



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC**  
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ – FAPAC**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**FERNANDA ELECTO CARDOSO**

**PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM OBRAS DE  
FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO**

**Ubá/MG**

**2013**

**FERNANDA ELECTO CARDOSO**

**PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM OBRAS DE  
FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador (a): Msc. Iracema Mauro Batista

**Ubá/MG**

**2013**

**FERNANDA ELECTO CARDOSO**

**PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM OBRAS DE FUNDAÇÕES DO  
TIPO TUBULÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Enoque Pereira da Silva  
Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá - FAPAC

Israel Iasbik  
Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá – FAPAC

Paulo Roberto Mendes da Silva  
Fundação Presidente Antônio Carlos – FUPAC  
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá - FAPAC

# **PREVENÇÃO DOS RISCOS DE ACIDENTES EM OBRAS DE FUNDAÇÕES DO TIPO TUBULÃO**

## **RESUMO**

Devido ao crescente desenvolvimento mundial, um dos setores que mais tem se destacado é o da construção civil, com isto amplia-se também, o índice de acidentes ocorridos neste ambiente de trabalho. Em relação à área de fundações, as do tipo profundas e escavadas são consideradas de maior risco, uma vez que o trabalhador se submete ao trabalho confinado, perigoso e ainda trabalho em locais insalubres. O objetivo geral do trabalho é identificar os riscos e perigos presentes em obras, destacando as escavações de fundações como o tubulão a céu aberto e o tubulão a ar comprimido, mostrando a importância de se ter uma gestão de segurança do trabalho em um canteiro de obra, para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores. A segurança do trabalho é obrigada e exigida por lei através do Ministério do Trabalho e tem a função de priorizar os trabalhadores em todos os aspectos de sua segurança e para que isto seja fiscalizado são exigidas a obediência de Normas Regulamentadoras (NR) e das normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A importância de se ter uma boa gestão de segurança é que em ambientes onde se têm a prevenção são menos receptivos a imprevistos como os acidentes. É válido ressaltar que um acidente está ligado também a falhas humanas e mesmo que se tenha prevenção ainda assim é possível que o acidente ocorra. Contudo, a questão principal deste trabalho é que se trata de vidas, que podem ser interrompidas ou modificadas dependendo do grau de incapacidade que o indivíduo pode se enquadrar. Por isto é importante se ter um gerenciamento na área de segurança, para que as empresas não tenham prejuízo e os funcionários possam exercer atividades laborais com segurança em seu ambiente de trabalho.

**Palavras-chave:** Segurança do trabalho. Fundações. Tubulões. Riscos.

# **PREVENTING THE RISK OF ACCIDENTS IN WORKS OF THE CAISSON TYPE FOUNDATIONS**

## **ABSTRACT**

Due to the increasing global economic development, the civil construction has been one of the most benefited sectors, which has also increased the number of accidents occurring in these work environments. Concerning the foundations, the type deep excavations are considered to have the higher risk, as the laborer is undergoing through a confined and dangerous work and even work in insalubrious places. The main objective of this study is to identify the risks and dangers encountered in construction works, highlighting the excavations of foundations like the open caissons and compressed air caissons, indicating the importance of the presence of work safety management in construction works in order to guarantee the health and physical integrity of the laborers. The work safety is required by law through the Work Ministry and has the function to give priority to workers in all aspects related to its safety and in order for it to be inviolated it is required the obedience to the Regulation Norms and Norms (RN) specified by the Brazilian Association of Technical Norms (ABNT). The matter of possessing a good safety management is because environments where prevention is regular are less responsive to contretemps like accidents. It is convenient to mention that accidents are also connected to human fails and even if prevention is implemented, it is still possible for accidents to occur. However, the main question of this study is about the lives that can be taken or modified depending on the level of incapacity in which the individual can be involved. Therefore, it is important to have the management of the safety area in order that the enterprises won't be prejudiced and the laborers can work with safety in their work environment.

**Key-words:** Work safety. Foundations. Caissons. Risks.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7250**. Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Rio de Janeiro 1982.

\_\_\_\_\_. **NBR 9061**. Segurança de escavação a céu aberto. Rio de Janeiro 1985.

BRASIL. Lei nº 5.452, de 01 de maio de 1943. Aprova a Consolidação das Leis do Trabalho. **Lex**: Diário oficial da União. Seção 1. 09 de ago. 1943. p. 11937.

CUSTÓDIO, D. *et al.*. **Recomendação técnica de procedimentos**: escavações, fundações e desmonte de rochas. São Paulo: FUNDACENTRO, MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2002. 35 p. (RTP/03).

HACHICH, W. *et al.*. **Fundações**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Pini, 1998.751p.

MELHADO, S. B.. **Fundações**. 2002. 31f. Texto didático (Apostila) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

NASCIMENTO, A. P.. **Medidas de proteção coletivas aplicáveis nas escavações e em tubulões a céu aberto e com pressão hiperbárica**. Disponível em:  
<[http://armandocampos.com/download/antonio/Riscos\\_e\\_cuidados\\_com\\_fundacoes.pdf](http://armandocampos.com/download/antonio/Riscos_e_cuidados_com_fundacoes.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2013.

NORMAS REGULAMENTADORAS DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. **NR 4** Serviços especializados em engenharia de segurança e em medicina do trabalho. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 5**. Comissão interna de prevenção de acidentes. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 6**. Equipamento de proteção individual - EPI. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 15**. Atividades e operações insalubres. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 16**. Atividades e operações perigosas. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 19**. Explosivos. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 21**. Trabalhos a céu aberto. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 26**. Sinalização de segurança. 1978.

\_\_\_\_\_. **NR 33**. Segurança e saúde nos trabalhos em espaços confinados. 1978.

PEINADO, H. S.; NAGANO, M. F.; DE ANGELIS NETO, G.. Identificação de Riscos em Obras de Construção Civil nas Etapas de Contenção, Escavação e Fundação. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, ISSN 2176-7270, v.5, n.1, p.70-79, abr. 2013.

ROUSSELET, E. S.; FALCÃO, C.. **A segurança na obra**: manual técnico de segurança do trabalho em edificações prediais. Rio de Janeiro: Interciência, 1999. 344p.

VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R.. **Fundações**: critérios de projetos, investigações de solos superficiais, fundações profundas. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 568p.

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento da população e a procura por condições melhores de habitação e acessibilidade, a construção civil tem se destacado nas últimas décadas. Isso implica em maior quantidade de mão de obra, equipamentos e profissionais qualificados para o mercado de trabalho. Os investimentos no setor da construção civil têm sido cada vez mais constantes e observa-se uma grande relevância no que se trata de tecnologia para obras de grande porte (PEINADO, 2013).

A primeira etapa de uma obra de construção civil é a fundação, que é a parte responsável por distribuir as cargas, sejam de casas, edificações ou pontes, ao solo. Sendo assim a preocupação com a segurança do trabalhador se inicia nessa etapa.

Para a implantação de uma obra, o processo construtivo de uma fundação necessita de estudos de sondagem, de cargas aplicadas, topográficos e geológicos. A partir disso, define-se o melhor tipo de fundação a ser utilizada atendendo às especificações técnicas. Existem vários tipos de fundações que atendem à solicitação de um projeto, são elas: as fundações rasas (bloco, sapata e radier) e as fundações profundas (estacas cravadas, estacas moldadas e os tubulões). A escolha do tipo de fundação depende também das condições do local a ser implantada. Fundações profundas atendem melhor à solicitação de cargas relativamente maiores. Os tubulões se enquadram melhor quando se trata de terrenos que apresentam dificuldade de empregar escavação mecânica ou cravação de estacas, ou seja, áreas com alta densidade de matacões, lençóis d'água elevados ou cotas insuficientes entre o terreno e o apoio da fundação.

O tubulão geralmente, tem seção circular e base alargada. Ele se diferencia em dois tipos: “tubulão a céu aberto” e “tubulão a ar comprimido”. No primeiro, a escavação pode ser feita de forma mecânica ou manual até alcançar a cota desejada. O segundo pode ser feito da mesma forma até alcançar a cota do nível da água, depois para tornar possível a execução do serviço deve-se empregar o uso de ar comprimido, que tem a função de expulsar a água do local da escavação. Por ser uma das fundações que mais atende à solicitação de cargas elevadas foi muito utilizada no Brasil em construções de prédios e principalmente, em construção de pontes. Este tipo de fundação além de ter vantagens como o baixo custo, ainda tem a possibilidade de sofrer alterações ao longo da sua execução, visto que o engenheiro pode inspecionar o solo que está sendo retirado, pode trabalhar em elevadas cotas abaixo do nível da água, provoca poucas vibrações ou ruídos e sua escavação pode ultrapassar solos com

rochas e matacões. Mas a desvantagem deste trabalho é significativa, pois traz risco de vida a quem irá executar o serviço (HACHICH, *et al.*, 1998).

Devido ao trabalho de escavação ser perigoso, os procedimentos do mesmo deve ser seguido de forma rigorosa atendendo às normas regulamentadoras. Os riscos de acidentes em escavações de tubulão são relevantes, pois além dos cuidados a serem tomados no canteiro de obra, estes serviços implicam uma série de fatores de risco. Como exemplo de cuidados a serem tomados, deve-se fazer um escoramento das paredes laterais no caso de tubulão a céu aberto e os cuidados na compressão, descompressão até mesmo na dificuldade encontrada para se retirar um funcionário que passar mal na hora da escavação, no caso de tubulão a ar comprimido. Em uma situação geral, o risco de não se utilizar os equipamentos de segurança e a falta de conhecimento dos próprios funcionários podem prejudicar muito e colocar suas próprias vidas em risco (ROUSSELET; FALCÃO, 1999).

Como anexo da Consolidação de Leis do Trabalho (CLT) é importante mencionar as normas regulamentadoras conhecidas como NR's que regulamentam e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que fornecem orientações sobre os procedimentos obrigatórios a serem tomados, relacionados à Medicina do Trabalho no Brasil. Dentre as normas destacam-se a NR 15 (1978) e a NBR 9061 (ABNT, 1985).

A questão de riscos e acidentes no trabalho vem preocupando profissionais da área da segurança e até mesmo os empresários, pois de certa forma também são prejudicados. Além de funcionários não capacitados, pode-se destacar a condição que o trabalhador se submete devido ao descaso de certas empresas em dar condições dignas ao mesmo. Sendo assim é constante a fiscalização do Ministério do Trabalho, que tem como objetivo garantir que as empresas forneçam melhores condições de trabalho ao seu funcionário.

Além disso, os tipos de acidentes se devem ao ato inseguro e a condição insegura. No ato inseguro o funcionário sabe o risco que corre e mesmo assim não interessa em se regulamentar respeitando as regras apresentadas pela empresa para sua segurança. Já na condição insegura, é a própria empresa que não fornece condições adequadas de trabalho, trazendo risco ao operador e aos demais funcionários.

Para ajudar no trabalho da segurança, foram criados os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT) e a Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA), com a finalidade de promover a saúde e a integridade do trabalhador no local de trabalho. O SESMT é obrigatório por lei, em empresas públicas e privadas que possuam registro pela CLT, é formado por uma equipe de cinco elementos sendo eles: Médico do Trabalho, Enfermeiro do Trabalho, Engenheiro de Segurança do Trabalho,

Auxiliar de Enfermagem do Trabalho e o Técnico de Segurança do Trabalho. Já a CIPA tem a mesma funcionalidade do SESMT, porém sua comissão tem integrantes que são a comissão do empregador e a dos trabalhadores, trazendo uma uniformização de pensamentos e acessibilidade aos próprios funcionários sendo que o representante da classe trabalhadora é um funcionário da empresa.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Identificar os riscos e perigos presentes em obras de fundações, em destaque as do tipo: tubulão a céu aberto e tubulão a ar comprimido, mostrando a importância de ter uma gestão de segurança do trabalho em um canteiro de obra, para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Destacar os principais riscos de acidentes com operários em fundações escavadas;
- Apontar a importância da segurança nos locais de trabalho;
- Apontar os recursos utilizados atualmente na prevenção de acidentes.

## **1.2 Justificativa**

A escolha do tema se justifica pela ocorrência de elevado número de acidentes em obras de fundações, especificamente tubulões, e também pela importância que a segurança do trabalho aponta para sociedade, por se tratar de vidas humanas. Identificar os riscos e perigos presentes em obras de escavações e apontar as medidas preventivas são uma maneira de prevenir acidentes e possibilita a garantia da saúde e integridade física do trabalhador.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Revisão Bibliográfica

#### 2.1.1 Fundações do tipo Tubulão

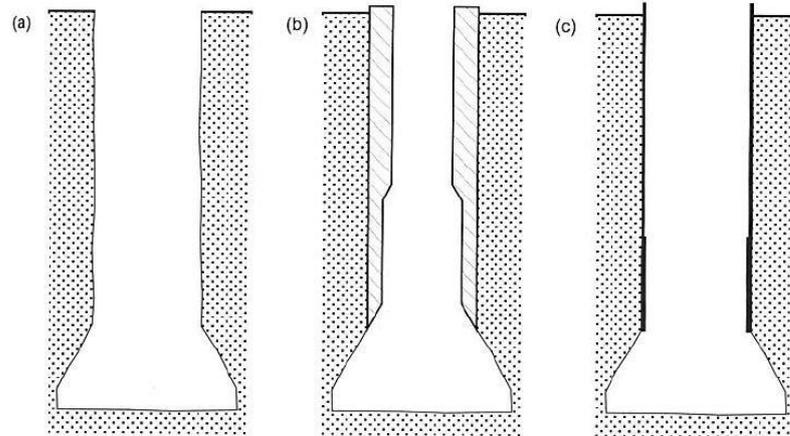
A estrutura de um projeto de engenharia deve ser executada para que suporte cargas e ações que envolvem um todo do local de implantação deste projeto. Sendo assim pode-se definir fundações como: “Fundações são os elementos estruturais com função de transmitir as cargas da estrutura ao terreno onde ela se apoia.” (AZEREDO, 1988 *apud* MELHADO *et al.*, 2002, p. 1).

Existem certos requisitos para a elaboração do projeto podendo ser citados: a topografia do local, os dados geológico-geotécnicos, dados da estrutura a construir, dados sobre as construções vizinhas e principalmente, as ações nas fundações, pois serão elas que irão definir o tipo de fundação a ser adotado.

De acordo com Hachich (1998), as fundações podem ser classificadas em dois grupos. As fundações superficiais (ou “diretas”) e as fundações profundas. Sua escolha irá depender de requisitos como: custo, prazo de execução, tipo de solo, estruturas vizinhas e condições do nível da água. As fundações superficiais englobam os blocos, sapata, viga da fundação, grelha, sapata associadas e o radier. As profundas são as estacas, os tubulões e os caixões.

Os tubulões são as fundações que em geral têm a seção do fuste circular, e geralmente, apresentam a sua base alargada sendo esta circular ou elíptica e o método de escavação desta fundação pode ser por escavação manual ou mecânica. “Para a execução de tubulões pode ser necessário ou não o uso de revestimento. Assim, quanto ao uso de revestimento, os tubulões separam-se em tubulões sem revestimentos e tubulões com revestimento (“camisa”) metálico ou de concreto.” (VELLOSO; LOPES, 2010, p. 232). Pode-se verificar na FIG.1, os tipos de revestimento.

FIGURA 1 – Tipos de tubulões quanto ao uso de revestimento: (a) sem revestimento; (b) com revestimento de concreto; (c) com revestimento metálico.



Fonte: VELLOSO; LOPES, 2010, p. 233

Os tubulões são classificados em dois tipos: a céu aberto e a ar comprimido (pneumático).

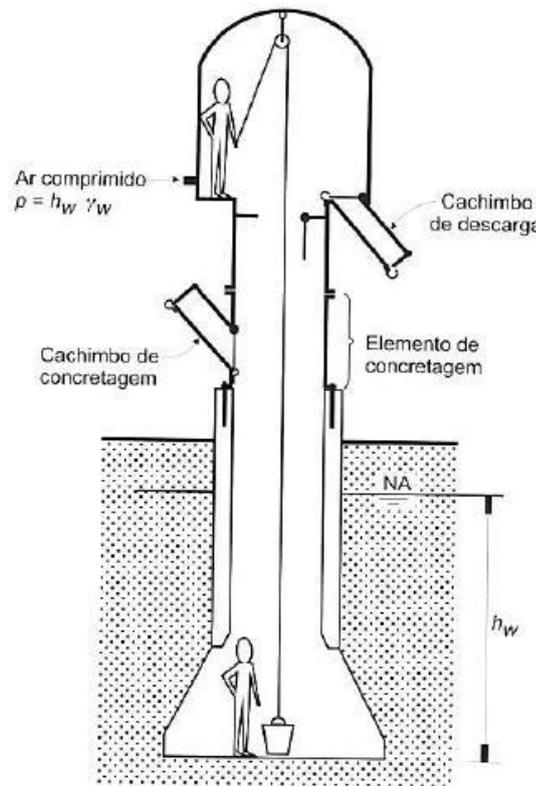
#### 2.1.1.1 Tubulões a céu aberto

“A execução do tubulão é feita acima do lençol d’água, pode-se prescindir de suporte para as paredes (revestimento).” (VELLOSO; LOPES, 2010, p. 234). No caso da escavação ser em solo argiloso pode ser realizado abaixo do lençol d’água onde o fluxo de água seja muito pequeno e não comprometa a escavação e estabilidade da mesma.

#### 2.1.1.2 Tubulões a ar comprimido

Os tubulões a ar comprimido são utilizados quando a escavação atinge o lençol d’água, dessa forma é necessário utilizar o revestimento e a campânula para a pressurização do tubulão. A campânula tem a função de receber o ar comprimido e impedir a entrada de água no tubulão, possui um cachimbo para a remoção do material escavado e outro cachimbo que é montado da fase de concretagem. A FIG. 2 representa a campânula de um tubulão onde é possível entender seu funcionamento.

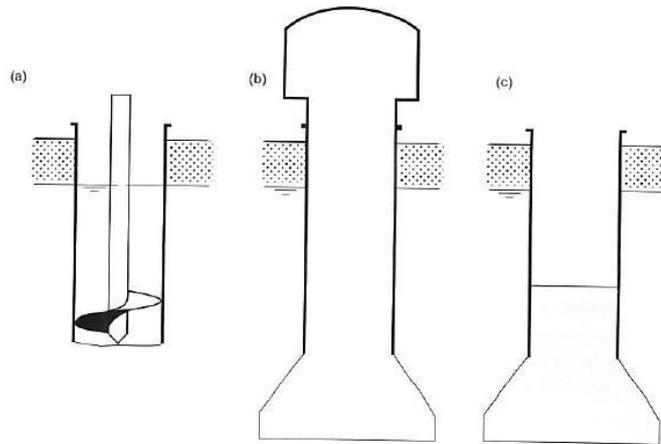
FIGURA 2 – Campânula para pressurização de tubulão.



Fonte: VELLOSO; LOPES, 2010, p. 235

Da mesma forma que o tubulão a céu aberto, o fuste pode ser executado mecanicamente ou manualmente. De forma mecânica, utiliza-se um revestimento metálico que pode ou não ser reaproveitado. A escavação é realizada através de máquinas até a cota desejada e só então é instalada a campânula com o ar comprimido para se fazer a escavação da base que necessita da descida de um operário. A sua concretagem pode ser realizada com ar comprimido até certo nível da fundação, pois depois que o concreto atinge certa resistência não é mais necessário o uso do ar comprimido. Sendo assim a concretagem pode ser realizada a céu aberto (VELLOSO; LOPES, 2010). A FIG. 3 representa a escavação mecânica conforme foi descrito.

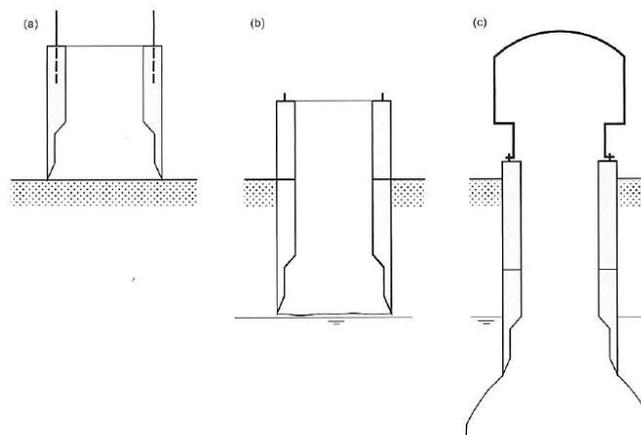
FIGURA 3 – Execução de tubulão pressurizado com escavação mecânica do fuste: (a) escavação do fuste; (b) alargamento de base; (c) concretagem da base concluída (e campânula retirada).



Fonte: VELLOSO; LOPES, 2010, p. 235

Em se tratando da escavação manual, deve ser empregado um revestimento metálico ou de concreto. A vantagem de se utilizar o revestimento de concreto é que ele é moldado *in loco*. Dessa forma, pode-se obter um diâmetro que não seja necessariamente padrão, como no caso do revestimento metálico. Nesta escavação, é utilizado o ar comprimido durante todo o processo, visto que o trabalhador se submete a descer e fazer a retirada do solo manualmente. É necessário utilizar uma camisa de concreto ou metálica e à medida que vai se escavando, a camisa desce formando então o fuste. Terminado este processo deve-se alargar a base do tubulão, escorando a camisa e só depois deste serviço realizado pode ser feita a concretagem. (VELLOSO; LOPES, 2010). No caso de revestimento de concreto, a FIG. 4 representa sua execução.

FIGURA 4 – Execução de tubulão pressurizado com revestimento de concreto: (a) concretagem da câmara de trabalho; (b) concretagem de um trecho de revestimento; (c) tubulão pronto para concretagem.



Fonte: VELLOSO; LOPES, 2010, p. 236

“Os tubulões pneumáticos são atualmente muito pouco empregados no mundo todo devido aos riscos e custos envolvidos, e no Brasil observa-se atualmente uma tendência de redução de sua utilização.” (HACHICH, *et al.*, 1998, p. 302).

Quando se compara uma fundação de tubulões a outro tipo de fundação, pode-se destacar uma serie de vantagens:

Os custos de mobilização e de desmobilização são menores que os de bate-estacas e outros equipamentos, aspecto este muito importante para pequenas obras, nas quais este item representa uma parcela significativa dos custos totais; O processo construtivo produz vibrações e ruídos de muito baixa intensidade, o que é muito importante para obras urbanas próximas a edifícios; os engenheiros de fundações podem observar e classificar o solo retirado durante a escavação e compará-los às condições de subsolo previstas no projeto; O diâmetro e o comprimento dos tubulões podem ser modificados durante a escavação para compensar condições de subsolo diferentes das previstas; As escavações podem atravessar solos com pedras e matacões, especialmente para grandes diâmetros, sendo possível até penetrar em vários tipos de rocha; Regra geral é possível apoiar cada pilar em fuste único, em lugar de diversas estacas, eliminando a necessidade de bloco de coroamento. (HACHICH, *et al.*, 1998, p. 303).

### 2.1.2 Riscos de Acidentes em fundações escavadas

As escavações são consideradas trabalhos perigosos, pois expõe o trabalhador a vários riscos. “Em relação à classificação nacional de atividades econômicas, a etapa de execução das contenções, fundações e escavações apresenta grau de risco quatro (GR=4), sendo este o grau máximo na classificação de riscos.” (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012 *apud* PEINADO, 2013, p. 72). Com a informação Peinado (2013, p. 72) completa:

Isso se dá devido à complexidade na análise de medidas e na concretização da prevenção de acidentes nos trabalhos realizados nesta fase, já que há a realização de trabalhos em espaços confinados no serviço de alargamento de bases dos tubulões, dentre outros, que possuem altos índices de riscos de acidentes aos trabalhadores.

### 2.1.2.1 Riscos de Acidentes em fundações utilizando tubulões a céu aberto

A escavação de poços e de fundações a céu aberto trazem riscos ao trabalhador que as executa. Podem ser citados como riscos comuns de acordo com Custódio (2002, p. 20): “queda de materiais, queda de pessoas, fechamento das paredes do poço, interferência com redes hidráulicas, elétricas, telefônicas e de abastecimento de gás, inundação, eletrocussão e a asfixia”.

Para reforçar as ideias citadas, Nascimento (2013, p. 67), completa com outros tipos de risco e cuidados a serem tomados como: “movimentação de veículos, qualificação dos operários, manutenção periódica dos veículos, atropelamento, sinalização do local, vazamento de gases, animais peçonhentos e cabos elétricos e outras interferências subterrâneas”.

### 2.1.2.2 Riscos de Acidentes em fundações utilizando tubulões a ar comprimido

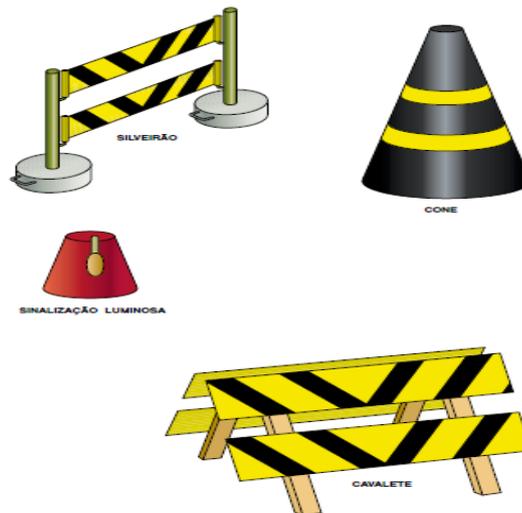
A execução de tubulão a ar comprimido além de envolver os riscos já mencionados, necessita de cuidados especiais. Conforme Nascimento (2013, p. 98), em tubulões a ar comprimido os riscos principais são: “a comunicação com o exterior/interior da campânula, o resgate dos operários, o acesso à campânula, a compressão/descompressão, a jornada de trabalho, o controle biológico dos operários, o uso de equipamento de proteção individual (EPI) e o monitoramento de gases”.

### 2.1.3 Medidas preventivas de acidentes em fundações escavadas.

Observa-se que de acordo com os riscos que o funcionário se depara ao escavar, é importante e obrigatório que a empresa e o funcionário sigam as medidas de segurança para garantir a saúde e integridade do trabalhador. Dentre estas destacam-se: os Equipamento de Proteção Coletivo (EPC), os Equipamentos de Proteção Individuais (EPI'S), além da empresa contratante fazer palestras educativas para alertar os trabalhadores dos riscos a que estão submetidos.

Utilizam-se os tipos de sinalização (EPC) a seguir, para que evite a queda de pessoas ou até mesmo de equipamentos. De acordo com Custódio (2002, p. 18), existem alguns tipos de sinalização mais utilizados que são: “cones, fitas, cavaletes, pedestal com iluminação, placas de advertência, bandeirolas, grades de proteção, tapumes e sinalizadores luminosos”. A FIG. 5 ilustra os tipos de sinalização que são utilizadas em obras de escavações.

FIGURA 5 - Tipos de sinalização



Fonte: CUSTÓDIO, 2002, p.19

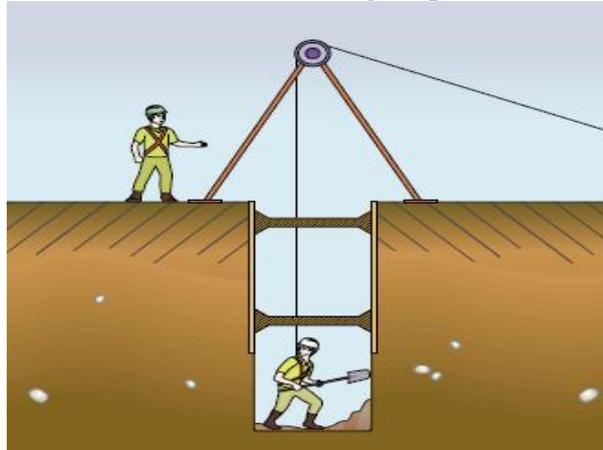
Além da sinalização, é necessário também que a empresa disponibilize placas informativas alertando sobre os riscos da obra, além de ser obrigada a fornecer EPI's que são: cinto de segurança, capacete, vestimenta apropriada, calçado fechado, luvas, protetor auricular, óculos de proteção e demais equipamentos que previnem acidentes de trabalho.

#### 2.1.3.1 Medidas preventivas de acidentes em fundações escavadas a céu aberto

Como medidas preventivas na execução de um trabalho de escavações Custódio (2002) aponta:

- O serviço de escavação deve ser realizado por trabalhador qualificado.
- De acordo com a NBR 9061 (ABNT, 1985), a opção de escorar o terreno fica a critério do responsável técnico.
- Em certos tipos de escavações como túneis, tubulões, galerias ou escavações profundas, é necessário que o trabalhador esteja preso a um cabo-guia, para que se houver a necessidade de sua retirada do poço, isso ocorra de forma rápida e segura ao se fazer o seu resgate.
- Em se tratando de uma profundidade a partir de um metro, é necessário que o trabalhador utilize o cinto para sua retirada com a ajuda de sarilho com trava ou de um guincho mecânico.

FIGURA 6 – Atividade realizada na base de escavações profundas e de pequenas dimensões.



Fonte: CUSTÓDIO, 2002, p. 21

FIGURA 7 – Exemplo de escoramento metálico.



Fonte: NASCIMENTO, 2013, p.51

- Em tubulões a céu aberto é necessário no mínimo 0,60m (sessenta centímetros) de diâmetro, que será o local de trabalho, para escavações manuais.
- Se houver a necessidade de utilização de sistema de iluminação no interior do poço, este não deve ser alimentado por energia elétrica superior a 24 volts.
- É indicado evitar a utilização de equipamentos acionados por combustão ou explosão no interior dos poços.
- O trabalhador deve ter boas condições dentro do interior do poço e também deve existir a possibilidade de comunicação com os demais funcionários da superfície, através de sistemas sonoros.
- Ao final da realização dos serviços é necessário que se mantenha coberta a escavação.

Sendo assim, foram extraídas algumas imagens em que são apontadas as possíveis ações preventivas associando o local de trabalho ao risco em que se encontra, estão representadas nas FIG. 8, Fig. 9, FIG.10 e FIG. 11.

FIGURA 8 – Perfuração do fuste de tubulões.



Fonte: PEINADO, 2013, p. 74

**Situação de risco**

Presença de maquinário e trabalhadores executando trabalhos no mesmo local.

**Riscos potenciais**

Riscos de acidentes com maquinários e com os trabalhadores.

**Ações preventivas**

- Sinalização do local, indicando zona de trânsito seguro;
- Projeto de prevenção no *layout* do canteiro, evitando presença de trabalhadores próximos a maquinários.

FIGURA 9 – Alargamento da base dos tubulões.



Fonte: PEINADO, 2013, p. 75

**Situação de risco**

Ausência de cinto de segurança com trava para descida e içamento de trabalhadores e materiais, falta de sinalização de espaço confinado, execução de trabalhos com maquinários próximos aos tubulões, não fornecimento de permissão de entrada e trabalho e ausência de procedimentos de emergência e resgate adequados aos espaços confinados.

**Riscos potenciais**

Soterramento e engolfamento, quedas, ferimentos com equipamentos usados no interior dos mesmos.

**Ações preventivas**

- Utilização de cintos de segurança com trava e outros EPIs, conforme legislação vigente;
- Sinalização de espaço confinado indicando os riscos;
- Não movimentação de maquinários próximos aos tubulões, que possa causar abalos na estrutura do solo;
- Treinamento dos trabalhadores envolvidos no que se refere ao resgate e emergência.

FIGURA 10 – Proximidade na execução de serviços de concretagem e alargamento da base de tubulões.



Fonte: PEINADO, 2013, p. 75

**Situação de risco**

Caminhão próximo ao tubulão aberto e com trabalhador no interior do mesmo.

**Riscos potenciais**

Risco de desmoronamento devido a vibração causada pelo caminhão de concretagem, risco de queda do caminhão nos tubulões.

**Ações preventivas**

-Uso de protetor auricular;  
-Projeto de prevenção do *layout* do canteiro, evitando a etapa de concretagem simultânea ao alargamento de base dos tubulões.

FIGURA 11 – Queda do caminhão betoneira no interior do fuste do tubulão perfurado.



Fonte: PEINADO, 2013, p. 77

**Situação de risco**

Queda do caminhão no fuste do tubulão aberto, riscos aos trabalhadores próximos.

**Riscos potenciais**

Risco de acidentes com os trabalhadores presentes no canteiro e com o motorista.

**Ações preventivas**

-Projeto de prevenção no *layout* do canteiro, evitando o trânsito de trabalhadores próximos à pesados maquinários, planejamento na execução da perfuração dos fustes dos tubulões, prever uma logística do canteiro que englobe a movimentação dos caminhões e maquinários diversos.

### 2.1.3.2 Medidas preventivas de acidentes em fundações escavadas a ar comprimido

No caso de escavações utilizando os tubulões a ar comprimido, a situação é muito mais complexa, pois além dos cuidados já mencionados, este trabalho necessita de utilizar ar comprimido, onde os trabalhadores se submetem a altas pressões, o que pode ser prejudicial a sua saúde.

O trabalhador que se submete a este tipo de serviço deve atender a algumas recomendações para que sua integridade física esteja protegida neste trabalho, como afirma Custódio (2002):

- Os equipamentos devem ser vistoriados diariamente;
- Os funcionários devem ter acompanhamento médico tanto antes da compressão e depois da descompressão;
  - Em pressões de trabalho de 0 a 1 kgf/cm<sup>2</sup> a jornada deverá ser menor ou igual a 8 horas. Em pressões de 1,1 a 2,5 kgf/cm<sup>2</sup> deverá ser de até 6 horas e em pressão de 2,6 a 3,4 kgf/cm<sup>2</sup> em até 4 horas, devendo respeitar a NR 15 (1978) em seu anexo 6;
- A equipe deve ser constituída de trabalhadores qualificados e deve ter um profissional treinado a atendimento de emergência que deve permanecer no horário integral de trabalho.
  - Evitar a presença de estranhos próximos aos equipamentos;
  - A compressão e a descompressão devem ser feitas de forma criteriosa de modo a se evitar prejuízo à saúde do trabalhador conforme a NR 15 (1978).

Além disso, de acordo com a NR 15 (1978), pode observar que é necessário:

- Utilizar os equipamentos de proteção individual, principalmente os cintos de segurança, pois se houver alguma necessidade de sua retirada, esta se dará de forma mais rápida;
- Existir uma forma de comunicação entre os trabalhadores que estão na campânula sob pressão e os que estão do lado de fora;
- A empresa deve realizar palestras educativas para incentivar os funcionários a se enquadrarem na questão de segurança;
- Os trabalhadores de ar comprimido devem utilizar uma placa de identificação para o trabalho em ambiente sob ar comprimido com os seus dados pessoais e dados que apontem onde trabalha, para que o médico que os atenda, em caráter de urgência, saiba como medicá-los.

Se estas medidas não forem realizadas, a integridade física e mental do trabalhador não ficará garantida, uma vez que este trabalho é extremamente prejudicial à saúde do trabalhador como se pode verificar:

A execução de fundações pneumáticas é extremamente penosa e nociva à saúde, já que os trabalhadores ficam sujeitos a acidentes, devido a defeitos de instalação dos equipamentos e à insuficiência de controle, como também a doenças cuja origem é o mal do ar comprimido. Os sintomas dessa doença são: dores de ouvido, dores nevrálgicas (nos nervos), transpirações frias e, às vezes vômitos e síncope (queda brusca de pressão arterial). A maioria dos trabalhadores resiste bem a essas manifestações; no entanto, em certos casos, elas poderão causar paralisias, enfermidades mentais e até a morte. (ROUSSELET; FALCÃO, 1999, p. 67).

Os acidentes ocorrem mais no período da descompressão. Este fato ocorre devido aos tecidos e ao sangue conter gases, cuja liberação dos mesmos se dá em uma proporção igual à pressão em que se é submetido. Dessa forma, com a descompressão realizada de forma brusca, a liberação de ar se dá em excesso, formando bolhas no sangue e no tecido. Por isso, entende-se que a descompressão deve ser realizada de forma lenta para não prejudicar a saúde (ROUSSELET; FALCÃO, 1999).

A FIG. 12 e a FIG. 13, representam as campânulas em sua forma interna e externa para que se possa ter uma ideia do ambiente de trabalho em escavação a ar comprimido.

FIGURA 12 – Foto do interior de uma campânula para a escavação com ar comprimido.



Fonte: NASCIMENTO, 2013, p. 93

FIGURA 13 – Campânulas no canteiro de obra.



Fonte: NASCIMENTO, 2013, p. 89

#### 2.1.4 Segurança nas escavações

Ao se tratar de medidas de prevenção e segurança do trabalho de forma geral, além das medidas preventivas já citadas, de acordo com a Segurança e Medicina do Trabalho (2011 *apud* PEINADO, 2013, p. 72), empresas “que tenham 20 ou mais trabalhadores, é obrigatória a elaboração e o cumprimento do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT)”.

O programa PCMAT é um programa específico da área da construção civil e segue o que está estabelecido no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) que tem a finalidade de analisar possíveis riscos e fazer a prevenção adequada para preservar o trabalhador (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2012 *apud* PEINADO, 2013).

Dentre as normas relacionadas ao assunto, destacam-se a NBR 9061 (ABNT 1985) e a NR 15 (1978). Estas normas regulamentam as procedências dos trabalhadores e dos responsáveis pela obra. A seguir, uma série de regras para a segurança do trabalhador.

A escavação a céu aberto pode trazer riscos e em relação aos veículos que trafegam no canteiro de obra, a NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 18) descreve uma série de cuidados a serem tomados para que haja segurança com o maquinário e os operários da escavação como:

11.1 Tráfego na área de escavação; 11.1.1 Os pontos de acesso de veículos e equipamentos à área de escavação devem ter sinalização de advertência permanente.

11.1.2 O tráfego próximo às escavações deve ser desviado. Quando não for possível, deve ser reduzida a velocidade dos veículos.

O uso de equipamentos de segurança individual é de extrema importância ao trabalhador para uma série de serviços que pode prestar, e de acordo com a NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 18), seguem recomendações como:

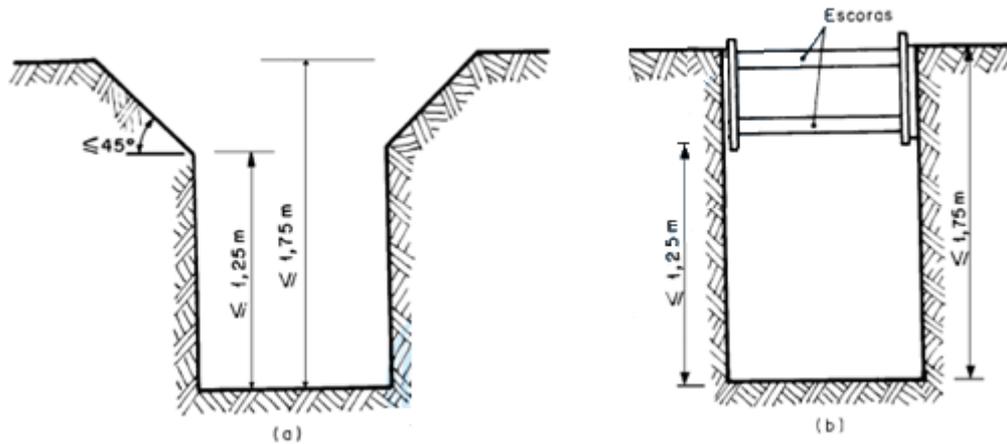
11.5 Proteção individual. 11.5.1 É obrigatório o uso de equipamentos de proteção individual pelos operários. 11.5.2 Os equipamentos de proteção individual utilizados pelos operários em uma obra de escavação são: a) capacete de segurança, todos os operários; b) cinto de segurança, nos trabalhos em que houver perigo de queda; c) máscara de soldador, luvas, mangas, perneiras e avental de raspa de couro, nos trabalhos de solda elétrica; d) óculos de segurança, nos trabalhos com ferramentas de apicoamento; e) luva de couro ou lona plastificada, para a proteção das mãos no manuseio de materiais abrasivos ou cortantes; f) luva de borracha, para trabalho em circuitos e equipamentos elétricos; g) botas impermeáveis, para trabalho em terrenos encharcados; h) sapatos adequados que ofereçam proteção contra pregos.

Quanto às escavações, elas podem ser protegidas ou não. As escavações não protegidas para a cava da fundação devem seguir algumas exigências para poder trazer segurança ao trabalhador como citado por NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 19):

12.2 Escavações não protegidas para cava de fundações e valas. 12.2.1 Escavações no máximo de 1,25 m de profundidade podem ser construídas com paredes verticais sem medidas de proteção especiais se a inclinação da superfície do solo adjacente é: a) menor que 1:10, em solos não coesivos; b) menor que 1:2, em solos coesivos. Em solos coesivos é permitido escavar a uma profundidade de até 1,75 m.

A FIG. 14 reforça o que foi explicado no item 12.2.1 da NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 19).

FIGURA 14 – Profundidade de escavação.



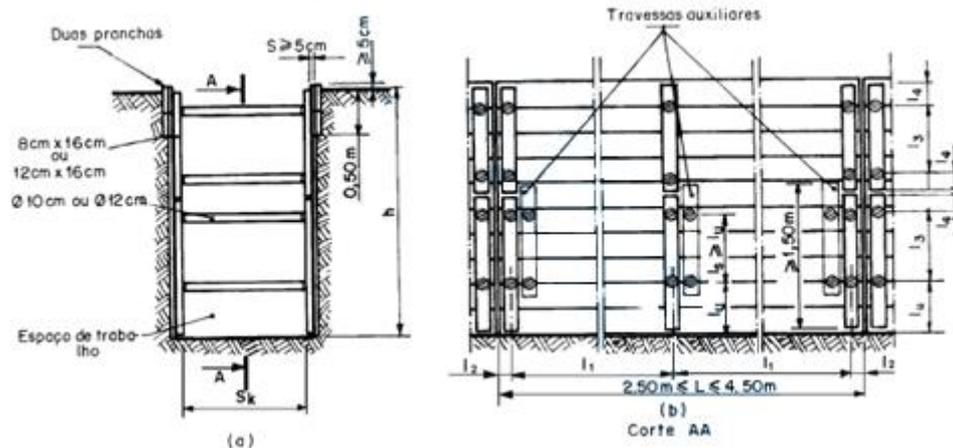
Fonte: ABNT NBR 9061:1985

A NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 20) afirma que as fundações devem ser protegidas para cava de fundações se não foram obedecidos os critérios adotados pelo item 12.2 como pode se firmar em:

12.3 Escavações protegidas para cava de fundações e valas. As escavações devem ser protegidas se as especificações de 12.2 não forem obedecidas. Os escoramentos padronizados dados em 12.3.1 e 12.3.2 podem ser utilizados, sem especial verificação estática, se as seguintes condições forem verificadas: a) a superfície do terreno apresenta-se aproximadamente horizontal; b) ocorre solo não coesivo ou solo coesivo que, no seu estado natural apresente uma consistência rija ou semidura ou por meio de rebaixamento do nível d'água adquira essa consistência; c) cargas estruturais não têm influência na distribuição de pressão do solo; d) veículos de carga e equipamentos da obra mantêm uma adequada distância de pelo menos 3,00 m até a face das pranchas de madeira. 12.3.1 Escoramento com pranchas horizontais.

A FIG. 16 representa o escoramento com pranchas como citado em 12.3.1 na NBR 9061 (ABNT, 1985, p. 20).

FIGURA 16 – Escoramento com pranchas



Fonte: ABNT NBR 9061:1985

De acordo com a NR 15 (1978), o que se refere a trabalhos sob ar comprimido (Alterado pela Portaria SSMT n.º 05, de 09 de fevereiro de 1983), pode-se destacar alguns itens de maior importância e relevância à prevenção dos trabalhadores. Em relação à compressão e descompressão, a pressão máxima suportada pelo homem, ao período de trabalho de acordo com a pressão, e o tempo de observação em que o trabalhador deve ser manter após a descompressão, a norma NR 15 (1978, p. 1) aponta:

1.3.2 O trabalhador não poderá sofrer mais que uma compressão num período de 24 (vinte e quatro) horas. 1.3.3 Durante o transcorrer dos trabalhos sob ar comprimido, nenhuma pessoa poderá ser exposta à pressão superior a 3,4 kgf/cm<sup>2</sup>, exceto em caso de emergência ou durante tratamento em câmara de recompressão, sob supervisão direta do médico responsável. 1.3.4 A duração do período de trabalho sob ar comprimido não poderá ser superior a 8 (oito) horas, em pressões de trabalho de 0 a 1,0 kgf/cm<sup>2</sup>; a 6 (seis) horas em pressões de trabalho de 1,1 a 2,5 kgf/cm<sup>2</sup>; e a 4 (quatro) horas, em pressão de trabalho de 2,6 a 3,4 kgf/cm<sup>2</sup>. 1.3.5 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.

A NR 15 (1978) disponibiliza tabelas sobre descompressão para cada carga horária de trabalho realizada pelo operário. Em relação aos requisitos do funcionário que tem a possibilidade de trabalhar no tubulão a ar comprimido, a jornada de trabalho e às instalações de assistência médica no canteiro de obra, destacam-se de acordo com a NR 15 (1978, p. 2) os seguintes itens:

1.3.6 Para trabalhos sob ar comprimido, os empregados deverão satisfazer os seguintes requisitos: a) ter mais de 18 (dezoito) e menos de 45 (quarenta e cinco) anos de idade; b) ser submetido a exame médico obrigatório, pré-admissional e periódico, exigido pelas características e peculiaridades próprias do trabalho; c) ser portador de placa de identificação (...), fornecida no ato da admissão, após a realização do exame médico. 1.3.7 Antes da jornada de trabalho, os trabalhadores deverão ser inspecionados pelo médico, não sendo permitida a entrada em serviço daqueles que apresentem sinais de afecções das vias respiratórias ou outras moléstias. 1.3.7.1 É vedado o trabalho àqueles que se apresentem alcoolizados ou com sinais de ingestão de bebidas alcoólicas. 1.3.8 É proibido ingerir bebidas gasosas e fumar dentro dos tubulões e túneis. 1.3.9 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.

No que se refere à comunicação dos funcionários que estão no interior da campânula e dos funcionários que estão fora, a comunicação de acordo com a NR 15 (1978, p. 3) deveria ser “A comunicação entre o interior dos ambientes sob pressão de ar comprimido e o exterior deverá ser feita por sistema de telefonia ou similar”. Mas a realidade não é assim que eles se comunicam. Na maioria das vezes é utilizado o “Sinal de Marinheiro” (Informal verbal)<sup>1</sup>, que são uma série de sinais de som realizado através de batidas na campânula em sequencia, onde cada tipo de batida representa um sinal.

Em relação ao grau de insalubridade do serviço em um tubulão a ar comprimido a NR 15 (1978, p. 4) destaca “As atividades ou operações realizadas sob ar comprimido serão consideradas insalubres de grau máximo”. Sendo assim mais uma vez se firma a ideia de que este trabalho traz muitos riscos a quem ira exercer.

Sendo assim, diante do exposto, percebe-se a importância de se ter normas e de segui-las, pois através de cálculos e definições que se obtém o índice de segurança a ser adotado pelo trabalhador. As principais normas a serem seguidas foram apresentadas, mas ainda dentro do tema do trabalho, podem ser citadas como fonte de pesquisa as seguintes normas: NR 4 (1978), NR 5 (1978), NR 6 (1978), NR 16 (1978), NR 19 (1978), NR 21 (1978), NR 26 (1978), NR 33 (1978), e a NBR 7250 (ABNT, 1982).

---

<sup>1</sup> Informação obtida através de comunicação com trabalhadores do serviço de tubulão a ar comprimido na obra da Ponte sobre o Rio Pomba na Rodovia MG-285, trecho Cataguases – entroncamento com a MGC 120, sobre circunscrição da 5ª CRG do DER/MG – Ubá/MG.

### 3 CONCLUSÃO

Na área de fundações da construção civil, destacam as escavações manuais, onde os funcionários se submetem a riscos em ambientes perigosos, insalubres além do próprio ambiente do canteiro de obras. Dessa forma, é necessário que a segurança do trabalho esteja presente para garantir a saúde a integridade física do trabalhador, visto que , é obrigado e exigido por lei pelo Ministério do Trabalho.

Acidentes podem ser evitados em ambientes onde se têm prevenção. Mas é importante ressaltar que apesar de o trabalhador ter capacidade de operar e comandar sua equipe, ainda assim, estão vulneráveis a sofrer um acidente no trabalho, visto que, uma das principais causas é falha humana, seja por questões psicológicas, excesso de confiança e até mesmo por distração. É importante destacar também que nem toda empresa cumpre as exigências, expondo os trabalhadores aos riscos. A empresa que se depara com esta situação, mostra não ter organização e ainda perde muito em sua produção.

Contudo, a questão principal deste trabalho é que se trata de vidas, que podem ser interrompidas ou modificadas dependendo do grau de incapacidade que o indivíduo pode se enquadrar. Por isto é importante se ter um gerenciamento na área de segurança, para que as empresas não tenham prejuízo e para que os funcionários possam trabalhar com segurança em seu ambiente de trabalho.