim por diante; para cada 5 minutos de parada, a campânula deverá ser ventilada à razão de 1 (um) minuto.

Após a descompressão, os trabalhadores serão obrigados a permanecer, no mínimo, por 2 (duas) horas, no canteiro de obra, cumprindo um período de observação médica.

O local adequado para o cumprimento do período de observação deverá ser designado pelo médico responsável.

Para o tratamento de caso de doença descompressiva ou embolia traumática pelo ar, deverão ser empregadas as tabelas de tratamento de VAN DER AUER e as de WOKMAN e GOODMAN.

QUADRO III

TABELAS DE DESCOMPRESSÃO

Pressão de Trabalho de 0 a 0,900 kgf/cm²

PERÍODO DE TRABALHO (HORAS)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO	TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO*
	0,3kgf/cm ²	
0 a 6:00	4 min	7 min
6 a 8:00	14 min	17 min
+ de 8:00**	30 min	33 min

NOTAS: A velocidade de descompressão entre os estágios não deverá exceder a 0,3 kgf/cm² por minuto;

(*) incluído tempo de descompressão entre os estágios;

(**) somente em casos excepcionais, não podendo ultrapassar 12 horas.

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

Período de Trabalho de ½ a 1 hora

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*									TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
1,0 a 1,2										-
1,2 a 1,4										-
1,4 a 1,6									5	5
1,6 a 1,8									10	10
1,8 a 2,0								5	15	20

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 1 a 1 ½ hora

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*									TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
1,0 a 1,2										-
1,2 a 1,4									5	5
1,4 a 1,6									10	10
1,6 a 1,8								5	15	20
1,8 a 2,0								5	30	35

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 1 ½ a 2 horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*									TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
1,0 a 1,2									5	5
1,2 a 1,4									10	10
1,4 a 1,6								5	20	25
1,6 a 1,8								10	30	40
1,8 a 2,0							5	15	35	55

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

Período de Trabalho de 2 a 2 ½ horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*									TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
1,0 a 1,2									5	5
1,2 a 1,4									20	20
1,4 a 1,6								5	30	35
1,6 a 1,8								15	40	55
1,8 a 2,0							5	25	40	70

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 2 ½ a 3 horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*									TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
1,0 a 1,2									10	10
1,2 a 1,4								5	20	25
1,4 a 1,6								10	35	45
1,6 a 1,8							5	20	40	65
1,8 a 2,0							10	30	40	80

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 3 a 4 horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*									TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
1,0 a 1,2									15	15
1,2 a 1,4								5	30	35
1,4 a 1,6								15	40	55
1,6 a 1,8							5	25	45	75
1,8 a 2,0						5	15	30	45	95

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

Período de Trabalho de 4 a 6 horas****

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*									TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
1,0 a 1,2									20	20
1,2 a 1,4								5	35	40
1,4 a 1,6							5	20	40	65
1,6 a 1,8							10	30	45	85
1,8 a 2,0						5	20	35	45	105

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.
(****) até 8 horas para pressão de trabalho de 1,0 kgf/cm² e até 6 horas, para as demais pressões.

Período de Trabalho de 0 a ½ horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*								TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
2,0 a 2,2								5	5
2,2 a 2,4								5	5
2,4 a 2,6								5	5
2,6 a 2,8								5	5
2,8 a 3,0							5	5	10
3,0 a 3,2							5	5	10
3,2 a 3,4							5	10	15

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de ½ a 1 hora

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*								TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
2,0 a 2,2							5	15	20
2,2 a 2,4							5	20	25
2,4 a 2,6							10	25	35
2,6 a 2,8						5	10	35	50
2,8 a 3,0						5	15	40	60
3,0 a 3,2					5	5	20	40	70
3,2 a 3,4					5	10	25	40	80

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 1 a 1 ½ hora

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*								TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
2,0 a 2,2						5	10	35	50
2,2 a 2,4						5	20	35	60
2,4 a 2,6						10	25	40	75
2,6 a 2,8					5	10	30	45	90
2,8 a 3,0					5	20	35	45	105
3,0 a 3,2				5	10	20	35	45	115
3,2 a 3,4				5	15	25	35	45	125

NOTAS:

(*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;

(**) não está incluído o tempo entre estágios;

(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 1 ½ a 2 horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*								TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
2,0 a 2,2						5	25	40	70
2,2 a 2,4					5	10	30	40	85
2,4 a 2,6					5	20	35	40	100
2,6 a 2,8				5	10	25	35	40	115
2,8 a 3,0				5	15	30	35	45	130
3,0 a 3,2			5	10	20	30	35	45	145
3,2 a 3,4			5	15	25	30	35	45	155

NOTAS:

(*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;

(**) não está incluído o tempo entre estágios;

(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 2 a 2 ½ horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*								TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
2,0 a 2,2					5	10	30	45	90
2,2 a 2,4					5	20	35	45	105
2,4 a 2,6				5	10	25	35	45	120
2,6 a 2,8				5	20	30	35	45	135
2,8 a 3,0			5	10	20	30	35	45	145
3,0 a 3,2		5	5	15	25	30	35	45	160
3,2 a 3,4		5	10	20	25	30	40	45	175

NOTAS:

(*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;

(**) não está incluído o tempo entre estágios;

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 2 ½ a 3 horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*								TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
2,0 a 2,2					5	15	35	40	95
2,2 a 2,4					10	25	35	45	115
2,4 a 2,6				5	15	30	35	45	130
2,6 a 2,8			5	10	20	30	35	45	145
2,8 a 3,0			5	20	25	30	35	45	160
3,0 a 3,2		5	10	20	25	30	40	45	175
3,2 a 3,4	5	5	15	25	25	30	40	45	190

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Período de Trabalho de 3 a 4 horas

PRESSÃO DE TRABALHO*** (KGF/cm ²)	ESTÁGIO DE DESCOMPRESSÃO (kgf/cm ²)*								TEMPO TOTAL DE DESCOMPRESSÃO* (min)
	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	
2,0 a 2,2					10	20	35	45	110
2,2 a 2,4				5	15	25	40	45	130
2,4 a 2,6			5	5	25	30	40	45	150
2,6 a 2,8			5	15	25	30	40	45	160
2,8 a 3,0		5	10	20	25	30	40	45	175
3,0 a 3,2	5	5	15	25	25	30	40	45	190
3,2 a 3,4	5	15	20	25	30	30	40	45	210

NOTAS: (*) A descompressão, tanto para o 1º estágio quanto entre os estágios subsequentes, deverá ser feita à velocidade não-superior a 0,4 kgf/cm²/minuto;
(**) não está incluído o tempo entre estágios;
(***) para os valores-limite de pressão de trabalho utilizar a maior descompressão.

Escavação em Rocha

Nos casos em que as bases dos tubulões forem engastadas em rocha, a desagregação do material rochoso poderá ser executada pelo emprego de perfuratrizes e rompedores pneumáticos ou de explosivos em fogos leves e constantes. Quando for esse o caso, a Contratada observará e cumprirá todos os dispositivos integrantes da legislação e da regulamentação referente ao transporte, recebimento, uso e estocagem de explosivos.

Seja qual for o método escolhido, a Contratada deverá submetê-lo à prévia aprovação da Fiscalização.

Encamisamento

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Fundações</i>	<i>1.02</i>
<i>Tubulões</i>	<i>1.02.10</i>

A depender da análise da coesão do solo será utilizado o encamisamento de proteção do fuste contra desmoronamento, com tubos de aço ou de concreto armado pré-moldado.

A camisa do fuste deverá ser convenientemente escorada durante os trabalhos de alargamento da base do tubulão, visando impedir sua descida.

A verticalidade da camisa deverá ser controlada através de prumos de face.

Concretagem

A concretagem da base alargada do tubulão só poderá ser iniciada após autorização da Fiscalização, e será conduzida de maneira a obter-se um maciço compacto e estanque. Logo após a liberação definitiva da base, deverá a Contratada ter condições de executar essa concretagem, evitando-se que o terreno fique exposto e sujeito a eventuais desmoronamentos.

Antes da concretagem da base serão conferidas, rigorosamente, as suas dimensões.

Em seguida, será procedida a limpeza do fundo da escavação, com a remoção de todo o material solto e da camada eventualmente amolecida pela exposição ao tempo ou por águas de infiltração.

O intervalo de tempo entre o término da execução do alargamento da base e sua concretagem não deverá exceder 24 (vinte e quatro) horas. Se a concretagem não for efetuada imediatamente após o término do alargamento, sua inspeção deverá ser feita, por ocasião desta, seguida da limpeza da escavação.

Deverá ser garantida a rigidez da armadura do tubulão, de modo que a mesma não se deforme durante a concretagem. Deverão ser observadas as tolerâncias constantes das normas vigentes da ABNT.

A introdução do concreto em tubulão com água ou lama será por intermédio de tubo de concretagem tipo tremonha, de comprimento adequado para evitar que o concreto bata nas paredes da escavação do fuste. Um comprimento de tubo tremonha de cinco vezes o diâmetro do fuste é normalmente suficiente.

Em todos os casos de concretagem de tubulões, deverá ser observado o disposto nas normas vigentes da ABNT.

Para evitar segregação, o concreto não poderá ser lançado de altura superior a 2 (dois) m.

Bloco de Coroamento

Serão removidos os topos dos tubulões que apresentarem concreto não satisfatório, até que se atinja material em bom estado, mesmo que abaixo da cota de arrasamento prevista. A seguir, o trecho eventualmente cortado abaixo dessa cota será reconcretado.

03. CRITÉRIOS DE CONTROLE

A execução dos tubulões obedecerá às Normas da ABNT atinentes ao assunto, especialmente a NBR-6122, "Projeto e Execução de Fundações".

Locação de tubulão.

Serão admitidos desvios de locação de, no máximo, 10 % (dez por cento) da dimensão do diâmetro do fuste do tubulão.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Fundações</i>	<i>1.02</i>
<i>Tubulões</i>	<i>1.02.10</i>

Prumo

Serão admitidos desvios de verticalidade de, no máximo, 1 (um) cm por metro de tubulão.

Na eventualidade de desvios de locação e/ou de prumo superiores aos limites definidos anteriormente, o fato será submetido à apreciação do autor do respectivo projeto, que procederá a verificação de suas consequências nos cálculos de estabilidade das fundações.

A aceitação, ou não, das fundações executadas, ficará na dependência do parecer do autor do projeto, nele baseando-se a Fiscalização para deliberação.

Encamisamento

Quando o encamisamento for em concreto armado, a espessura mínima da parede será de 100 mm; quando em aço, a espessura mínima da parede será de 10 mm.

Controle da Execução

Deverão ser anotados os seguintes elementos para cada tubulão:

-  Cota de arrasamento;
-  Dimensões reais do tubulão (diâmetro e profundidade alcançada);
-  Equipamentos usados nas várias etapas de construção;
-  Desaprumo, se ocorrer;
-  Consumo de material durante a concretagem, comparando com o volume previsto;
-  Identificação do sub-colo ao longo do conjunto dos tubulões;
-  Anormalidades de execução e providências tomadas quando for o caso;
-  Data de execução da escavação e concretagem;

A Contratada deverá fornecer semanalmente, à Fiscalização, relatório detalhado contendo os elementos acima e outros julgados convenientes.

Na hipótese da ocorrência de desmoronamentos, a Contratada submeterá, à prévia aprovação da Fiscalização, a solução proposta para o problema.

Segurança do Trabalho

A execução de tubulões a ar comprimido será processada de acordo com as normas de Segurança e Saúde no Trabalho. Ministério do Trabalho, em particular a NR 15.

Para trabalhos sob ar comprimido, o empregado deverá satisfazer os seguintes requisitos :

-  Ter mais de 18 e menos de 45 anos de idade;
-  Ser submetido a exame médico obrigatório, pré-admissional e periódico, exigido pelas características e peculiaridades próprias do trabalho;

Obras Cíveis	1
Fundações	1.02
Tubulões	1.02.10

- ☐ Ser portador de placa de identificação, de acordo com o modelo a seguir (Quadro 1), fornecida no ato da admissão, após a realização do exame médico.

QUADRO I

MODELO DE PLACA DE IDENTIFICAÇÃO PARA TRABALHO EM AMBIENTE SOB AR COMPRIMIDO

FRENTE

4 cm

EM CASO DE
INCONSCIÊNCIA OU MAL
DE CAUSA INDETERMINADA,

TELEFONAR
IMEDIATEMENTE PARA O N.º

ENCAMINHAR O PORTADOR

6 cm

VERSO

4 cm

NOME DA CIA.

LOCAL E ANO

NOME DO TRABALHADOR

ATENÇÃO: TRABALHA EM
AR COMPRIMIDO

6 cm

A placa deverá ser fabricada em alumínio com espessura de 2 mm.

Em relação a supervisão médica para o trabalho sob ar comprimido, deverão ser observadas as seguintes condições:

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Fundações</i>	<i>1.02</i>
<i>Tubulões</i>	<i>1.02.10</i>

- ☞ Sempre que houver trabalho sob ar comprimido, deverá ser providenciada a assistência por médico qualificado, bem como local apropriado para atendimento médico;
- ☞ Todo empregado que trabalhe sob ar comprimido deverá ter uma ficha médica, onde deverão ser registrados os dados relativos aos exames realizados;
- ☞ Nenhum empregado poderá trabalhar sob ar comprimido, antes de ser examinado por médico qualificado, que atestará, na ficha individual, estar essa pessoa apta para o trabalho;
- ☞ O candidato considerado inapto não poderá exercer a função, enquanto perdurar esta condição;
- ☞ O atestado de aptidão terá validade por 6 meses;
- ☞ Em caso de ausência ao trabalho por mais de 10 dias ou afastamento por doença, o empregado, ao retornar, deverá ser submetido a novo exame médico.

Provas de Carga

Havendo necessidade de se aferir a capacidade de suporte do terreno, poderá a Fiscalização, solicitar provas de carga diretas no mesmo, ao nível de assentamento da base dos tubulões. Essas provas obedecerão à NBR-6489 - "Prova de Carga Direta Sobre Terreno de Fundação", sendo adotado método que permita aferir, com precisão, a sua taxa de trabalho.

Na impossibilidade de realização das provas de carga mencionadas acima, poderão, ser realizados em ensaios para determinação dos parâmetros característicos necessários ao conhecimento da taxa de trabalho admissível do terreno, em amostras extraídas do solo ao nível de assentamento dos tubulões.

Os ensaios serão procedidos em laboratório comprovadamente especializado na matéria, assumindo a Contratada integral responsabilidade pela veracidade dos resultados obtidos. Deverá ser elaborado um relatório com os resultados obtidos, a ser encaminhado à Fiscalização.

O relatório será acompanhado da memória de cálculo justificando a determinação da capacidade de carga do solo, com base nas características indicadas pelos ensaios de laboratório.

Deverão ser realizados, pelo menos, 2 (dois) ensaios ou provas, conforme disposto nos itens acima, em locais previamente designados pela Fiscalização.

Os ensaios ou provas serão efetuadas, de preferência, no terreno de base dos tubulões que suportarem maiores cargas ou nos que se encontrarem nos trechos mais desfavoráveis.

04. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

As escavações, forma, aços e concreto para tubulões serão medidos de acordo com as unidades constantes em Planilha Orçamentária.

O pagamento será com base nos preços unitários contratuais e conforme medição aprovada pela Fiscalização.

<i>Obras Cíveis</i>	<i>1</i>
<i>Fundações</i>	<i>1.02</i>
<i>Tubulões</i>	<i>1.02.10</i>

05. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

FONTE	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
ABNT	NBR-6489/84	Prova de carga direta sobre terreno de fundação
ABNT	NBR-06490/85	Reconhecimento e amostragem para fins de caracterização de ocorrência de rochas
ABNT	NBR 6122/96	Projeto e execução de Fundações
ABNT	NR 15	Atividade e operações insalubres

FONTE	AUTOR	EDITORA
Caderno de Encargos	Milber Fernandes Guedes	Editora PINI