

CUTTER N 447a
ANO/EDIÇÃO 2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
LUIZ GUILHERME NEPOMUCENO

**APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DE UMA LINHA DE VIDA PARA UM
AMBIENTE CORROSIVO - CONCEITUANDO A NR 35**

Varginha
2015

LUIZ GUILERME NEPOMUCENO

**APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DE UMA LINHA DE VIDA PARA UM
AMBIENTE CORROSIVO - CONCEITUANDO A NR 35**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário do Sul de Minas/Unis-MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação do Professor Rafael Nogueira Rosa.

Varginha

2015

LUIZ GUILERME NEPOMUCENO

**APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DE UMA LINHA DE VIDA PARA UM
AMBIENTE CORROSIVO - CONCEITUANDO A NR 35**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas/Unis-MG, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.

Prof. Esp.

Prof..Esp.

Obs.:

Dedico este trabalho aqueles que contribuíram e acreditaram na sua realização. Aos meus pais, irmãos e minha noiva que sempre acreditaram em mim, e deu-me todo apoio para que eu pudesse concluir mais uma etapa de minha vida. Dedico também a Deus que me guiou e orientou durante esses cinco anos.

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente a Deus, por iluminar-me nessa longa jornada dando-me força e coragem para atingir meus objetivos. Aos meus pais, minha família, noiva, orientador, professores, amigos e colegas por terem contribuído na execução deste trabalho.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho visa,elaborar uma linha de vida horizontal como forma de acesso ao telhado de um galpão industrial. Em sua metodologia será observada o dimensionamento de cada componente seguindo as diretrizes das normas nacionais e internacionais legais. Como forma de garantir a segurança do operador e custo de manutenção, serão apresentadas alternativas que melhorem a eficiência e vida útil do cabo de aço, isto considerando que o galpão está instalado em um ambiente corrosivo. Também será abordado o anexo acesso por corda da norma regulamentadora NR-35, observando quais as indicações legais para o uso desse método, assim o maior ganho do projeto seria a segurança do operador, que teria como ferramenta de trabalho um equipamento de maior resistência ao meio. Os acidentes de trabalho envolvendo serviço em altura, ainda é o maior responsável pela causa de morte no ambiente de trabalho. Com base no estudo das normas, o trabalho conclui apresentando um projeto de linha de vida horizontal adequado, disponibilizando ao trabalhador um Equipamento de Proteção Coletiva, eficiente e seguro.

Palavras-chave: Linha de Vida. Segurança. Norma Regulamentadora. Cabo de Aço.

ABSTRACT

This current work aims elaborate a horizontal lifeline as a way of access to the roof of an industrial shed, in its methodology will be observed the sizing of each component following the guidelines of national and international legal norms. In order to ensure operator safety and maintenance cost, will be presented alternatives that improve the efficiency and the service life of steel cable, considering that the shed is installed in a corrosive environment. It will also be addressed the attached access by rope of regulatory norm NR-35, noting the legal directions for using this method, therefore the biggest gain of this project would be the operator safety, which would have as a work tool a greater resistance equipment to the field. Workplace accidents involving service at heights still are the most responsible for the cause of death in the workplace. Based on the study of norms, the paper concludes by presenting an appropriate horizontal lifeline project, providing the employee a Collective Protection Equipment, efficient and safe.

Keywords: *Lifeline. Security. Regulatory Norm. Steel Cable.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Acidentes de Trabalho segundo a causa de morte	14
Figura 2	Sistema de linha de vida Vertical	16
Figura 3	Sistema de linha de vida horizontal	16
Figura 4	Sistema de ancoragem	17
Figura 5	Dispositivo de ancoragem	18
Figura 6	Cinto pára-quedista	20
Figura 7	Pontos de conexão.....	21
Figura 8	Fator de Queda	22
Figura 9	Zona de Queda Livre	22
Figura 10	Acesso por Corda	24
Figura 11	Corda de Acesso	26
Figura 12	EPI obrigatório	27
Figura 13	Aplicação Correta de Grampos (clips) em Laços	29
Figura 14	CorrosividadeAtmosférica	35
Figura 15	Mapa da CorrosividadeAtmosférica	35
Figura 16	Elemento de Fixação 1	38
Figura 17	Elemento de Fixação 2	39
Figura 18	Haste Roscada Inox	39
Figura 19	Dispositivo de Ancoragem Lift Multidirecional – DALM	40
Figura 20	Constituição Geral dos Cabos de Aço	42
Figura 21	Categorias de resistência à tração dos cabos	43
Figura 22	Grampos Aço Inoxidável	44
Figura 23	Aplicação dos Grampos	44
Figura 24	Cabo de Aço	47
Figura 25	Fator de Segurança para Cabos	48
Figura 26	Modo de Elasticidade do Cabo	49
Figura 27	Fator Dimensionamento do Arame	50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Divergências entre NBR/6494 e NR-18	32
Quadro 2	Ficha do Projeto	36
Quadro 3	Modelo de Dispositivos de Ancoragens	37
Quadro 4	Tipos de Ancoragens	41
Quadro 5	Propriedade Química	46
Quadro 6	Corrosão x Rendimento	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Alma de Aço

AF – Alma de Fibra

ART- Anotação de Responsabilidade Técnica

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

LTDA – Limitada

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NR – Norma Regulamentadora

STI – Secretaria de Inspeção do Trabalho

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 ACIDENTE DE TRABALHO - CONCEITOS	14
3 CONCEITOS SOBRE LINHA DE VIDA	15
3.1 Tipos de linha de vida.....	17
3.2 Componentes do dispositivo de ancoragem	17
4 MTE – NR35 (Trabalho em Altura)	19
4.1 Objetivo e Campo de Aplicação	19
4.2 Planejamento do trabalho.....	19
4.3 Equipamento de Proteção Individual, Acessórios e Sistemas de Ancoragem.....	20
5 ANEXO ACESSO POR CORDA – MTE – NR35	23
5.1 Histórico do Acesso por Corda.....	23
5.2 Conceitos de Acesso Por Corda.....	24
5.3 Execução das atividades.....	25
5.4 Equipamentos e cordas	26
5.5 Condições Impeditivas	27
6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS - NBR/6494	28
6.1 AndAIMES Suspensos, Mecânicos-leves	28
6.2 Cabos de Sustentação dos AndAIMES Suspensos.....	29
7 MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, NR-18	30
7.1 Ancoragem	30
7.2 Cabo de Aço	31
8 DIVERGÊNCIAS NORMATIVAS	32
9 CORROSÃO EM CABOS DE AÇO	34
10 METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO	36
10.1 Ficha Inicial do Projeto.....	36
10.2 Elemento de Sustentação.....	37
10.3 Haste Roscada	38
10.4 Ancoragem	40
10.4.1 Tipos de fixação.....	40
10.5 Cabo de Aço	41
10.5.1 Grampo Crosby	43
10.6 Lubrificação para Cabo de Aço.....	45
10.6.1 Escolha do Lubrificante.....	45
11 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DIMENSIONADOS	47
11.1 Melhoria na Eficiência do Cabo	53
CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

Considera-se trabalho em altura atividades que são executadas acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda. As atividades são inúmeras, entre elas: manutenção e limpeza em fachadas, atividades em obras na construção civil, acesso a locais específicos máquinas e equipamentos, manutenção e construção de telhados. No entanto não é comum instalação de pontos de ancoragem e linhas de vida, para futuras intervenções, embora seja exigência da Norma Regulamentadora NR 18 / NR 35.

Os dados estatísticos, sobre acidente de trabalho por queda em altura apontam que são os maiores responsáveis pelo elevado número de ferimentos graves e mortes registrados no âmbito ocupacional. Aproximadamente uma em cada sete fatalidades no local de trabalho é causada por queda em altura. A falta de condições apropriada para este tipo de atividade é principal fator para o elevado número de tragédias.

Com intuito de reduzir estes números, em março de 2012, foi aprovada no Diário Oficial da União a Norma Regulamentadora nº35 – Trabalho em Altura. Esta nova NR estabeleceu medidas de proteção envolvendo o planejamento, a organização e a execução de trabalhos em altura, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com este tipo de atividade. E dando continuidade em a NR35 em abril de 2014, foi anexado o manual de Acesso por Cordas que pode ser uma opção mais segura se comparada a outras alternativas de acesso. Ambas serão objetos de estudo neste projeto.

Neste contexto, o projeto visa elaborar uma linha de vida com forma de trabalho usando o acesso por corda, observando alternativas que melhorem sua eficiência, se tratando de um projeto instalado em meio corrosivo. Assim o maior ganho do projeto seria a segurança do operador, que teria como ferramenta de trabalho um equipamento de maior resistência ao meio.

2 ACIDENTES DE TRABALHO - CONCEITOS

Acidente de trabalho pode ser considerado um problema de saúde pública, tendo em vista que são potencialmente fatais ou incapacitantes, sem contar o fato de atingir em especial, pessoas jovens em idade produtiva, o que acarreta grandes consequências sociais e econômicas.

O acidente do trabalho ocorre pelo exercício da função do trabalhador em seu local de trabalho, provocando lesão física ou psicológica, ou a perda temporária ou permanente da capacidade de trabalho, levando até a morte dependendo da gravidade do acidente, que ocorrem na maioria das vezes de forma imprevisível, embora se perceba antecipadamente pelas condições de trabalho os riscos a que os empregados estão expostos, e são várias as situações em que o empregado encontra-se nessas condições. (PEREIRA, 2001).

Segundo a Lei 8.213/91, art. 20, do Instituto Nacional de Previdência Social, acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional, permanente ou temporária, que cause a morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho. (BRASIL, 1991).

Figura 1 - Acidentes de Trabalho Segundo a Causa de Morte

Acidentes de trabalho segundo a causa (2010)	
Causa	N.º
Esmagamento	9
Queda em altura	47
Queda de pessoas	6
Choque objetos	17
Soterramento	5
Atropelamento	9
Eletrocussão	7
Explosão	6
Queda de nível	
Intoxicação	3
Afogamento	1
Máquina agrícola	2
Esmagamento Máquina	14
Outras formas	3
Em averiguações	1
Total	130

Fonte: AUTORIDADE PARA CONDIÇÕES DO TRABALHO, 2010

Observa-se na tabela que a principal causa de acidentes de trabalho mortais é a queda em altura (com 47 mortes em 2010), seguida de choque com objetos (17 mortes), do

esmagamento por máquina (14 mortes), do esmagamento (9 mortes) e da eletrocussão (com 7 mortes), demonstrando a importância de ações necessárias para o combate às mortes decorrentes de trabalhos em altura.

Assim evidencia grande importância nos cuidados com as atividades em altura, preocupado com isso o presente projeto toma como base as normas que regem esta forma de trabalho, para realizar com maior segurança a atividade em questão.

3 CONCEITOS SOBRE LINHA DE VIDA

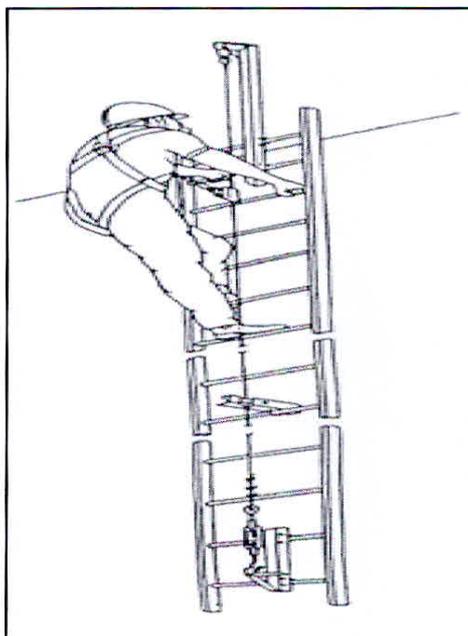
Uma linha de vida ou linha de ancoragem flexível é um varal de segurança feito de cabo de aço ou corda de poliamida, poliéster ou material equivalente preso num ponto de ancoragem superior, que quando conectado a um dispositivo permite a movimentação ao longo da linha. Ela também pode ser considerada um Equipamento de Proteção Coletivo (EPC), tendo em vista que é de uso comum a todos que necessitam ter acesso em determinados níveis de altura.

Ao se olhar uma linha de vida instalada ela parece muito simples. Mas, em termos do processo de retenção de uma queda, ela é muito complexa. Conseqüentemente, a concepção e instalação de uma linha de vida não é apenas uma questão de amarrar-se uma corda “forte” qualquer, escolhida de maneira aleatória, com total improvisação e no processo depender de um boa quantidade de adivinhação. As linhas de vida horizontais flexíveis são sistemas de engenharia e exigem disciplinas e abordagens de engenharia, a fim de garantir que vão funcionar como pretendidos.

3.1 Tipos de linha:

- a) Linha de vida vertical – Utilizada quando existe a necessidade de realizar o acesso de um ponto de partida inferior até um local superior acima de 2 metros (conforme NR-35). A linha de vida vertical pode ser fixa ou móvel dependendo do local e necessidade de utilização. Os materiais utilizados normalmente são: cabo de aço, trilho (interno ou externo) e corda.

Figura 2 - Sistema de Linha de Vida Vertical

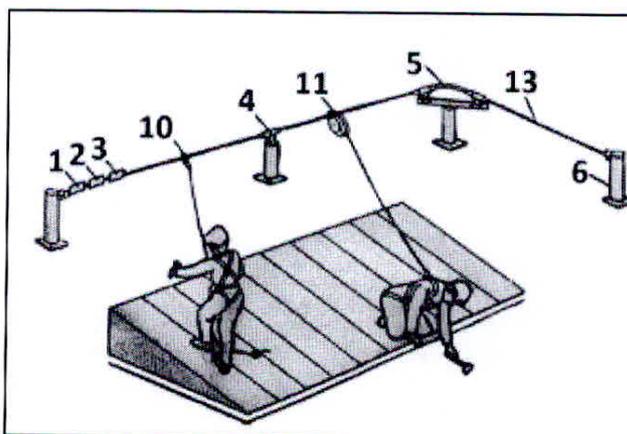


Fonte: EQUIPAMENTOS GULIN, 2015

- b) Linha de vida horizontal – Recomendada em qualquer trabalho acima de 2 metros (conforme NR-35) quando o indivíduo está em superfície a qual oferece algum risco de queda. A linha de vida horizontal estará ancorada, no mínimo, em dois pontos de ancoragens. A linha de vida horizontal poderá ser fixa ou móvel/ provisória.

Quanto aos seus dimensionamentos, é recomendado que em qualquer instalação contenha um estudo técnico bem como um cálculo de dimensionamento, acompanhado de um projeto e respectiva ART (Anotação de Responsabilidade Técnica).

Figura 3 - Sistema de Linha de Vida horizontal



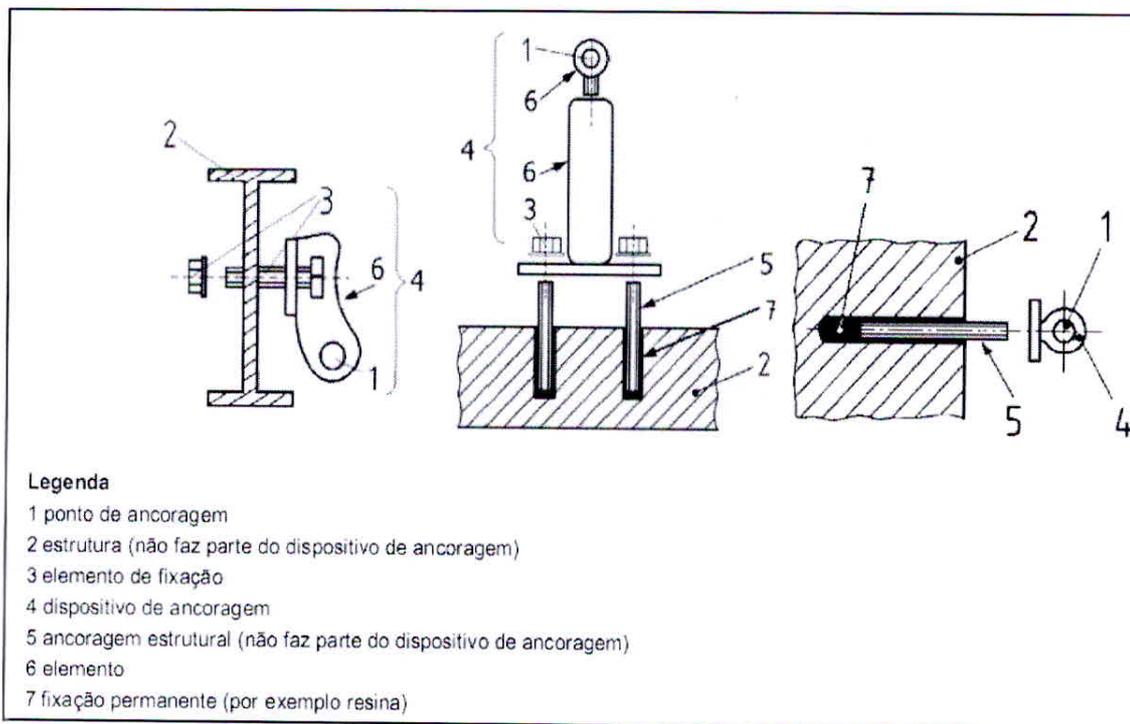
Fonte: EQUIPAMENTOS GULIN, 2015

3.2 - Componentes do dispositivo de ancoragem:

Em uma linha de vida instalada existem dois momentos que devem ser bem diferenciados: o dispositivo de ancoragem, objeto desta norma; e sua instalação na estrutura.

- a) Ponto de ancoragem, comumente chamados de ganchos, pinos ou olhais de alpinismo. São ponto destinado a conexão de cordas flexíveis ou cabos de aço, que propiciando estabilidade dos equipamentos bem como segurança aos trabalhadores em telhados e coberturas.
- b) Sistema de ancoragem: Sistema projetado para ser utilizado como parte de um sistema pessoal de proteção de queda que incorpora um ponto ou pontos de ancoragem e/ou um dispositivo de ancoragem e/ou um elemento e/ou uma ancoragem estrutural.
- c) Ancoragem estrutural: São os elementos responsáveis de fixação do dispositivo na estrutura da edificação, ela não considerado uma parte do dispositivo de ancoragem.

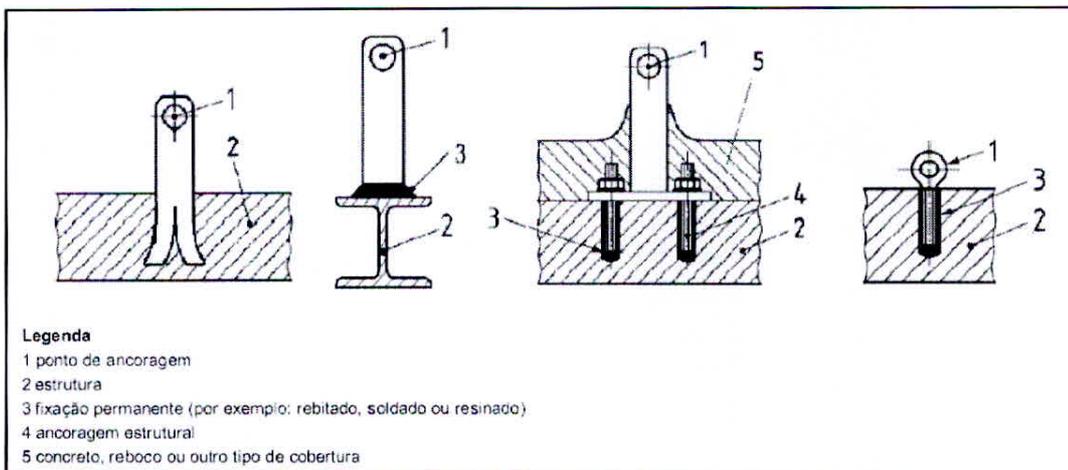
Figura 4- Sistema de Ancoragem



Fonte: NBR/6494 PARTE 2: DISPOSITIVOS DE ANCORAGEM TIPO C, 2013

Existem vários tipos de dispositivo e fixação comercializados, porém a norma não define regras claras para seu dimensionamento, cabendo então ao Engenheiro responsável projetar sua estrutura. Alguns exemplos de dispositivo seguem abaixo:

Figura 5 - Dispositivo de Ancoragem



Fonte: NBR/6494 PARTE 2: DISPOSITIVOS DE ANCORAGEM TIPO C, 2013

Apesar de ser amplamente usado no Brasil o alpinismo industrial, usando linhas de vida não compõe uma norma específica para o dimensionamento de seu sistema. O estudo levará em consideração somente as normas Brasileiras, e encontrará por ele um meio seguro de dimensionar uma Linha de Vida Horizontal.

4 MTE – NR 35 (Trabalho em Altura)

Em março de 2012, foi publicado no Diário Oficial da União, a Portaria nº 313, da Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), aprovando a Norma Regulamentadora nº35 – Trabalho em Altura. Esta nova NR estabeleceu os requisitos mínimos e as medidas de proteção envolvendo o planejamento, a organização e a execução de trabalhos em altura, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com este tipo de atividade. (BRASIL, 2012).

4.1 Objetivo e Campo de Aplicação

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade. Ela Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda (BRASIL, 2012).

4.2 Planejamento do Trabalho

O planejamento do trabalho deve seguir as medidas seguintes: Primeiro tentar evitar o trabalho em altura; Se realmente não existir outra forma deve se criar medidas que elimine o risco de queda; Caso o risco não possa ser eliminado deve se adotar medidas que minimizem as consequências da queda.

Medidas de proteção coletiva devem, obrigatoriamente, se antecipar a todas as demais medidas de proteção possíveis de adoção na situação considerada. A instalação de sistema de guarda corpo e corrimãos são exemplos de medidas de proteção coletiva utilizadas na impossibilidade de realização do trabalho de outra forma (BRASIL, 2012).

Segundo a NR-35 a Análise de Risco deve além dos riscos inerentes ao trabalho em altura, considerar:

- a) O local em que os serviços serão executados e seu entorno;
- b) O isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho;
- c) O estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem;

Entende-se por sistemas de ancoragem os componentes definitivos ou temporários, dimensionados para suportar impactos de queda, aos quais o trabalhador possa conectar seu Equipamento de Proteção Individual, diretamente ou através de outro dispositivo, de modo a

que permaneça conectado em caso de perda de equilíbrio, desfalecimento ou queda. (BRASIL, 2012)

- e) A seleção, inspeção, forma de utilização e limitação de uso dos sistemas de proteção coletiva e individual, atendendo às normas técnicas vigentes, às orientações dos fabricantes e aos princípios da redução do impacto e dos fatores de queda;

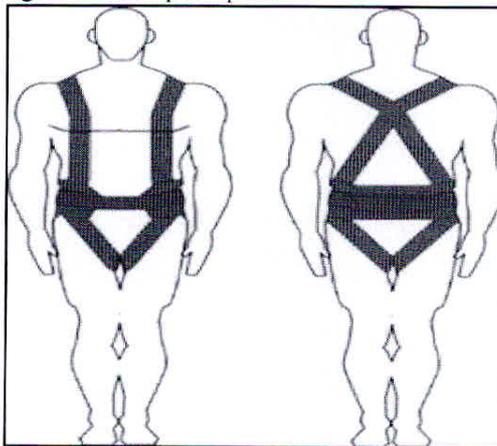
4.3 Equipamentos de Proteção Individual, Acessórios e Sistemas de Ancoragem

Os Equipamentos de Proteção Individual - EPI, acessórios e sistemas de ancoragem devem ser especificados e selecionados considerando-se a sua eficiência, o conforto, a carga aplicada aos mesmos e o respectivo fator de segurança, em caso de eventual queda. (BRASIL, 2012)

- a) O cinto de segurança deve ser do tipo pára-quedista e dotado de dispositivo para conexão em sistema de ancoragem.

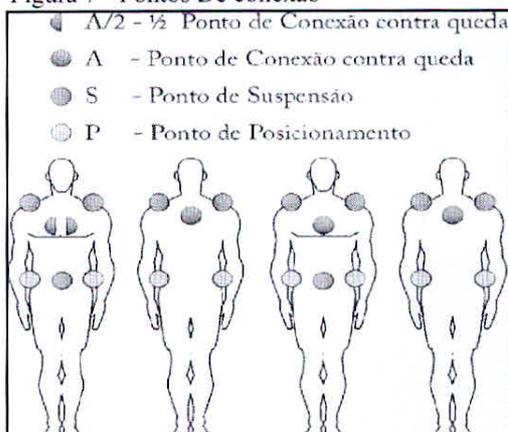
Cinto de segurança tipo pára-quedista – Equipamento de Proteção Individual utilizado para trabalhos em altura onde haja risco de queda, constituída de sustentação na parte inferior do peitoral, acima dos ombros e envolta nas coxas.

Figura 6: Cinto pára-quedista.



Fonte: MTE – NR 35, 2012

Figura 7 - Pontos De conexão



Fonte: MTE – NR 35, 2012

b) O sistema de ancoragem deve ser estabelecido pela análise de risco.

O sistema de ancoragem é integrado por componentes definitivos ou temporários, dimensionados para suportar impactos de queda, aos quais o trabalhador possa conectar seu Equipamento de Proteção Individual, diretamente ou através de outro dispositivo, de modo a que permaneça conectado em caso de perda de equilíbrio, desfalecimento ou queda. (BRASIL, 2012)

O ponto de ancoragem é um local para fixação de um dispositivo contra queda. Pode ser um simples olhal de rosca, gancho de metal, talha de viga, linha de vida ou outro elemento estrutural com capacidade nominal adequada.

Quanto aos pontos de ancoragem, devem ser tomadas as seguintes providências:

- Ser selecionados por profissional legalmente habilitado;
- Ter resistência para suportar a carga máxima aplicável;
- Ser inspecionados quanto à integridade antes da sua utilização.

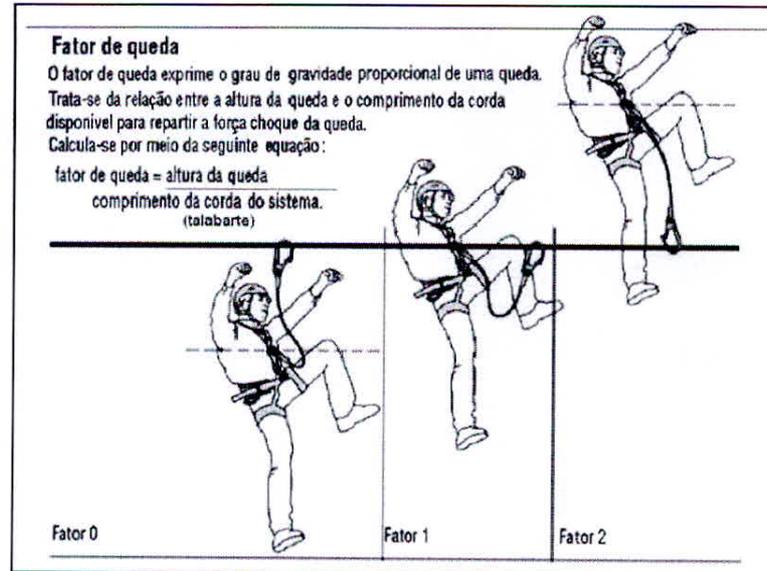
A seleção dos pontos de ancoragem deve ser realizada por profissional legalmente habilitado, que deve considerar a resistência do mesmo em relação à carga máxima aplicável. Quanto à inspeção dos pontos antes de sua utilização, esta pode ser feita por inspeção visual ou ensaios não destrutivos para comprovar a integridade do mesmo.

c) Talabarte - dispositivo de conexão de um sistema de segurança, regulável ou não, para sustentar, posicionar e/ou limitar a movimentação do trabalhador.

O talabarte e o dispositivo trava quedas devem estar fixados acima do nível da cintura do trabalhador, ajustados de modo a restringir a altura de queda e assegurar que, em caso de ocorrência, minimize as chances do trabalhador colidir com estrutura inferior.

O talabarte aqui referido não é o de posicionamento, mas o utilizado para restrição da queda. Sempre que possível os pontos de ancoragem devem estar acima do usuário de forma a minimizar o comprimento e o impacto de qualquer queda.

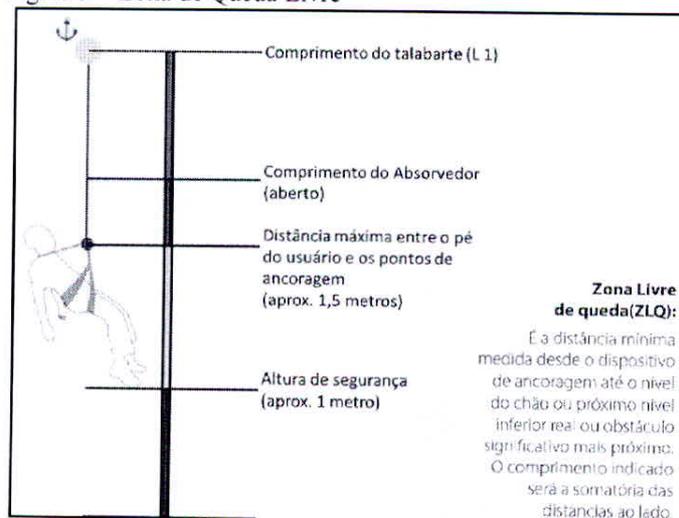
Figura 8 – Fator de Queda



Fonte: MTE – NR 35 TRABALHO EM ALTURA, 2012

- d) Absorvedor de energia - dispositivo destinado a reduzir o impacto transmitido ao corpo do trabalhador e sistema de segurança durante a contenção da queda.

Figura 9 – Zona de Queda Livre



Fonte: MTE – NR 35, 2012

5 ANEXO ACESSO POR CORDA – MTE – NR 35

Dando continuidade à elaboração da NR-35, o Ministério do Trabalho e Emprego, por meio do Departamento de Segurança e Saúde do Trabalho - DSST, criou uma Subcomissão Tripartite, que se reuniram durante o ano de 2013 para a elaboração do Anexo de Acesso por Cordas. O Anexo foi veiculado pela Portaria MTE n.o 593, publicada em 30 de abril de 2014, que estabelece o cumprimento imediato dos dispositivos. (BRASIL, 1998).

Com uma crescente utilização no Brasil na última década, a elaboração de normas técnicas nacionais para Acesso por corda, foi uma consequência natural, visto a necessidade de estabelecer requisitos de segurança, qualidade e desempenho.

O Anexo I da NR-35 tem como objetivos criar as bases para a aplicação das normas técnicas, recepcionando seus requisitos, e estabelecer uma interface entre os requisitos gerais da Norma Regulamentadora e as NBR. Os dispositivos presentes no Anexo não excluem a aplicação dos requisitos da NR-35. No conflito entre os dispositivos do Anexo e da NR-35, prevalece o disposto no Anexo para a atividade de Acesso por Cordas. (BRASIL, 1998).

Quando avaliada no planejamento de trabalho a adoção da técnica de Acesso por Corda, pode ser uma opção mais segura se comparada a outras alternativas.

Suas principais vantagens são:

- a) Permitir acesso a locais que apresentem restrições de acesso por outros métodos;
- b) Ser uma opção quando outros métodos resultarem em risco maior aos trabalhadores direta ou indiretamente envolvidos.

5.1 - Histórico do Acesso por Corda

A técnica de Acesso por Corda, como conhecemos hoje, começou a se desenvolver nos meados dos anos 80, não pelas técnicas de escalada ou alpinismo como muitos acreditam, mas baseada em um sistema desenvolvido pela espeleologia* no final da década de 60. Para torná-la adequada aos requisitos de segurança dos trabalhos em altura, foi adicionada uma segunda corda de segurança de modo que o sistema tivesse um nível de redundância (BRASIL, 2013).

Com a crescente utilização desse método em outros países a partir de 1990, como ocorrido na Austrália, França, Alemanha, Nova Zelândia, Noruega, África do Sul e nos EUA, foram criadas organizações para padronizar o Acesso por Corda (BRASIL, 2013).

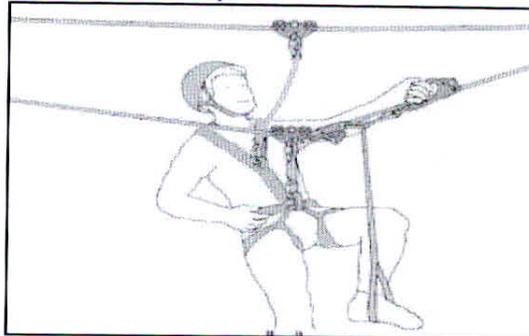
- a) No Brasil, a técnica vem sendo utilizada desde o final de 1993. Porém, se intensificou quando começou a ser utilizada nas atividades de exploração e produção de petróleo.
- b) 2007 - Aprovada a primeira norma de acesso por corda no Brasil. ABNT NBR 15475 Acesso por Corda - Qualificação e Certificação de pessoas.
- c) 2007 - Fundada a ANEAC - Associação Nacional das Empresas de Acesso por corda.
- d) 2008 - Aprovada a norma ABNT NBR 15595 Acesso por Corda - Procedimento para aplicação do método.
- e) 2009 - A ABENDI inicia o Sistema Nacional de Certificação de Pessoas em Acesso por Corda.
- f) 2011 - Iniciam os exames de certificação para os profissionais conforme ABNT NBR 15475.

5.2 – Conceitos de Acesso Por Corda

Para fins desta Norma Regulamentadora considera-se acesso por corda à técnica de progressão utilizando cordas, com outros equipamentos para ascender, descender ou se deslocar horizontalmente, assim como para posicionamento no local de trabalho, normalmente incorporando dois sistemas de segurança fixados de forma independente, um como forma de acesso e o outro como corda de segurança utilizado como cinturão de segurança tipo pára-quedista (BRASIL, 2013).

A dupla proteção é um princípio fundamental de segurança para acesso por corda. O trabalhador usa uma corda de trabalho além de uma corda de segurança ancorada de forma independente da corda de trabalho. Qual quer que seja a falha em um dos sistemas de suspensão, existe outro adequado para prevenir um acidente (BRASIL, 2013).

Figura 10 – Acesso por Corda



Fonte: MTE – NR 35, 2013

Os princípios para um sistema de acesso por corda seguro incluem:

- a) Planejamento e gestão;
- b) Seleção, capacitação e certificação de pessoal, composição da equipe e supervisão;
- c) Seleção, uso e manutenção de equipamentos apropriados;
- d) Métodos de trabalho adequados;
- e) Provisão para situações de emergência.

5.3 - Execução das atividades

As atividades com acesso por cordas devem ser executadas:

- a) De acordo com procedimentos em conformidade com as normas técnicas nacionais vigentes. “Na execução das atividades com acesso por corda devem ser utilizados procedimentos técnicos, conforme estabelecido na norma ABNT NBR 15595 Acesso por Corda - Procedimento para Aplicação do Método.” (BRASIL, 2013).
- b) Por trabalhadores certificados em conformidade com normas técnicas nacionais vigentes de certificação de pessoas (ABNT NBR 15475 - Acesso por Corda - Qualificação e Certificação de Pessoas). (BRASIL, 2013).

Os profissionais qualificados são divididos em 3 níveis de acordo com a norma NBR-15475:

- Profissional Nível 1 - N1 – Tem qualificação básica, capacitado para exercer trabalhos limitados sob supervisão.
 - Profissional Nível 2 - N2 - possui qualificação intermediária, possui habilidades necessárias para planejar os trabalhos.
 - Profissionais Nível 3 - N3 - capaz de assumir total responsabilidade por projetos de acesso por corda.
- c) A equipe de trabalho deve ter pelo menos dois trabalhadores, sendo um o supervisor.
 - d) Durante a execução da atividade o trabalhador deve estar conectado a pelo menos duas cordas em pontos de ancoragem independentes. A execução da atividade com o trabalhador conectado a apenas uma corda pode ser permitida se atendidos cumulativamente aos seguintes requisitos (BRASIL, 2013).

5.4 Equipamentos e cordas

As cordas utilizadas devem atender aos requisitos das normas técnicas nacionais. A norma brasileira para a fabricação de cordas é a ABNT NBR 15986: Cordas de alma e capa de baixo coeficiente de alongamento para Acesso por Corda. (BRASIL, 2013).

Figura 11 – Corda de Acesso



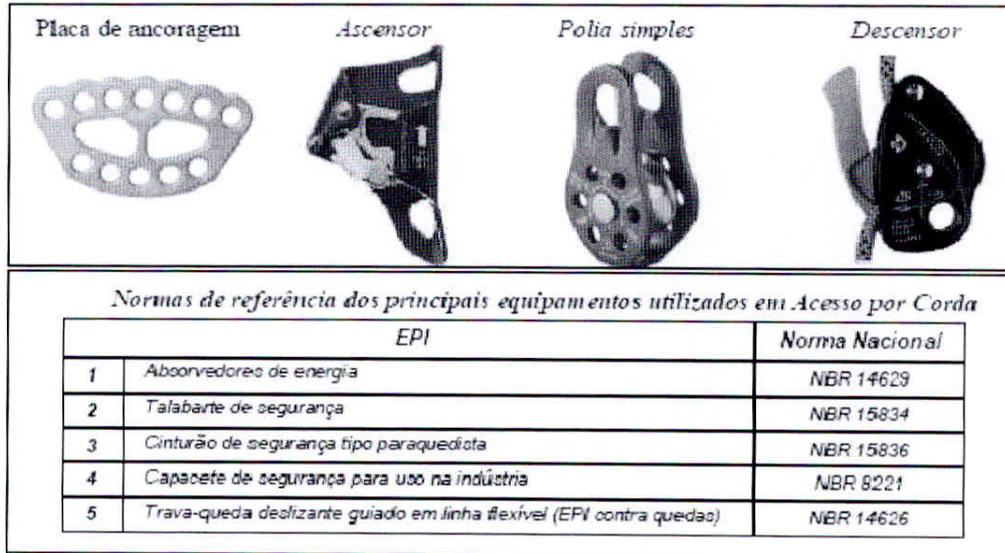
Fonte: MTE – NR 35 – ANEXO ACESSO POR CORDA, 2014

Segundo a norma a seleção de corda deve considerar os seguintes critérios:

- a) Resistência ao desgaste, abrasão, reação a produtos químicos, radiação UV, sujeira e contaminantes;
- b) Desempenho da corda de acordo com ambiente umidade, temperatura, condições climáticas e sujidades;
- c) Resistência à torção e rigidez;
- d) Facilidade para a realização de nós;
- e) A corda precisa estar de acordo com todos os dispositivos de interligação, em especial seu diâmetro.

Todos os equipamentos auxiliares devem ser certificados de acordo com normas técnicas nacionais ou, na ausência as internacionais. São eles:

Figura 12 – EPI obrigatório



Fonte: MTE – NR 35 – ANEXO ACESSO POR CORDA, 2014

O plano de inspeção dos equipamentos e cordas deve ocorrer de forma seguintes:

- a) Antes da sua utilização;
- b) Periodicamente, com periodicidade mínima de seis meses;

5.5 Condições Impeditivas

Além das condições impeditivas identificadas na Análise de Risco, exclamada NR.35, é previsto também que o trabalho seja interrompido em caso de ventos superiores a 40 km/h.

6 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR/6494

Esta Norma fixa as condições exigíveis de segurança para todos os tipos de andaimes quanto à sua condição estrutural, bem como de segurança das pessoas que neles trabalham e transitam. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1991).

A norma define andaimes suspensos como: Plataformas necessárias à execução de trabalhos em lugares elevados, onde não possam ser executados em condições de segurança a partir do piso. São utilizados em serviços de construção, reforma, demolição, pintura, limpeza e manutenção. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1991).

No âmbito de linha de vidas, a norma não define diretrizes específicas para seu dimensionamento, contudo trata dentro da norma os principais componentes de uma linha de vida: sistema de ancoragem e cabos de aço.

Tendo vista que o seguimento de trabalho com andaimes suspenso, esta previsto como trabalho em altura, podemos considerar avaliando a carga do operador, que o acesso direto segue as mesmas diretrizes para dimensionamento.

Com tudo a NBR 6494 classifica os andaimes esta nas seguinte colocação:

- a) Andaimes suspensos mecânicos (pesados; leves);
- b) Andaimes em balanço;
- c) Andaimes simplesmente apoiados (fixos; móveis).

6.1 - Andaimes Suspensos, Mecânicos-leves

A estrutura dimensionada que permite suportar carga total máxima de trabalho de 3 kN (300 kgf), respeitando os fatores de segurança de cada um dos seus componentes. Entende-se como carga de trabalho a somatória das cargas de materiais, ferramentas e pessoas sobre o andaime (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1991).

A fixação dos cabos de aço deve ser suportado por vigas I, e quanto ao seu dimensionamento, à viga deve ter resistente mínima igual a três vezes o momento solicitante.

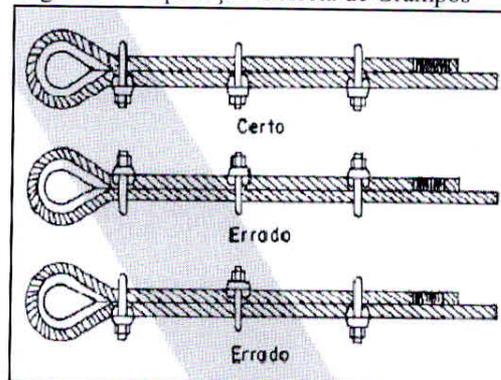
A extremidade do gancho ou dispositivo especial, voltada para o interior da edificação, deve ser amarrada por meio de cabo de aço a um ponto resistente ao esforço de tração a que ficará sujeito.

6.2 Cabos de Sustentação dos AndAIMES Suspensos

Os cabos de sustentação devem ser dimensionado de acordo com a solicitação de trabalho sustentada, ou seja, somatória das cargas de materiais, ferramentas e pessoas sobre o a linha de vida. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1991).

- a) Os cabos de aço deve ter carga de ruptura mínimo cinco vezes a carga máxima utilizada.
- b) Se o cabo de sustentação tiver contato com uma aresta, este deve ser protegido contra o atrito e garantir um raio mínimo de curvatura de oito vezes o diâmetro.
- c) Os cabos de aço de sustentação devem ser de alma de fibra (AF) e construção 6 x 19, torção regular à direita, galvanizados e resistência à tração dos fios entre 1600 MPa e 1800 MPa (PS). O diâmetro mínimo dos cabos de aço para andaimes leves é de 7,95 mm, com carga mínima de ruptura igual a 34,8 kN.
- d) Os cabos de sustentação devem ser periodicamente inspecionados, e quando em uso, e não devem apresentar qualquer um dos seguintes defeitos:
 - Oxidação do cabo, comprometendo a sua resistência;
 - Ruptura de fios em número acima de um a cada passo do cabo;
 - Deformações permanentes, tais como dobras, esmagamentos, pernas E etc.;
- e) Na utilização com grampos, deve ser considerada redução de 20% na carga admissível do cabo.
- f) Os grampos devem ser do tipo Crosby, pesados, portando no mínimo três grampos de fixação e o seu espaçamento devem ser de acordo com as tabelas dos fabricantes,

Figura 13 – Aplicação Correta de Grampos



Fonte: ABNT-NBR/6494:1990

7 MINISTERIO DO TRABALHO E EMPREGO, NR-18.

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção.(BRASIL, 1998).

No âmbito de linha de vidas, a norma não define diretrizes específicas para seu dimensionamento, contudo trata dentro do artigo 18.15 Andaimos e Plataformas de Trabalho, os principais componentes de uma linha de vida: sistema de ancoragem e cabos de aço.

7.1 Ancoragem

Nas edificações com, no mínimo, quatro pavimentos ou altura de 12m (doze metros) a partir do nível do térreo devem ser instalados dispositivos destinados à ancoragem de equipamentos de sustentação de andaimes e de cabos de segurança para o uso de proteção individual a serem utilizados nos serviços de limpeza, manutenção e restauração de fachadas. (BRASIL, 2006).

Os pontos de ancoragem devem:

- a) Estar dispostos de modo a atender todo o perímetro da edificação;
- b) Suportar uma carga pontual de 1.500 Kgf;
- c) Constar do projeto estrutural da edificação;
- d) Ser constituídos de material resistente às intempéries, como aço inoxidável ou material de características equivalentes.

Os pontos de ancoragem de equipamentos e dos cabos de segurança devem ser independentes. A ancoragem deve apresentar na sua estrutura, em caracteres indelévels e bem visíveis:

- a) Razão social do fabricante e o seu CNPJ;
- b) Indicação da carga de 1.500 Kgf;
- c) Material da qual é constituído;
- d) Número de fabricação/série.

7.2 Cabo de Aço

É obrigatória a observância das condições de utilização, dimensionamento e conservação dos cabos de aço utilizados em obras de construção, conforme o disposto na norma técnica vigente ABNT-NBR 6327/83 - Cabo de Aço/Usos Gerais da ABNT (BRASIL, 2002).

Os cabos de aço de tração não podem ter emendas nem pernas quebradas que possam vir a comprometer sua segurança.

Os cabos de aço devem ter carga de ruptura equivalente a, no mínimo, 5(cinco) vezes a carga máxima de trabalho a que estiverem sujeitos e resistência à tração de seus fios de, no mínimo, 160 kgf/mm² (BRASIL, 2002).

Os cabos de fibra sintética utilizados para sustentação de cadeira suspensa ou como cabo-guia para fixação do trava-quedas do cinto de segurança tipo pára-quedista, deverá ser dotado de alerta visual amarelo (BRASIL, 2002).

O Cabo de fibra sintética utilizado nas condições previstas deverá atender as especificações:

- a) Ser fabricado em trançado triplo e alma central.
- b) Trançado externo em multifilamento de poliamida.
- c) Trançado intermediário e o alerta visual de cor amarela em multifilamento de polipropileno ou poliamida na cor amarela com o mínimo de 50% de identificação, não podendo ultrapassar 10%(dez por cento) da densidade linear.
- d) Trançado interno em multifilamento de poliamida.
- e) Alma central torcida em multifilamento de poliamida.
- f) Construção dos trançados em máquina com 16, 24, 32 ou 36 fusos.
- g) Medida inicial de referência: 12 (diâmetro nominal em mm.).
- h) Densidade linear 95 + 5 KTEX(igual a 95 + 5 g/m).
- i) Tensão de ruptura mínima 20 KN.
- j) Tensão de ruptura mínima sem o trançado externo 15 KN.

8 DIVERGÊNCIA NORMATIVAS

Não existe uma norma nacional específica para dimensionamento de uma linha de vida, por tanto para especificação do projeto vamos seguir as diretrizes que nos proporciona maior segurança no dimensionamento.

As normas têm por função proporcionar diretrizes e características do projeto, no entanto por não serem de um mesmo órgão expedidor e não estarem submetidas a uma mesma comissão avaliadora, ocorre que muitas das vezes suas especificações se contradizem, o que pode acarretar falha ou super dimensionamento do projeto. Seguem no quadro 1 com algumas divergências sobre a metodologia para dimensionar uma linha de vida entre a norma do Ministério do Trabalho e Emprego e a norma da Associação Brasileira de Normas Técnica.

Quadro 1 – Divergências entre NBR/6494 e NR-18

	ABNT - NBR/6494:1990	TEM-NR-18
Carga de trabalho	A carga para ser considerada leve, deve suportar uma carga máxima de trabalho de 3 kN (300 kgf),	Dimensões da estrutura de sustentação, deve ser realizado por profissional legalmente habilitado. Que por sua vez deve projetar com segurança, as cargas de trabalho a que estarão sujeitos.
Elementos de sustentação	Deve ser projetado por vigas I, com resistente mínima igual a três vezes o momento solicitante.	As sustentações das cargas devem ser feitas por meio de vigas, afastadores ou outras estruturas metálicas de resistência a no mínimo três vezes o maior esforço solicitado e dimensionado por profissional habilitado.
Ancoragem	Os cabos devem ser fixados com sapatilhas adequadas ao diâmetro e preso na extremidade com grampos ou soquetes chumbadores.	Os pontos de ancoragem devem: a) estar a atender todo o perímetro da edificação; b) suportar uma carga pontual de 1.500 Kgf; c) constar do projeto estrutural da edificação; d) ser constituídos de material resistente às intempéries.
Cabo de Aço	Os cabos de aço de sustentação devem ser de alma de fibra (AF) e construção 6 x 19, torção regular à direita, galvanizados e resistência à tração dos fios entre 1600 MPa e 1800 MPa (PS). O diâmetro mínimo dos cabos de aço para andaimes leves é de 7,95 mm, com carga mínima de ruptura igual a 34,8 kN.	a) deve ser constituído em trançado triplo e alma central. b) Trançado externo em multifilamento de poliamida. c) Número de referência: 12 (diâmetro nominal em mm.) d) Carga de ruptura mínima 20 KN. e) Carga de ruptura mínima de segurança sem o trançado externo 15 KN.

Fonte: AUTOR

Como pode ser observado são vários os pontos em que as normas causam divergência em relação as suas diretrizes, com relação ao contexto estudado podemos observa:

Em relação às cargas de trabalhos as diretrizes se completam, uma vez que a ABNT estabelece limites de carregamento máximo e mínimo para dividir entre cargas pesadas e leves, porem ela não fixa a necessidade de um profissional legalmente habilitado para ser responsável pelo projeto.

Nos elementos de sustentação apesar de concordarem com um resistência mínima igual três vezes o maior esforço solicitados no elemento, a NR-18 não fixa o tipo de viga a ser usado deixando em aberto para qualquer perfil metálico que atenda a solicitação.

Em relação à ancoragem a NR especifica exigência mínimas para o pontos de fixação, enquanto a NBR se prende a abortar a fixação dos cabos, por meio de grampos e chumbadores.

Já em relação ao cabo de aço para sustentação, as normas não seguem as mesmas diretrizes, a NR-18 e NRB não se entendem em relação ao diâmetro mínimo, resistência a tração dos fios e carga mínima de ruptura.

O grande responsável por tanta divergência alem de seus mentores, se deve ao fato de suas datas de criação e modificação. A NR-18 é de 1978, porem já passou por varias portarias de alteração, sendo a ultima em maio de 2013, no caso da NBR 6494 sua data de origem é em 1990, não sendo substituída ou alterada desde então.

Contudo para efeito de resultados mais atualizados, tomamos por base as diretrizes da NR-18 TEM, que é mais abrangente, especifica e esta mais próxima a novas tecnologias de mercado.

9 CORROSÃO EM CABOS DE AÇO

Corrosão é a tendência espontânea do aço produzido e conformado de reverter ao seu estado inicial, de mais baixa energia livre. Corrosão também pode ser entendida como é a deterioração de propriedades que ocorre quando um material reage com o ambiente. Avaliando pelo lado da termodinâmica, a tendência de decréscimo energético é a principal força encorajadora da corrosão metálica. (PANNONI, 2007).

Do ponto de vista da engenharia a corrosão é prejudicial de varias maneiras: faz com que aumente os coeficientes de segurança, reduz o intervalo de tempo de manutenção corretiva e preventiva, cria necessidade de metais mais nobres, redução da eficiência e etc. Considerando que todos estes itens induzem também ao prejuízo econômico, existe um argumento forte para poder evitar a corrosão.

As formas mais comuns de corrosão que ocorre no aço carbono são: corrosão uniforme, corrosão galvânica, corrosão por frestas e a corrosão por pites. De modo geral a corrosão reduz a capacidade de carga do cabo de aço, através da diminuição da área metálica, além de acelerar a fadiga.

De acordo com a Normas ISO 9223 e ISO 9226, os critérios de caracterização de uma atmosfera e o grau de corrosividade, são determinado a partir da velocidade de corrosão de metais expostos. (PANNONI, 2007).

Três são os Parâmetros de classificação de uma atmosfera:

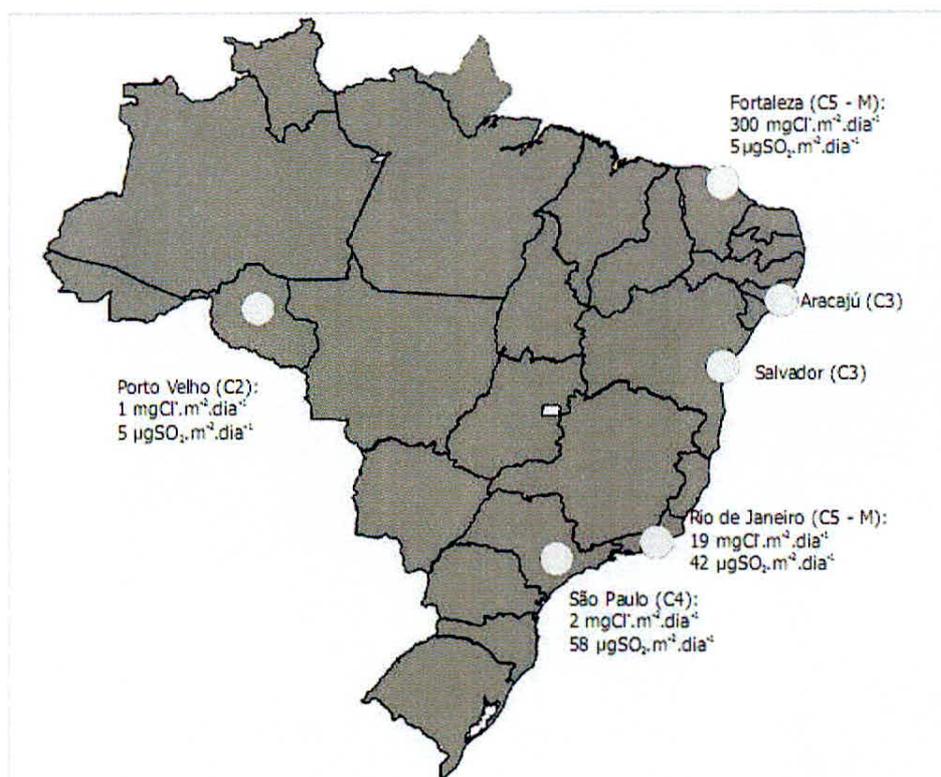
- a) A duração da exposição a uma dada umidade (tempo de umedecimento) t : período de o tempo no qual a umidade relativa é superior a 80% e a temperatura é superior a 0 °C. São descritas cinco categorias, indo de t (< 10 h.ano) a t (> 5.500 h.ano).
- b) A concentração de SO atmosférico, dado em mg.m^{-3} : São descritas quatro categorias, 2-3 - 3 indo de P (< 12 mg.m^{-3}) a P ($90 < P < 250$ mg.m^{-3}). Uma atmosfera rural não poluída como a de Sorocaba - SP, apresenta um valor médio anual de 5 mg.m^{-3} , enquanto que uma atmosfera industrial como a encontrada em Cubatão - SP, possui um valor médio anual de 27 mg.m^{-3} .
- c) A concentração de íons cloreto, dada como velocidade de deposição, em $\text{mg.m}^{-2}.\text{dia}$ São descritas quatro categorias, indo de S (< 3 $\text{mg.m}^{-2}.\text{dia}$) a S ($300 < S < 1.500$ $\text{mg.m}^{-2}.\text{dia}$). Uma atmosfera como a de Fortaleza, CE., apresenta uma taxa de deposição de cloretos de cerca de 300 $\text{mg.m}^{-2}.\text{dia}$. A tabela descrita a seguir ilustra a corrosividade de uma atmosfera segundo a Norma ISO 9226 em função das velocidades de corrosão observadas para diferentes valores de t , P e S , para os aços carbono.

Figura 14 - Corrosividade Atmosférica

Corrosividade da Atmosfera		$V_{\text{corr inicial}}$ ($\mu\text{m.ano}^{-1}$)	$V_{\text{corr estacionária}}$ ($\mu\text{m.ano}^{-1}$)
C1	Muito baixa	< 1,3	< 0,1
C2	Baixa	1,3 - 25	0,1 - 1,5
C3	Média	25 - 50	1,5 - 6
C4	Alta	50 - 80	6 - 20
C5	Muito Alta	80 - 200	20 - 90

Fonte: (Pannoni, 2007, Pag. 23)

Figura 15- Mapa da Corrosividade atmosférica, brasileira.



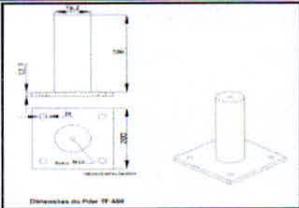
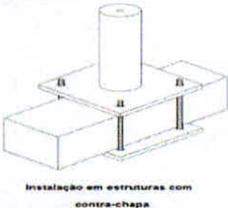
Fonte: (Pannoni, 2007, Pag. 23)

10 METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO

10.1 Ficha Inicial do Projeto

A ficha do projeto é uma consideração muito importante, pois trata de conhecimento antecipado da área de implantação do projeto. Esta informações são coletadas in loco, pelo profissional responsável.

Quadro 2 - Ficha do Projeto

Ficha do Projeto			
Cliente			
Nome:	<i>Fertilizantes Heringer S/A</i>	Fone:	-
Endereço:	-	email:	-
Instalador			
Nome Empresa:	-	Instalador responsável:	<i>Luiz Guilherme</i>
Endereço:	-	Fone:	-
Edificação / estrutura			
Endereço:		Tipo de construção int:	<i>Treliças de madeira</i>
Área da cobertura	<i>160 x 31 m</i>	Formato do telhado:	<i>Duas águas</i>
Nível de corrosão	<i>C-5</i>	Componentes da edificação	<i>Viga madeira 10 x 20 cm</i>
Dispositivo de ancoragem			
Fabricante:	Equipamentos Gulin Ltda	Fixações do dispositivo	Haste roscada 5/8
Identificação modelo/tipo:	<u>TF-600</u>	Fixação da ancoragem	Fixação Química
Materiais da construção	Chapa 12mm – aço 1045; Eixo maciço 3” – aço 1045	Força de tensão permitida:	1500 kgf
			
Informações adicionais			
Ponto 1: 160 m x h 16 m			
Ponto 2: 19 m x h 16 m			
Ponto 3: 60 m x h 6 m			
Ponto 4: 15 m x h 22,5 m			
Ponto 5: 6 m x h 22,5 m			
Ponto 6: 8 m x h 6 m			
Observações do instalador responsável:			
Assinatura:		Data:	

Fonte: Autor

10.2 Elemento de Sustentação

Os elementos de sustentação ou esperas de ancoragem: são comumente chamados de ganchos, pinos ou olhais de alpinismo. São sistemas de amarras por meio de cordas e cabos de aço nos elementos permanentes e estruturais das edificações, que proporciona estabilidade dos equipamentos bem como segurança aos trabalhadores em telhados e coberturas.

De acordo com a norma: NR-18.15.56.2 Os pontos de ancoragem devem:

- a) Estar instalados conforme a atender todo o perímetro;
- b) Suportar uma carga pontual de 1.500 Kgf (mil e quinhentos quilogramas-força);
- c) Constar do projeto estrutural da edificação;
- d) O material de fabricação deve ter resistente contra intempéries, podendo ser de aço inoxidável ou material de características equivalentes.

Um dispositivo seguro é um componente essencial de qualquer sistema de proteção de queda individual. O escopo e os requisitos são embasados em uma filosofia onde o dispositivo de ancoragem é feito para sustentar a força máxima dinâmica gerada em uma queda de altura pela massa da(s) pessoa(s), incluindo qualquer equipamento carregado. Os testes de força estática são embasados em um fator de segurança mínimo de dois ($FS = 2$).

Existem varias empresas que produzem e comercializam dispositivos de ancoragens em conformidades com as normas ABNT-NBR/6494:1990 e TEM-NR-18, tomando por base o catalogo da empresa EQUIPAMENTOS GULIN LTDA, temos os seguintes modelos elementos:

Quadro 3 – Modelo de Dispositivos de Ancoragens

Pilar Metálico <u>TF-600</u> para instalação em planos horizontais;
Placas de Ancoragem <u>TF-620</u> e <u>TF-630</u> para instalação em planos verticais;
Poste metálico <u>TF-640</u> .

Fonte: EQUIPAMENTOS GULIN LTDA, 2014

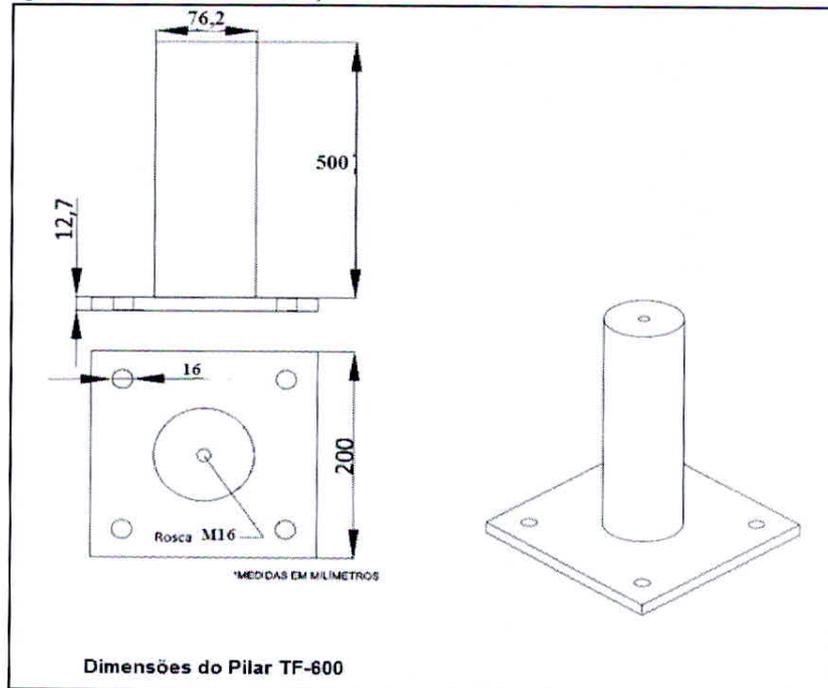
Todos os certificados para resistir à carga máxima de 1.500 kgf, visto que as recomendações nacionais, internacionais e a norma ANSI Z.359 indicam que os sistemas de proteção contra queda devem ser ancorados em pontos que resistam, no mínimo, o dobro da carga máxima aplicada (fator 2).

Apesar da produção e comercialização desses dispositivos, as normas não definem diretamente preceitos legais para o projeto desse dispositivo. Cabendo então ao profissional

legalmente habilitado, por sob sua responsabilidade o projeto e construção dos dispositivos de fixação (atendendo às normas técnicas nacionais ou na sua inexistência às normas internacionais aplicáveis)

De acordo com necessidade e particularidade do local, o dispositivo escolhidos para o presente projeto é um “TF-600 Linha de Vida Horizontal **Totalflex – Gulin**”.

Figura 16 – Elemento de Fixação I



Fonte: **GULIN, CATALOGO LINHA DE VIDA HORIZONTAL TOTALFLEX, 2014**

10.3 Haste Roscada

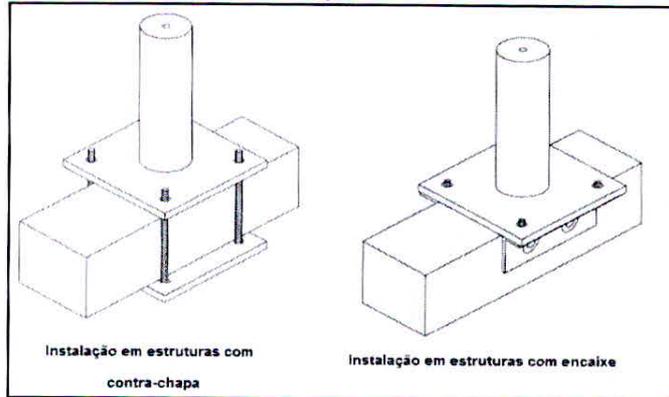
Haste roscada ou ancoragem estrutural corresponde a aos parafusos ou chumbadores de fixação do elemento de sustentação, na estrutura permanente da edificação sejam eles madeira, concreto ou vigas metálicas. A ancoragem estrutural não faz parte do dispositivo de ancoragem.

A norma NR-18 exige deles que:

- Suportar uma carga pontual de 1.500 Kgf (mil e quinhentos quilogramas-força);
- O material de fabricação deve ter resistente contra intempéries, podendo ser de aço inoxidável ou material de características equivalentes.

As fixações podem ser feitas com parafusos ou solda, porem devem resistir à tensão de 1.500 kgf/cm². Considerando 03 parafusos ou 03 pontos de solda, cada ponto deve resistir 500 kgf/cm². A coluna onde o ponto de ancoragem será fixado deve ter a mesma resistência.

Figura 17 – Elemento de Fixação2



Fonte: GULIN EQUIPAMENTOS, 2014

As Hastes roscadas, podem ser com ou sem chanfro e produzidas em diferentes materiais, encontramos no catalogo de produção da empresa Ancora Sistemas de Fixação as seguintes hastes com suas respectivas resistência.

“Conforme a atender os requisitos da norma e projeto, a haste roscada a ser utilizada pode ser a haste ½” (12.5mm) ou 5/8”(16 mm) de aço inox 304, pois ambas possuem resistência superior a 1500 Kgf.

Figura 18 - Haste roscada inox

Diâmetro da rosca	Comprimento da haste		Ampola Referência	AÇO G2			AÇO G5			AÇO INOX		
	(Pol)	(mm)		Código	Tração (kgf)	Cisalh. (kgf)	Código	Tração (kgf)	Cisalh. (kgf)	Código	Tração (kgf)	Cisalh. (kgf)
5/16	4 1/2	110	AQA8	PRQ56110	1320	1120	PRQ56110G5	2800	1470	PRQ56110I	1500	1470
	8"	200		PRQ56200			PRQ56200G5			PRQ56200I		
3/8	5 1/8	130	AQA10	PRQ38130	1980	1670	PRQ38130G5	4180	2200	PRQ38130I	2240	2200
	8 5/8	220		PRQ38220			PRQ38220G5			PRQ38220I		
1/2	6 1/4	160	AQA12	PRQ12160	3520	2970	PRQ12160G5	7440	3900	PRQ12160I	3990	3900
	10"	250		PRQ12250			PRQ12250G5			PRQ12250I		
5/8	7 1/2	190	AQA16	PRQ58190	5890	6540	PRQ58190G5	12430	6840	PRQ58190I	6670	6540
	10"	250		PRQ58250			PRQ58250G5			PRQ58250I		
3/4	10"	260	AQA20	PRQ34260	8800	7440	PRQ34260G5	18600	9790	PRQ34260I	9980	9790
7/8	9 7/8"	250	AQA22	PRQ78250	12240	10330	PRQ78250G5	22260	13600	PRQ78250I	13870	13600
1"	12"	300	AQA24	PRQ10300	16070	13570	PRQ10300G5	33940	17800	PRQ10300I	18220	17860
1 1/4	15"	380	AQA30	PRQ114380	25990	21910	PRQ114380G5	54790	28830	PRQ114380I	29410	28830

Fonte: ANCORA SISTEMAS DE FIXAÇÃO, 2012

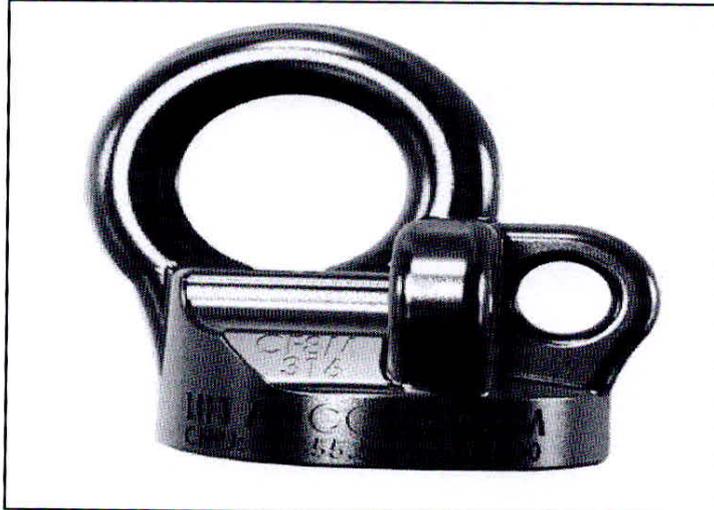
10.4 Ancoragem

O Gancho ou Olhal de Ancoragem de um sistema de ancoragem é o dispositivo projetado para ser conectado o cabo de aço ou acorda de espera.

De acordo com o catalogo da empresa LIFT ANCORAGEM E ALPINISMO INDUSTRIAL, o dispositivo que melhor atenderia as solicitações do projeto, seria o olhal modelo DALM - **Dispositivo de Ancoragem Lift Multidirecional**.

Forjada em Aço 316 de categoria austenítico, garante durabilidade a intempéries e se enquadra às normas regulamentadoras de segurança do trabalho NR 18 e NR 35. Suporta carga de mais de 2.000 kgf, contém as inscrições de CNPJ e carga, além do design arrojado (LIFT ANCORAGEM E ALPINISMO INDUSTRIAL, 2015).

Figura 19 - **Dispositivo de Ancoragem Lift Multidirecional – DALM**

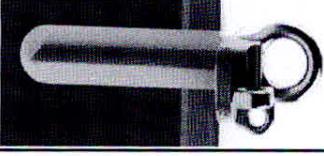
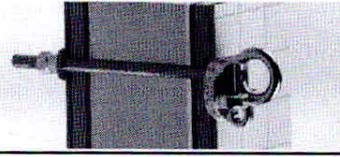


Fonte: LIFT ANCORAGEM E ALPINISMO INDUSTRIAL, 2015

10.4.1 Tipos de fixação

Com relação ou tipos de fixação do dispositivo e ainda de acordo com o mesmo fabricante, temos os seguintes métodos.

Quadro 4 – Tipos de Ancoragens

<p><u>Dupla Transfixação</u></p> 	<p>Carga de Arrancamento Estático = 66,7 KN ou 6.800 Kgf</p> <p>Travamento Químico = 70 N.m ou 7,14 Kfg.m</p>
<p><u>Espera de Ancoragem Fixação Química</u></p> 	<p>Carga de Arrancamento Estático = 53,94 KN ou 5.500 Kgf</p> <p>Para 13,8 a 27,6 Mpa. Cura Total = 24 Horas Travamento Químico = 70 N.m ou 7,14 Kgf.m</p>
<p><u>Transfixação</u></p> 	<p>Carga de Arrancamento Estático = 66,7 KN ou 6.800 Kgf</p> <p>Travamento Químico = 70 N.m ou 7,14 Kfg.m</p>

Fonte: LIFT ANCORAGEM E ALPINISMO INDUSTRIAL, 2015

Contudo o travamento será feito com haste de 5/8” (16 mm), fixação do tipo prisioneiro com rosca interna no Elemento de Sustentação.

Ter um sistema de ancoragem bem dimensionado e de acordo com os preceitos da norma, é de fundamental importância para o sucesso do sistema.

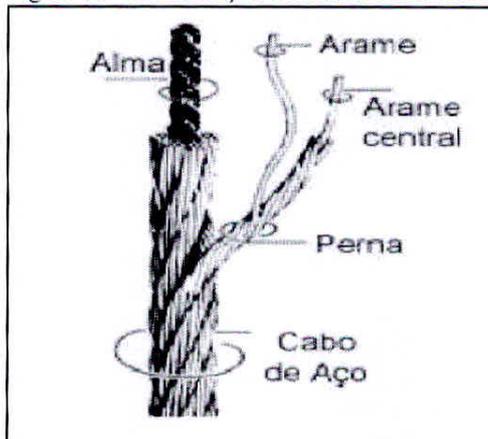
Cabendo então ao profissional legalmente habilitado, por sob sua responsabilidade o projeto e construção dos dispositivos de fixação (atendendo às normas técnicas nacionais ou na sua inexistência às normas internacionais aplicáveis).

10.5 Cabo de Aço

A constituição geral dos cabos de aço pode ser resumida em:

- a) Arame: obtido por estiragem;
- b) Perna: conjunto de arames enrolados entre si;
- c) Cabo: conjunto de pernas enroladas entre si em torno de um núcleo denominado **alma**.

Figura 20 - Constituição Geral dos Cabos de Aço



Fonte: MELCONIAN, 2008

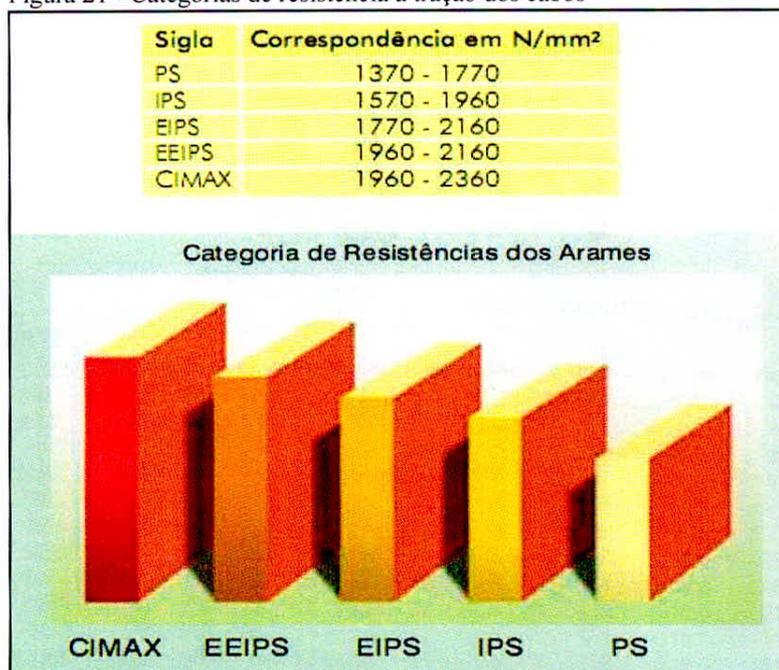
A classificação por classes é feita de seguinte forma: $p \times a$ TTT; sendo p o número de pernas, a o número de arames por perna e TTT tipo de alma e outras qualificações que variam de fabricante para fabricante.

O Cabo de fibra sintética conforme o item 18.16.5 devem observar as especificações previstas a seguir:

- a) Construído em trançado triplo com alma central.
- b) Trançado intermediário e o alerta visual de cor amarela com o mínimo de 50% de identificação, não podendo ultrapassar 10%(dez por cento) da densidade linear.
- c) Número de referência: 12 (diâmetro nominal em mm.).
- d) Carga de ruptura mínima 20 KN.
- e) Carga de ruptura mínima de segurança sem o trançado externo 15 KN.

Existem vários fabricantes de cabos de aço no mercado com diâmetros, matérias, resistência e configurações diversas. Para efeito de dimensionamento vamos seguir catalogo da empresa Cimaf - Manual Técnico de Cabos de Aço, 2009.

Figura 21 - Categorias de resistência à tração dos cabos



Fonte : CIMAF - MANUAL TÉCNICO DE CABOS DE AÇO, 2009.

Gráfico demonstra a variações das resistências do arame na fabricação levando em consideração seus respectivos diâmetros.

As siglas PS, IPS, EIPS e EEIPS referem-se aos primeiros estágios do desenvolvimento do cabo de aço e permanecem até hoje. A curva de resistência “Plow Steel” forma a base para o cálculo de todas as resistências dos arames. (CIMAF, 2009).

É observado no gráfico, que a resistência à tração dos arames não é constante, e varia inversamente proporcional ao seu diâmetro.

As categorias também são caracterizadas pela qualidade de elasticidade, resistência à tração e à abrasão, cuja importância dependerá da aplicação do cabo de aço.

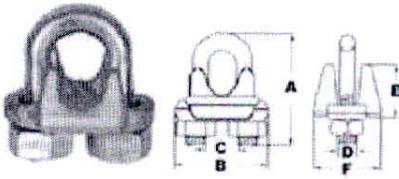
10.4.1 Grampo Crosby

Os grampos Crosby tem por finalidade prender a extremidade do cabo, baseado na sua carga de ruptura e diâmetro.

Além de fixar que os grampos deve ser de material a resistente a corrosão, a norma pede que na utilização com grampos, deve se considerada redução de 20% na carga admissível do cabo. Deve haver no mínimo 3 grampos de fixação com espaçamento definidos pelo fabricante.

Figura 22 - Grampos Aço Inoxidável

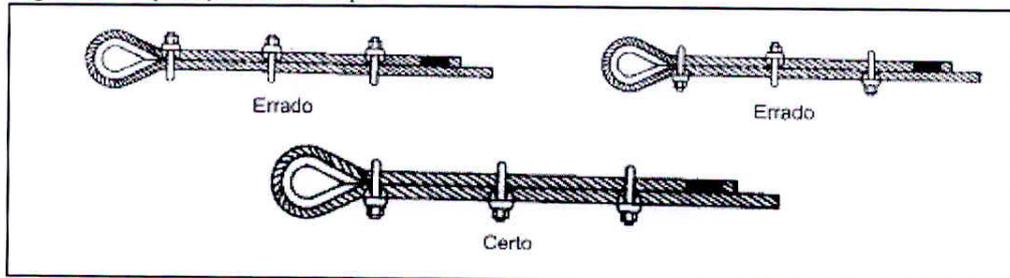
GRAMPO PESADO - ACESSÓRIO



Ø do cabo	DIMENSÕES						QUANT. MIN. (Unid)	QUANT. MIN. mm	TORQUE		PESO UNIT. Kg
	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm			N.m	Kgf.m	
1/8"	25	25	7	5	10	21	2	19	5,0	0,5	0,029
3/16"	28	30	11	6	11	23	2	29	10,0	1,0	0,041
1/4"	35	38	12	7	12	30	2	38	20,0	2,0	0,082
5/16"	42	43	14	9	20	34	2	48	40,0	4,0	0,127
3/8"	50	50	16	11	22	40	2	57	40,0	4,0	0,198
1/2"	60	60	20	12	28	48	3	78	75,0	7,5	0,328
5/8"	75	63	20	14	34	52	3	95	120,0	12,0	0,450
3/4"	83	72	25	15	37	57	4	114	180,0	18,0	0,633
7/8"	100	80	28	18	42	62	4	133	310,0	31,0	0,990
1"	108	88	30	18	44	67	5	152	310,0	31,0	1,110
1.1/8"	117	90	33	18	45	71	6	172	310,0	31,0	1,205
1.1/4"	128	104	39	21	53	79	6	191	450,0	45,0	1,490
1.3/8"	139	105	42	22	52	79	7	210	450,0	45,0	1,880
1.1/2"	145	111	47	22	61	84	7	229	450,0	45,0	2,040
1.5/8"	160	120	46	24	64	91	7	248	580,0	58,0	3,311
1.3/4"	174	133	47	28	68	95	7	267	820,0	82,0	4,445
2"	188	148	55	31	79	111	8	305	1040,0	104,0	6,078
2.1/4"	215	161	68	31	81	113	8	343	1040,0	104,0	7,000

Fonte: ACRO CABOS DE AÇO, 2014

Figura 23 - Aplicação dos Grampos



Fonte: SARKI, 2008.

Para definição dos grampos vamos seguir a tabela da empresa Acro Cabos de Aço, levando em consideração o cabo de aço dimensionado para o projeto.

10.6 Lubrificante para Cabo de Aço

Com uma análise criteriosa do ambiente corrosivo no qual o projeto é fixado, é possível encontrar algumas alternativas que melhorem a eficiência do elemento instalado. No caso do cabo de aço as tecnologias atuais nos permite trabalhar de duas formas:

- a) Cabos de aço em inox: destinados em aplicações de alta resistência à corrosões. Mais indicado quando existe uma ação direta das substâncias corrosivas no aço, são algumas das substancia de ação direta: ácidos sulfúricos, soluções alcalinas, soluções salinas e etc. Comparado a outra alternativas, está é a solução mais cara, porem sua resposta é positiva quando o projeto preza por eficiencia e garantia.
- b) A lubrificação pode ser considera a primeira ação contra a corrosão dos cabos de aço, alem reduzir a corrosão ela também contribui para redução do desgaste causado por atrito. O mercado oferece varias opções de lubrificante de acordo com a aplicação e resultado esperado, com tudo para se definir um lubrificante ideal para cabo de aço é preciso avaliar:
 - Possuir boa aderência;
 - Possuir uma viscosidade capaz de penetrar entre as pernas e outros arames;
 - Ser estável sob condições operacionais;
 - Protege contra a corrosão;

10.6.1 Escolha do Lubrificante

Normalmente o próprio fabricante dos cabos de aço, define um lubrificante padrão, porem outras vezes cabe ao responsável técnico definir qual será a melhor opção de acordo com o meio de instalação.

Existem vários fabricantes de lubrificantes para cabos de aço, tomando como base o meio de instalação do projeto e seu índice de salinidade. Para obter melhores resultados é indicado o uso do lubrificante Mobilarma 798 da empresa móbil, que segue as seguintes características descritas pelo fabricantes:

O Mobilarma TM 798 como parte da Série 700 contém três prêmios preventivos de ferrugem desempenho que cobrem uma gama de aplicações, incluindo armazenamento e atividades inter-operacionais. Mobilarma 798 forma um filme como gordura que protege cabos de aço contra a corrosão, tendências de névoa salina e atmosferas carregadas de umidade. É eficaz ao longo dos extremos de temperatura que pode variar em -35°C e

150°C. Suas características reduzem o desgaste e melhorar a vida dos cabos, bem como minimizar os custos de manutenção associados com a sua utilização. É fácil de aplicar e econômica de usar.

Quadro 5 - Propriedade Química

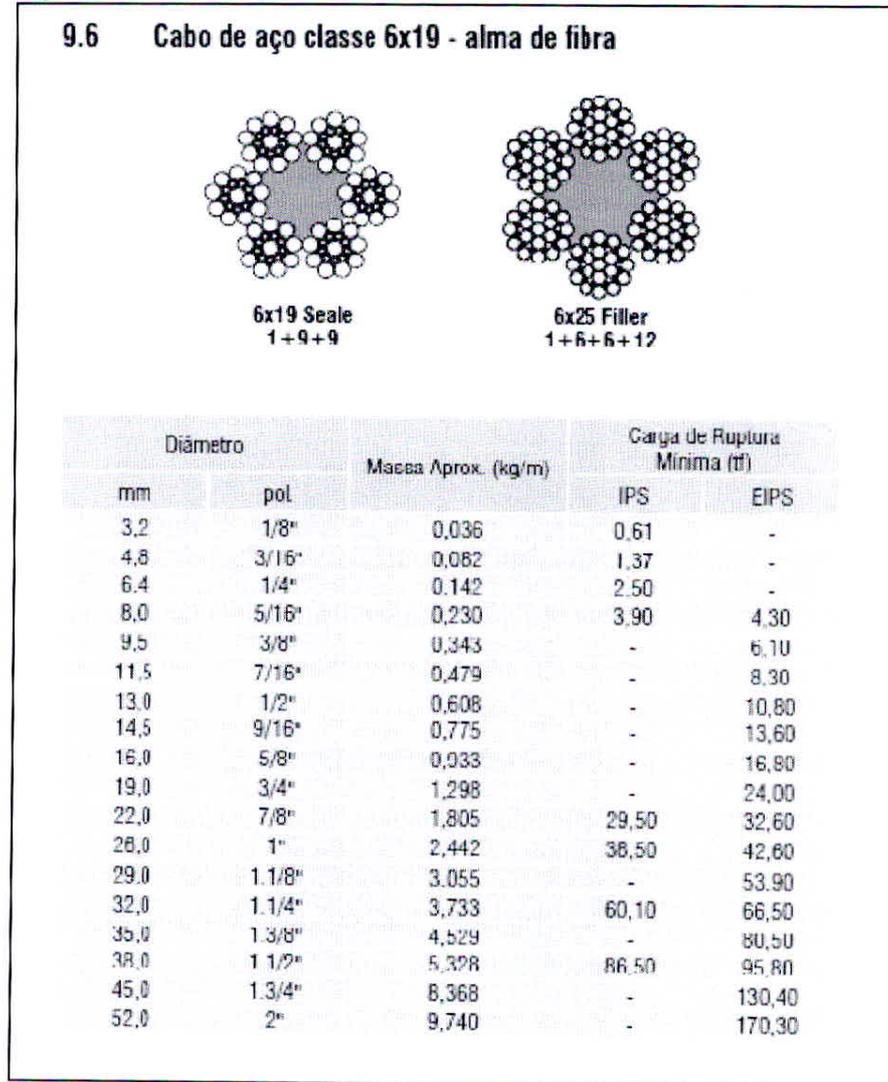
Mobilarma 798	
Viscosidade, ASTM D 445	
cSt 40°C	
cSt 100°C	23,1
Ponto de gota, ASTM D 2265, oC	63
Ponto de Fluidez, °C, ASTM D 97	
Ponto de Inflamação, °C, ASTM D 92	238
Densidade 15,6 °C, calculado, lbs / gal	7,36
A gravidade específica, ASTM D 1298	

Fonte: Mobil Industrial Lubrificantes,2008

11 APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS DIMENSIONADOS

Dimensionamento do Cabo de Aço

Figura 24 – Cabo de Aço



Fonte: MANUAL TÉCNICO DE CABOS DE AÇO - CIMAF, 2009

Variáveis definidas:

- Cabo de Aço ABNT 6x19 AF, classe 10800 KgF (0,608 Kg/m – CIMAF) $\varnothing = 1/2$ (12mm)
 - Tr (EIPS) = 10.800 Kgf – 20% = 8.640 Kgf
 - Massa cabo: 0,608 Kg/m
- Vão = 12000 mm
- N° de usuários: 2
- Fs = 4 a 5 – cabo de aço para tração Horizontal

Figura 25 – Fator de Segurança para Cabos

Aplicações	Fatores de Segurança
Cabos e cordoalhas estáticas	3 a 4
Cabo para tração no sentido horizontal	4 a 5
Guinchos, guincares, escavadeiras	5
Pontes rolantes	6 a 8
Talhas elétricas	7
Guindaste estacionário	6 a 8
Laços	5 a 6
Elevadores de obra	8 a 10
Elevadores de passageiros	12

Fonte: MANUAL TÉCNICO DE CABOS DE AÇO - CIMAF, 2009

Cálculo da reação devido ao peso próprio do cabo:

$$RC = m \times L$$

Onde:

RC - reação devido ao peso do cabo

L - distância entre os suportes que serão montados os cabos.

$$RC = 0,608 \times 12 \rightarrow RC = 7,29 \text{ Kgf}$$

Cálculo da reação devido ao peso dos usuários:

$$Rh = N \times P \times \phi$$

Onde:

Rh - reação na horizontal,

N - quantidade de operadores que trabalharão juntos na linha de vida,

P - peso do operador + EPI + ferramenta = P 110 Kg,

ϕ - fator de impacto ($\phi = 2$)

$$Rh = 2 \times 110 \times 2$$

$$Rh = 440 \text{ Kgf}$$

Cálculo da tração no cabo:

$$Tc = Rh + Rc$$

$$Tc = 440 \text{ Kgf} + 7,29 \text{ Kgf}$$

$$Tc = 447,29 \text{ Kgf}$$

Fator de segurança:

$$Fs = Tr / Tc$$

Onde:

Tr é a tração de ruptura mínima

Tc é a tração no cabo

$$FS = 8.640 \text{ Kgf} / 447,29 \text{ Kgf}$$

$$Fs = 19,31$$

$$Fs = 19,31 \geq 5 \Rightarrow \text{Atende a norma.}$$

Cálculo da deformação no cabo:

$$\Delta L = P \times L / E \times Am$$

Onde:

ΔL - deformação elástica

P - carga aplicada (onde $P = Tc$)

L - comprimento do cabo

E - módulo de elasticidade (9.500 Kg/mm²)

Am - a área metálica

Figura 26 – Modo de Elasticidade do Cabo

	Classe	E (Kgl/mm ²)	
Cabos de aço alma de fibra	6 x 7	9.000	a 10.000
	6 x 19	8.500	a 9.500
	6 x 36	7.500	a 8.500
	8 x 19	6.500	a 7.500
Cabos de aço alma de aço	6 x 7	10.500	a 11.500
	6 x 19	10.000	a 11.000
	6 x 36	9.500	a 10.500
	7 fios	14.500	a 15.500
Cordoalhas	19 fios	13.000	a 14.000
	37 fios	12.000	a 13.000

Fonte: MANUAL TÉCNICO DE CABOS DE AÇO - CIMAF, 2009

Cálculo área metálica do cabo:

$$Am = F \times d^2$$

Onde :

F - fator de multiplicação que varia em função da construção do cabo de aço divulgado pelo fabricante,
 d - diâmetro nominal do cabo ou cordoalha em milímetros.

Figura 27- Fator Dimensionamento do Arame

Construção do cabo de aço ou cordoalha	Fator "F"
8X19 Seale, 8x25 Filler	0,359
DELTA FILLER / MinePac	0,374
6x7	0,395
6x19 M	0,396
6x31/ 6x36 / 6x41 Warrington Seale, 6x41Filler	0,410
6x19 Seale	0,416
6x25 Filler	0,418
18x7 Resistente à Rotação	0,426
Cordoalha 7 Fios	0,589
Cordoalha 37 Fios	0,595
Cordoalha 19 Fios	0,600

Fonte: MANUAL TÉCNICO DE CABOS DE AÇO - CIMAF, 2009

$$A_m = 0,416 \times 12^2$$

$$A_m = 60 \text{ mm}^2$$

Substituindo na equação da deformação, tem-se:

$$\Delta L = 447,29 \times 12000 / 9500 \times 60$$

$$\Delta L = 9,416 \text{ mm}$$

Cálculo da Flecha máxima:

Primeiramente, deve-se calcular o tamanho real do cabo na montagem considerando a flecha mínima de 182,5 mm. Portanto:

$$\operatorname{tg} \phi = F_{\min} / (L_c/2)$$

$$\operatorname{tg} \phi = 182,5 / 6000$$

$$\phi = 1,74^\circ$$

$$\operatorname{Sen} 1,74 = 182,5 / X \rightarrow X = 6.010,39 \text{ mm}$$

Portanto:

$$L_c = 12.021 \text{ mm}$$

Quando o cabo de aço dimensionado acima e solicitado conforme os parâmetros utilizados para os cálculos, seu comprimento final se altera, de forma que:

$$L_f = L_c + \Delta L$$

$$L_f = 12021 + 9,416$$

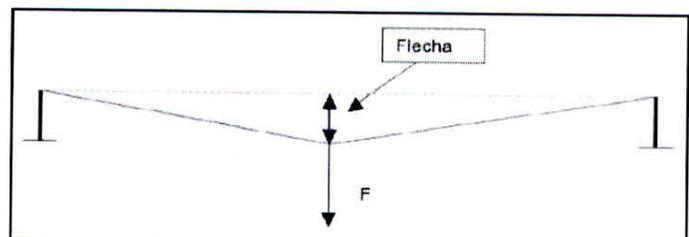
$$L_f = 12.030,416 \text{ mm}$$

Cálculo da flecha máxima.

$$f_{\max} = \sqrt{((L_f/2)^2 - (L/2)^2)}$$

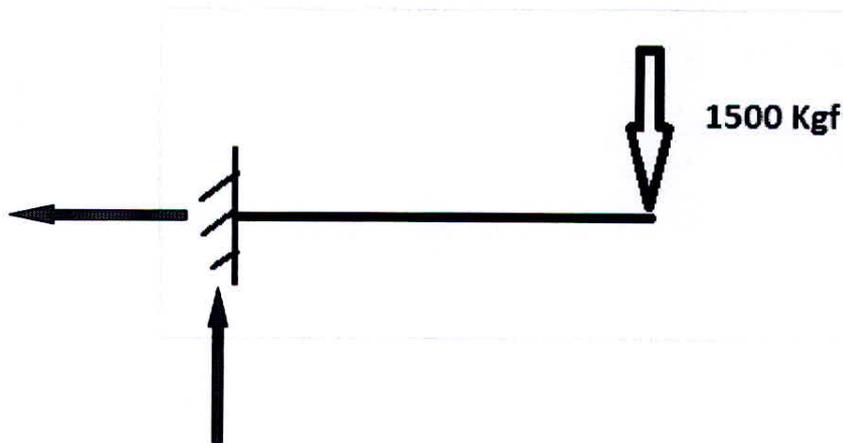
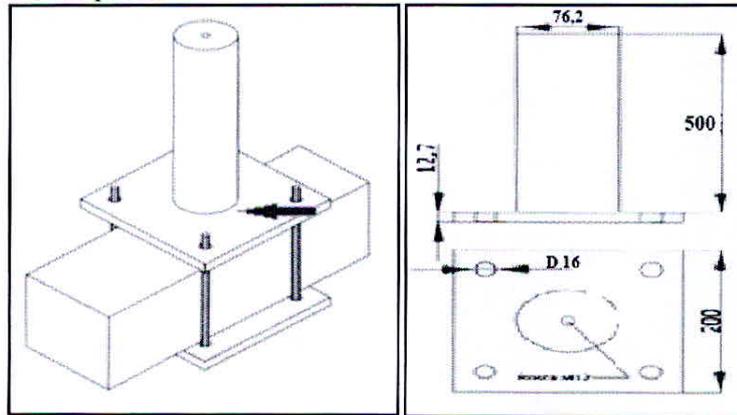
$$f_{\max} = \sqrt{((12.030,416/2)^2 - (12.000/2)^2)}$$

$$f_{\max} = 427,466 \text{ mm}$$



Dimensionamento da Ancoragem

Reações ocorridas no dispositivo



Reações no eixo x

$$\Sigma fx = 0$$

$$Rax = 0$$

Reações no eixo y

$$\Sigma fy = 0$$

$$Ray - 15 = 0$$

$$Ray = 15 \text{ KN}$$

Somatório de momento em y

$$\Sigma My = 0$$

$$My = - 15 \times 0,5$$

$$My = 7,5 \text{ KN}$$

Área do dispositivo

$$A = \pi \times 0,0762^2 / 4$$

$$A = 4,56 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Momento de inércia da barra redonda

$$I'' = \pi \times r^4 / 4$$

$$I'' = \pi \times 0,0381^4 / 4$$

$$I'' = 1,654 \times 10^{-6} \text{ m}^4$$

Equação da Flecha máxima

$$Y \text{ max} = 1/3 (PL^3 / EI)$$

$$Y \text{ Max} = 1/3 (15000 \times 0,5^3 / 200000 \times 1,654 \times 10^{-6})$$

$$Y \text{ max} = 1,889 \times 10^3 \text{ MPa}$$

11.1 Melhorias na Eficiência do Cabo

Analisando o ambiente de aplicação do projeto, se faz necessário uso de uma medida de contorno que melhore a eficiência e vida útil do cabo. Já com as dimensões do cabo pré definidas anteriormente partimos para quadro 6, que defini a relação custo x benefício, de qual seria a melhor alternativa para o projeto. Considerando 12 m inicial da primeira linha de vida e um rendimento de, 1 kg de lubrificante para 12 m de cabo.

Quadro 6: CORROSÃO X REDIMENTO

CORROSÃO X REDIMENTO	
Descrição do Cabo	Cabo de Aço ABNT 6x19 AF, classe 10800 KgF (0,608 Kg/m – CIMAF) Ø = 1/2 (12mm)
Material:	Galvanizado
Preço:	R\$ 6,70
Peso:	0,608 Kg / m
Carga Ruptura	10.800 KgF
Plano de Inspeção	Semestral
Plano de Lubrificação	Semestral (graxa comum)
Teste	-
Troca	-
Custo Médio Instalação	R\$ 80,40
	
Descrição do Cabo	Cabo de Aço ABNT 6x19 AF, classe 10800 KgF (0,608 Kg/m – CIMAF) Ø = 1/2 (12mm)
Material:	Aço Inox
Preço:	R\$ 16,80
Peso:	0,630 Kg / m
Carga Ruptura	10.800 KgF
Tempo Inspeção	Anual
Lubrificação	Semestral (graxa comum)
Teste	-
Troca	-
Custo Médio Instalação	R\$ 202,08
	
Descrição do Cabo	Cabo de Aço ABNT 6x19 AF, classe 10800 KgF (0,608 Kg/m – CIMAF) Ø = 1/2 (12mm)
Material:	Galvanizado + Óleo lubrificante protetivo
Preço:	R\$ 6,70 /M + R\$ 0,41 / kg
Peso:	0,630 Kg / m + 0,1 g/m
Carga Ruptura	10.800 KgF
Tempo Inspeção	Anual
Lubrificação	Semestral
Teste	-
Troca	-
Custo Médio Instalação	R\$ 85,32
 	

Fonte: Autor

Considerando os resultados apresentados na tabela, observasse que com o uso do produto Mobill 798, os resultados serão o mesmo que se houvesse usado cabo de aço inox, porem com um custo duas vezes e meia menor. É importe ressaltar que o resultado apresentado é com base nas informações do fabricante, por tanto para atingir seus resultados deve se consultar e seguir as recomendações.

12 CONCLUSÃO

Com o estudo do presente o projeto, pode ser observado vários pontos onde as normas nacionais são divergentes em relação as suas diretrizes, no entanto se seguir os conceitos de uma única norma é possível dimensionar um equipamento de modo seguro, ainda que com alguns indícios de super dimensionamento.

Existe muitos fabricantes deste seguimento no mercado, que em sua grande maioria seguiu normas internacionais para fabricação, isso por enxergarem maior eficácia nas informações direcionadas pela norma. Alguns destes fabricantes se destacam por apresentarem produtos de maior confiabilidade, muitos foram citados ao longo deste trabalho através de seus catalogo e manuais. Com tudo os elementos de um sistema de ancoragem ainda estão sujeitos a serem dimensionados por qualquer profissional habilitados desde que apresente sua Autorização de Responsabilidade Técnica – ART.

Mesmo com toda evolução do trabalho em altura nas ultimas décadas, no Brasil fiscalização desta áreas ainda é pouco eficaz, deixando brecha pra ocorrência de praticas sem as mínimas condições de segurança devidas.

Com base no estudo das normas nacionais e em dados técnico de fabricantes, o trabalho alcançou seu objetivo de apresentando um projeto de linha de vida horizontal eficiente e seguro. Ainda foram apresentadas alternativas que melhorem a eficiência do projeto, considerando o ambiente corrosivo no qual seria instalado.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR: 6494/ 1990: **Segurança nos Andaimes. Rio de Janeiro, 1990.**

ALPINISMO INDUSTRIAL, Lift Ancoragem. **Alpinismo industrial e ancoragem predial:** Niterói, 2014. Disponível em: <<http://www.liftancoragem.com.br/77>>. Acesso em 20 de Setembro 2015.

CIMAF; **Manual Técnico Cabos de Aço;** São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.gulin.com.br/produtos-detalle.asp?Idmenu=4&idprod=261>> Acesso em 20 de Setembro 2015.

EQUIPAMENTOS GULIN LTDA; **Linha de Vida Totalflex Gulin;** São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.gulin.com.br/index.asp>> Acesso em: 20 de Setembro 2015.

FÁBIO DOMINGOS PANNONI, M.SC., PH.D. **Princípios da Proteção de Estruturas Metálicas em Situação de Corrosão,** 4º Edição. São Paulo 2007, Pag. 23

GROUP LCC, The Crosby. **Catalogo geral Crosby:** Estados Unidos, 2014. Disponível em: <<http://thecrosbygroup.com/html/#/pt/99>>. Acesso em 12 de Junho 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PREVIDÊNCIA SOCIAL, **Lei 8.213/91, art. 20,** Brasil, 1991.

MELCONIAN, Sarkis. **Elementos de Máquinas.** 9º Edição. São Paulo: Érica, 2008. cap. 13. p.263-287.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – NR 18:1978. **Condições e meio ambiente de trabalho na indústria de construção.** Portaria N° 3.214, Brasília, 1978.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 35 – Trabalho em altura.** Redação dada pela Portaria n° 313, 2012.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Anexo Acesso por Corda – NR-35;** Veiculado pela Portaria MTE n.o 593, 2014.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NBR/6494 PARTE 2: Dispositivos de Ancoragem Tipo C,** 2013.

PEREIRA V.T. **A relevância da prevenção do acidente de trabalho para o crescimento Organizacional,** 2001. Disponível em: <http://www.nead.unama.br/site/bibdigital/monografias/a_relevancia_da_prevencao_do_acidente.pdf>

SISTEMA DE FIXAÇÃO, Ancora. **Catalogo de dados técnicos:** São Paula, 2014. Disponível em: <<http://ancora.com.br/site/wp-content/uploads/2014/03/dadostecnicos.Pdf>> Acesso 20 de Setembro 2015.