

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

MAURICIO PIRES

**TÉCNICAS PARA PROJETAR UMA LINHA DE VIDA HORIZONTAL PARA
PONTE ROLANTE**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2014

MAURICIO PIRES

**TÉCNICAS PARA PROJETAR UMA LINHA DE VIDA HORIZONTAL PARA
PONTE ROLANTE**

Monografia de Especialização apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de “Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho”.

Orientador: Prof. Roberto Serta, MSc

CURITIBA

2014

TÉCNICAS PARA PROJETAR UMA LINHA DE VIDA HORIZONTAL PARA PONTE ROLANTE

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Orientador:

Prof. M.Eng. Roberto Serta
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara
Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus
Curitiba.

Curitiba
2014

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores da Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, por terem transmitido todos os seus conhecimentos e experiências, sem reservas, me tornando um profissional apto a vencer os desafios que o mercado de trabalho nos coloca a cada instante.

Agradeço em especial ao meu orientador, Prof. Roberto Serta, MSc, pela paciência e dedicação para que este trabalho fosse concluído com êxito.

Agradeço também, aos meus amigos de jornada, que durante um ano, formamos mais um grupo de bravos guerreiros pela segurança do trabalho.

Agradeço também a Perfimec S.A, por me dar a oportunidade de fazer um trabalho de dimensões reais, agregando muito mais conhecimento técnico e experiência a minha vida profissional.

Agradeço aos meus familiares por entenderem que, mais uma vez tive que dividir o meu tempo.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo o projeto de uma linha de vida horizontal para ser instalado sobre uma viga de ponte rolante que está operando numa empresa que presta serviços em aço. A empresa não está adequada a nova norma NR-35, para trabalho em altura. Como o prazo para estar em acordo com a norma já venceu, a necessidade é imediata. A metodologia aplicada é um levantamento de dados feito em acordo com todas as normas de segurança nacionais e internacionais que tratam da segurança do trabalho em altura. Também foi aplicado ao projeto algumas das leis da física e o estudo da resistência dos materiais para determinar os componentes envolvidos com a segurança que é necessária. Com o resultados, obteve-se os valores numéricos das forças envolvidas na ancoragem que fornecem todos os dados para a montagem da linha de vida horizontal em estudo. Com todos os dados já definidos um desenho foi feito mostrando como tem que ser construída e uma lista de peças comerciais que deverá ser comprada para completar o projeto. Recomenda-se que este trabalho sirva de orientação técnica aos profissionais, envolvidos com a segurança do trabalho, utilizem em seus projetos de linha de vida, sejam elas horizontais, verticais ou provisórias. Recomenda-se também aos estudantes dos cursos de segurança do trabalho como fonte de pesquisa.

Palavras-chave: linha de vida, trabalho em altura, ancoragem

ABSTRACT

This study aims to design a horizontal lifeline to be installed on a single grinder-crane which is operating in steel services company. The company is not adapted the new standard NR-35 to work at a height. As the deadline to be in accordance with the standard has passed, the need is immediate. The methodology applied is a data entry in accordance with all national and international safety standards which refers to safety of working at a height. Also, to the project was applied some of the laws of physics of resistance of materials to determine which components involved with the security needed. As results, to obtain the numerical values of the forces involved in anchoring which provide all the data required for fitting the horizontal lifeline in analysis. With all the data defined a drawing was made showing how it has to be built and a list of commercial parts to be purchased in order to complete the project. It is recommended that this work serves as technical guidance to professionals involved with safety, and to use it in their lifeline projects, either horizontal, vertical or provisional. Also, it is recommended to students of as a research resource

Keywords: lifeline, working at a height and anchoring

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cinturão Pára-quadista	25
Figura 2 – Cinturões de Posicionamento.....	26
Figura 3 – Articulação.....	28
Figura 4 – Rolete.....	28
Figura 5 – Pino.....	28
Figura 6 – Engastamento	29
Figura 7 – Forças Concentradas	29
Figura 8 – Carga Uniformemente Distribuída.....	29
Figura 9 – Carga Uniformemente Variável	30
Figura 10 – Momento Concentrado.....	30
Figura 11 – Viga Simplesmente Apoiada	30
Figura 12 – Viga Bi-engastada	31
Figura 13 – Viga Engastada-apoiada.....	31
Figura 14 – Viga em Balanço	31
Figura 15 – Em balanço nas Extremidades.....	32
Figura 16 – Carga Axial.....	32
Figura 17 – Flambagem	33
Figura 18 – Tensão Média de Cisalhamento.....	33
Figura 19 – Cisalhamento Simples.....	34
Figura 20 – Tração no Rebite	34
Figura 21 – Cisalhamento Duplo	34
Figura 22 – Tração no Rebite.....	35
Figura 23 – Corpo de Prova Para Ensaio de Tração.....	36
Figura 24 – Estricção do Corpo de Prova.....	39
Figura 25 – Montagem de Andaimos	41
Figura 26 – Movimentação com Talabarte	42
Figura 27 – Parafuso Olhal.....	42
Figura 28 – Placa Olhal.....	43
Figura 29 – Ganchos G1 e G2	44
Figura 30 – Utilização de Varas Telescópicas.....	44

Figura 31 – Utilização de Varas Telescópicas.....	45
Figura 32 – Mosquetões Oval e D.....	46
Figura 33 – Kit de Linha de Vida Móvel com Fita.....	49
Figura 34 – Linha de Vida Móvel com Corda.....	50
Figura 35 – Linha de Vida Vertical.....	51
Figura 36 – Kit para Trabalho em Estruturas.....	52
Figura 37 – Linha de Vida a ser Dimensionada.....	58
Figura 38 – Força de Tração no Cabo.....	60
Figura 39 – Fator de Queda Zero.....	61
Figura 40 – Fator de Queda 1.....	62
Figura 41 – Fator de Queda 2.....	63
Figura 42 – Perfil U 100X60X6,35mm.....	64
Figura 43 – Desenho da Fixação na Viga da Ponte.....	65
Figura 44 – Desenho da Solda no Suporte Lateral.....	66
Figura 45 – Solda Calculada para o Suporte Lateral.....	67
Figura 46 – Montagem da Linha de Vida Horizontal Calculada.....	71
Figura 47 – Equipamentos para Resgate.....	75

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 – Pórtico Ponte Rolante	19
Fotografia 2 – Ponte Rolante Monoviga	20
Fotografia 3 – Pórtico Manual Móvel	21
Fotografia 4 – Acidente Fatal em Manutenção de Ponte Rolante	22
Fotografia 5 – Olhal Para Paredes	45
Fotografia 6 – Olhal Para Pisos e Postes ou Colunas	46
Fotografia 7 – Absorvedor de Energia e Esticador de Cabo	47
Fotografia 8 – Linhas de Vida Verticais	48
Fotografia 9 – Trabalhos Comuns em Torres de Transmissão	51
Fotografia 10 – Exemplo de uma Linha de Vida Horizontal	53
Fotografia 11 – Ponte Referência para o Projeto	54
Fotografia 12 – Inspeção da Linha de Vida com Saco de Areia de 100 kg	72
Fotografia 13 – Componentes de uma Linha de Vida Horizontal	73
Fotografia 14 – Resgate Utilizando Maca	76

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Seleção de EPI Conforme Atividade	27
Quadro 2 – Cálculo do Cabo de Aço com Planilha de Cálculo.....	69
Quadro 3 – Recomendações.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Estatística de Acidentes Fatais no RS, de 2004 a 2007	24
Gráfico 2 – Diagrama Tensão-deformação	38

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NR	Normas Brasileiras
APR	Análise Preliminar de Risco
EPI	Equipamento(s) de Proteção Individual
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
UFPR	Universidade Federal do Paraná
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
BO	Boletim de Ocorrência
IML	Instituto Médico Legal
SESMT	Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho
CA	Certificado de Aprovação
RH	Recursos Humanos
AA	Alma de Aço
FQ	Fator de Queda
OSHAS	Occupational Health and Safety Assessment Series
ABS	Anti-lock Braking System
ASTM	American Society for Testing and Materials
MPa	Mega Pascoal

LISTA DE SÍMBOLOS

letras maiúsculas

A	área
A_0	área inicial
F	força
F_f	força de frenagem
F_W	força resistente de cálculo
F_{TP}	força de tração no parafuso
I	momento de inércia
H	altura
L	comprimento
L_0	comprimento inicial
kN	quilonewton
M	momento, momento fletor
P	pressão
U	perfil U dobrado
V	força cortante
W	módulo de flexão

letras minúsculas

a	aceleração
b	largura da aba do perfil U
d^2	diâmetro ao quadrado
k	quilo, 10^3
kg	quilograma
kgf	quilograma-força

letras gregas

ε	deformação
σ	tensão
Δ	variação
Σ	somatório
π	pi
\varnothing	diâmetro
η	coeficiente de segurança

índices

F	flexão
m	média
MB	metal base
W	resistente
0	inicial

m	metro
mm	milímetro
t	tonelada
f_y	menor resistência ao escoamento

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Geral	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVAS	18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1 PONTES ROLANTES	19
2.1.1 Pórtico rolante	19
2.1.2 Ponte rolante do tipo uma viga	20
2.1.3 Exemplo de aplicações	21
2.1.4 Componentes de uma ponte rolante	21
2.1.5 Acidentes com ponte rolante	22
2.2 EPI PARA TRABALHO EM ALTURA	24
2.3 RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	27
2.3.1 Reações	28
2.3.2 Carregamentos	29
2.3.3 Classificação das vigas	30
2.3.4 Carga axial	32
2.3.5 Tensão média de cisalhamento	33
2.3.6 Tensões admissíveis; Fator de segurança	35
2.3.7 Diagrama tensão-deformação	36
2.4 ANCORAGEM	40
2.4.1 Montagem de andaimes	40
2.4.2 Movimentação com talabarte	41
2.4.3 Modos e pontos de ancoragem	42
2.4.4 Acesso aos pontos de ancoragem	43
2.4.5 Varas telescópicas	44
2.4.6 Outros exemplos de ancoragem	45
2.5 CLASSIFICAÇÃO DAS LINHAS DE VIDA	47
2.5.1 Linha de vida vertical	47

2.5.2 Linha de vida móvel e provisória	48
2.5.2.1 Kit de linha de vida móvel com fita	49
2.5.2.2 Kit de linha de vida móvel com corda	49
2.5.2.3 Linha de vida vertical – vara de manobra	50
2.5.2.4 Kit para trabalhos em estruturas.....	52
2.5.3 Linha de vida horizontal.....	53
3 METODOLOGIA	54
3.1 FATORES A CONSIDERAR	54
3.1.1 Outras considerações importantes	55
3.2 PONTE ROLANTE PARA SER INSTALADA A LINHA DE VIDA HORIZONTAL	55
4 RESULTADOS.....	57
4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS	57
4.2 DESENHO DA LINHA DE VIDA HORIZONTAL A SER DIMENSIONADA.....	58
4.3 CÁLCULOS NECESSÁRIOS	58
4.3.1 Cálculo da força de frenagem ou impacto	59
4.3.2 Pontos de ancoragem	59
4.3.3 Momento	60
4.3.4 Fator de queda	61
4.3.5 Flexão no suporte devido ao momento sofrido.....	63
4.3.6 Força de tração nos parafusos de fixação a viga da ponte	65
4.3.7 Resistência da solda do apoio do suporte lateral	66
4.3.8 Diâmetro dos parafusos, classe de resistência e quantidade necessária	67
4.3.9 Parafuso que fixa o olhal no suporte lateral	68
4.3.10 Diâmetro do cabo de aço	68
4.3.11 Lista de material para instalação da linha de vida projetada	70
4.3.12 Inspeções para uso da linha de vida	71
4.3.13 Cuidados com cabo de aço	72
4.3.14 Exames médicos e treinamento dos usuários	73
4.3.15 Resgate quando houver queda	74
5 RECOMENDAÇÕES.....	77
6 CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS.....	79

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento rápido da atividade industrial brasileira no atual momento, cresce também as áreas de riscos e situações perigosas nos novos ambientes de trabalho que são criados todo momento.

Uma das situações de trabalho perigoso e preocupante, devido a acidentes fatais que tem acontecido, são os trabalhos realizados em altura onde temos o risco de queda dos trabalhadores (Gráfico 1).

Uma das ações de prevenção para trabalho em altura é a instalação de linha de vida conforme a norma regulamentadora (NR) NR-18 (Brasil, NR-18, 2011).

Dentro destas áreas de risco, a manutenção de equipamentos que estão suspensos representam bem o quanto as empresas precisam se preparar tecnicamente e legalmente nesta situação de trabalho arriscado.

Na área de manutenção, um dos equipamentos muito usado na movimentação de materiais é a ponte rolante, que normalmente é instalada em uma altura bem superior a de 2 metros, estabelecida pela NR-35 (Brasil, NR-35, 2012) como ponto de partida para caracterizar um trabalho com risco de queda do trabalhador.

A instalação de uma linha de vida requer uma série de cálculos e especificações de materiais a serem utilizados que dificultam muito as empresas a executar a obra. O custo não é baixo e exige a presença de um profissional habilitado (NR-35) para projetar e instalar com segurança a linha de vida.

Na ponte rolante nota-se outro fator que dificulta a instalação. O espaço para fixação de componentes. O que se vê, é que muitas empresas estão trabalhando com pontes sem a devida proteção aos profissionais de manutenção.

Como consequência da não instalação deste meio de proteção a vida, nota-se vários casos de quedas nas empresas, normalmente acidente com óbito, devido a altura de trabalho estar acima de dois metros (Fotografia 4).

Um estudo minucioso se faz necessário então para solucionar todas as exigências técnicas e cálculos de parâmetros de instalação de uma linha de vida em uma indústria onde muitas pontes funcionam 24 horas por dia e estão sujeitas a qualquer momento a uma parada para manutenção.

Uma ponte de 5 toneladas de capacidade e 20 metros de vão foi o objeto deste estudo.

Para a execução do trabalho de manutenção em altura, EPI apropriados também são exigidos pela, NR-6 (Brasil, NR-6, 2010), NR-18, NR-34(Brasil, NR-34, 2011 e 2012) e NR-35. O conhecimento e utilização destes equipamentos obtêm-se através de cursos específicos onde todos os trabalhadores da área tornam-se capacitados por meio de treinamentos (NR-34 e NR-35).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Projetar a instalação de uma linha de vida horizontal sobre uma ponte rolante já instalada em uma empresa que oferece serviço em aço como: corte a laser, oxicorte dobra, guilhotina, desbobinamento e slitamento.

1.1.2 Objetivos Específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Determinar os cálculos necessários para a instalação de uma linha de vida
- Demonstrar que o investimento para garantir a segurança no trabalho em altura é fundamental para a empresa
- Identificar os testes de inspeção antes da operação da instalação
- Listar os equipamentos de segurança específicos para o trabalho em altura
- Exemplificar acidentes que acontecem quando não se tem a linha de vida instalada
- Recomendar planos de inspeção periódica
- Propor treinamentos

1.2 JUSTIFICATIVAS

A empresa não está atendendo a NR-35 e precisa o mais rápido possível instalar a linha de vida em seus equipamentos, para resguardar a vida de seus funcionários da manutenção.

O custo de implantação é muito alto por empresas terceirizadas e não tem verbas para isso.

A data de adequação a NR-35 dada pelo ministério do trabalho já esta vencida, 27/03/2013, para capacitação e treinamento.

Os clientes que buscam os serviços da empresa estão exigindo adequação total a todas NR para aprovação da empresa como fornecedor.

Os serviços de manutenção nas pontes rolantes são constantes e elevam o grau de risco dentro da empresa.

Com um grande número de equipamentos, a probabilidade de defeito aumenta e com isso mais atividades de risco serão desenvolvidas para corrigir os problemas.

A empresa está fazendo a duplicação do parque industrial e precisa estar segura de que a vida dos seus funcionários estará protegida.

Já houve um acidente com um motorista terceirizado que sofreu uma queda de cima da carga do caminhão, de uma altura de 4m, tendo como consequência a fratura de um membro superior.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PONTES ROLANTES

As pontes rolantes são equipamentos para elevação e transporte de cargas, que se movimentam com força motriz própria, assentados sobre trilhos fixados normalmente nas vigas laterais do edifício, em diversas aplicações:

- Industriais: oficinas, caldeirarias, usinagem, pátios de chapas, etc.
- Usinas térmicas e hidráulicas
- Estações de abastecimento e tratamento.



Fotografia 1: Pórtico Ponte Rolante
Fonte: Mecalux, 2013.

2.1.1 Pórtico rolante

Pórtico Rolante (figura 1) é formado de duas colunas suportando uma viga horizontal entre elas. Os guindastes tipo Pórtico rolante são tipicamente usados da mesma forma que uma ponte, no levantamento vertical de objetos de uma superfície para outra. A grande facilidade de alguns designs é a movimentação no pavimento, com trilhos ou não. Outra característica é facilidade na montagem e desmontagem,

principalmente quando existem possibilidades de mudança das instalações, para outra área.



Fotografia 2: Ponte Rolante Monoviga
Fonte: O Autor, 2014.

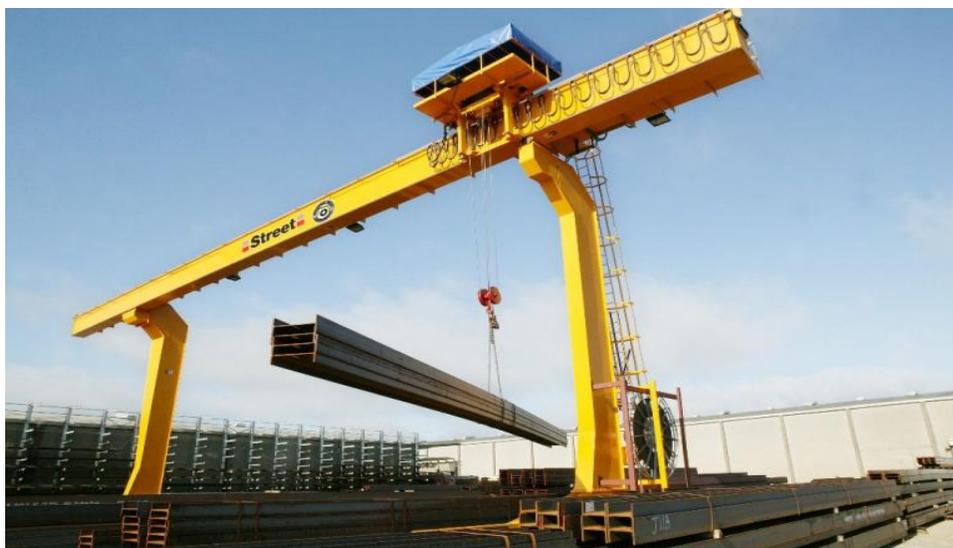
2.1.2 Ponte rolante do tipo monoviga

Pela NR-11 (Brasil, NR-11, 1978), (Regulamentação em áreas de Transporte de Materiais, Estocagem e Movimentação), o peso do que está armazenado não deve ser acima da condição previamente computada de carga do pavimento. Desta forma, uma ponte rolante é projetada, sempre, atendendo estes pré-requisitos técnicos no que se refere à condição de tolerar a carga, sendo estes pontos que devem ser determinados como vitais para a segurança e limites de capacitação. Dentre os variados modelos de ponte rolante, cada um destina-se ao suporte de tipos de carga específicos. A ponte que denominamos console, possuem grande versatilidade, apresentando angulações retas e seu uso pode aplicar-se em variados locais da planta de produção. Extensão de lança razoável, o tipo tolera carregamentos de tamanhos razoavelmente grandes, permitindo mover e alçar cargas de 5 mil quilos. A competência de levantamento de material sofre variações em função dos diferentes modelos de equipamento projetados. Na verdade, a gama de peso suportado nestes sistemas vai desde 500 quilos para mais de 100 mil

quilos. São equipamentos, de diferentes usos e com projetos diferenciados que atendem inúmeros usos, desde os mais simples até os altamente técnicos e específicos. No geral estes sistemas atendem os mais comuns ou específicos serviços de movimentação de material, elevando a capacidade de produção da planta. Estes fatores são traduzidos como: sinônimo de economia e otimização de linhas de produção.

2.1.3 Exemplo de aplicações

O pórtico móvel (Fotografia 3) é um equipamento muito usado devido a sua praticidade para movimentação de materiais em geral. As empresa que utilizam este modelo são do ramo metalúrgico, logística, portuária e também da construção civil.



Fotografia 3: Pórtico Manual Móvel
Fonte: Mecalux, 2013.

2.1.4 Componentes de uma ponte rolante

Vigas principais, viga cabeceira, sistema de translação da ponte, alimentação da ponte e carro, carro da ponte, sistema de direção do carro, sistema de elevação, conjunto moitão, para choques da ponte, cabine da ponte, painéis de alimentação,

controle e proteção, controles de fim de curso e de elevação (www.portalocupacional.com.br, 2000).

2.1.5 Acidentes com ponte rolante

Uma das principais causas de mortes de trabalhadores se deve a acidentes envolvendo queda de pessoas e materiais. São 31,8% (Gráfico 1) os acidentes de trabalho ocorridos ao ano devido a quedas (MTE, Brasil, 2008).



Fotografia 4: Acidente Fatal em Manutenção de Ponte Rolante
Fonte: Jornal Cruzeiro do Sul, 2013.

O metalúrgico Miguel Petrônio de Andrade, 37 anos morreu, e Rosivaldo Joaquim dos Santos, 47 anos, ficou ferido na tarde deste domingo, quando ambos se envolveram num acidente na empresa Metal Forte, na Estrada da Serrinha, em Brigadeiro Tobias. A causa ainda será apurada, mas a informação inicial, conforme funcionários da empresa, é de que uma ponte rolante teria se movido e derrubado o elevador industrial onde os dois funcionários estavam. Eles faziam a manutenção da ponte rolante e caíram de uma altura de aproximadamente oito metros.

Funcionária da Metal Forte, a técnica de segurança do trabalho Jéssica Batista disse que a empresa lamenta o ocorrido e que prestaria todo auxílio à família do funcionário morto. Sem autorização para dar mais detalhes do caso, ela disse

que teria ocorrido um "acionamento inesperado" da ponte rolante. Acrescentou que Miguel de Andrade utilizava todos os equipamentos de segurança, como por exemplo, cabos de proteção.

A morte dele foi constatada no local por médico Rossano do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (Samu). O funcionário ferido, Rosivaldo dos Santos, foi levado ao Hospital Regional pelos bombeiros cabo Loureiro e soldados Alamino e Márcio, do posto do Éden. Conforme informou Loureiro, aparentemente essa vítima quebrou a bacia, além de ter sofrido corte numa das canelas. Ele estava consciente no momento em que foi levado ao hospital e, segundo a técnica de segurança, seu estado de saúde não seria grave.

Um funcionário da empresa Simisa (Simioni Metalúrgica Ltda), unidade de Pontezinha, no Cabo de Santo Agostinho, Região Metropolitana do Recife, morreu imprensado numa coluna quando fazia a manutenção de uma ponte rolante interna da empresa, utilizada para movimentação de produtos. O acidente aconteceu por volta das 8h30 desta segunda-feira (7).

De acordo com o Corpo de Bombeiros, Mário Antônio da Silva, 59 anos, estava exercendo seu trabalho e uma segunda pessoa não estava ciente de sua presença, acionando a movimentação da ponte e causando a tragédia.

De acordo com o diretor de operações da Simisa, Antônio Cardoso Balau, a empresa tem 19 anos de atuação e o operário estava presente desde a sua fundação. "É um momento delicado porque ele era muito querido entre os colegas e diretores da empresa. Estamos bastante abalados com a notícia trágica", diz o diretor acrescentando que acidentes como esse nunca tinham acontecido durante a trajetória da Simisa.

"Fomos até a casa de Mário Antônio, com o acompanhamento de uma psicóloga, para dar a notícia à família dele. Vamos prestar o apoio que for necessário aos parentes", complementa Balau.

Agentes da Polícia Civil foram até o local e registraram o boletim de ocorrência (B.O), assim como o Instituto de Medicina Legal (IML) foi acionado para retirada do corpo (Uol Canal de Notícias 2011).

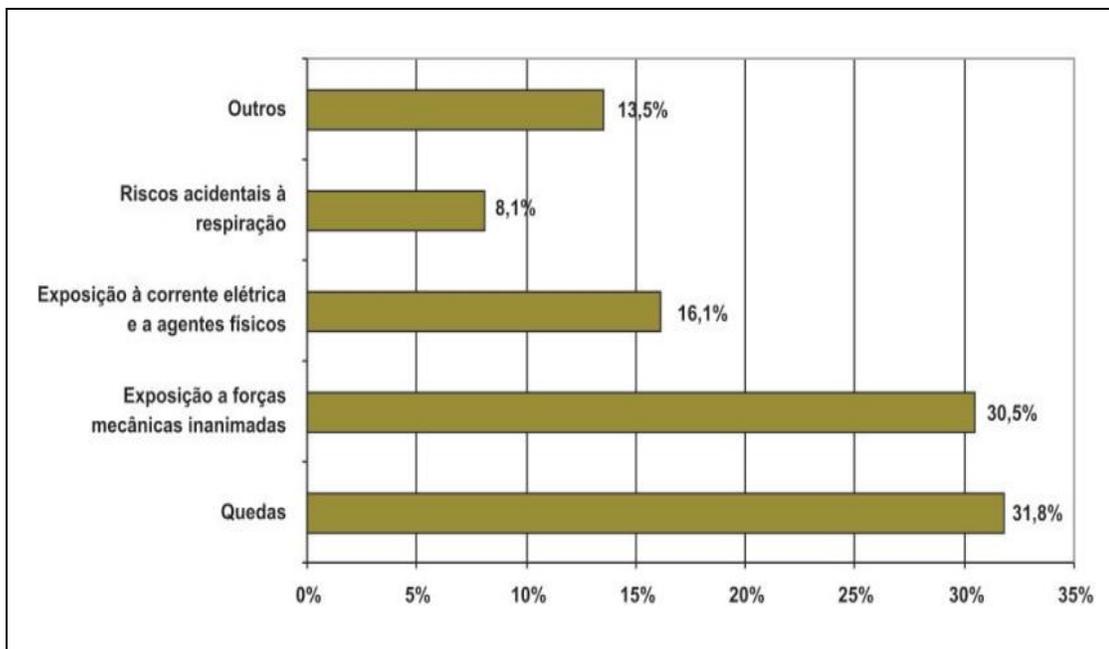


Gráfico 1: Estatística de Acidentes Fatais no RS, de 2004 a 2007
Fonte: MTE, 2008.

2.2 EPI PARA TRABALHO EM ALTURA

Os EPI que são citados pela NR-6, são apenas os mais básicos. Hoje, devido a grande preocupação das empresas, com a boa atuação do seu SESMT (NR-4), muitos outros equipamentos foram desenvolvidos para que a queda do trabalhador não venha a ocorrer.



Figura 1: Cinturão Pára-queda
Fonte: Catálogo Facintos, 2012.

Vê-se na figura 2 uma gama grande desses acessórios que apoiam o usuário ao executar um trabalho em altura. Vale lembrar que todos os EPI tem que ter seu CA (certificado de aprovação), (NR-6).

Cabos Espia

Talabartes

EM "Y" ESPECIAL

 <p>YCE-FR17 cód. 802 3001 CE-FR17 cód. 800 3001</p> <p>Cabo Espia : Cadarço de material sintético, na extremidade mosquetão francês "dupla trava" e abertura de 17 mm, fixada por meio de costura reforçada.</p>	 <p>YCE-U40 cód. 802 3002 CE-U40 cód. 800 3002</p> <p>Cabo Espia : Cadarço de material sintético, na extremidade mosquetão umbilical e abertura de 40 mm, fixada por meio de costura reforçada.</p>	 <p>YCE-FR55 cód. 802 3003 CE-55 cód. 800 3003</p> <p>Cabo Espia : Cadarço de material sintético, na extremidade mosquetão "dupla trava" e abertura de 55 mm, fixada por meio de costura reforçada.</p>
 <p>YPE-FR17 cód. 802 1001 PE-FR17 cód. 800 1001</p> <p>Cabo Espia : Corda 12 mm de diâmetro confeccionada em material sintético, na extremidade mosquetão francês "dupla trava" e abertura de 17 mm, fixada por entrelaçamento. (Azul)</p>	 <p>YPE-U40 cód. 802 1002 PE-U40 cód. 800 1002</p> <p>Cabo Espia : Corda 12 mm de diâmetro confeccionada em material sintético, na extremidade mosquetão umbilical e abertura de 40 mm, fixada por entrelaçamento. (Azul)</p>	 <p>YPE-55 cód. 802 1003 PE-55 cód. 800 1003</p> <p>Cabo Espia : Corda 12 mm de diâmetro confeccionada em material sintético, na extremidade mosquetão "dupla trava" e abertura de 55 mm, fixada por entrelaçamento. (Azul)</p>
 <p>A-FR17 cód. 800 4001</p> <p>Cabo Espia: Aço galvanizado revestido de material sintético transparente e flexível, na extremidade mosquetão francês "dupla trava" e abertura de 17 mm, fixação obtida por selo metálico prensado mecanicamente.</p>	 <p>A-U40 cód. 800 4002</p> <p>Cabo Espia: Aço galvanizado revestido de material sintético transparente e flexível, na extremidade mosquetão umbilical e abertura de 40 mm, fixação obtida por selo metálico prensado mecanicamente.</p>	 <p>A-55 cód. 800 4003</p> <p>Cabo Espia: Aço galvanizado revestido de material sintético transparente e flexível, na extremidade mosquetão "dupla trava" e abertura de 55 mm, fixação obtida por selo metálico prensado mecanicamente.</p>
 <p>YPA-FR17 cód. 802 2001 PA-FR17 cód. 800 2001</p> <p>Cabo Espia: Corda 12 mm de diâmetro confeccionada em Poliamida, na extremidade mosquetão francês "dupla trava" e abertura de 17 mm, fixada por entrelaçamento. (Branca)</p>	 <p>YPA-U40 cód. 802 2002 PA-U40 cód. 800 2002</p> <p>Cabo Espia: Corda 12 mm de diâmetro confeccionada em Poliamida, na extremidade mosquetão francês umbilical e abertura de 40 mm, fixada por entrelaçamento. (Branca)</p>	 <p>YPA-55 cód. 802 2003 PA-55 cód. 800 2003</p> <p>Cabo Espia: Corda 12 mm de diâmetro confeccionada em Poliamida, na extremidade mosquetão "dupla trava" e abertura de 55 mm, fixada por entrelaçamento. (Branca)</p>



YCEABS-55 FR cód. 802 9013

Talabarte Elastizado com Absorvedor de Energia.
Confeccionado em cadarço de poliéster 25mm, na extremidade mosquetão 55, "Dupla-trava" e abertura de 55mm, fixada por meio de costura reforçada, e na outra extremidade mosquetão francês "Dupla-trava" e abertura de 17mm.



YCEELAST-55 FR cód. 802 8013

Talabarte Elastizado
Confeccionado em cadarço de poliéster 25mm, na extremidade mosquetão 55, "Dupla-trava" e abertura de 55mm, fixada por meio de costura reforçada, e na outra extremidade mosquetão francês "Dupla-trava" e abertura de 17mm.



CFV cód. 805 5104

Talabarte: Cadarço em fibra vulcanizada, nas extremidades com dois mosquetões "dupla trava" com um lado móvel regulável através de passante de couro.



BERSV-FR17 cód. 805 5101

Cinturões de Posicionamento

Figura 2: Cinturões de Posicionamento
Fonte: Catálogo Facintos, 2012.

A seguir ve-se um quadro de EPI sugerida pela empresa ULTRASAFE para cada tipo de operação específica.

EPI	OPERAÇÕES DE TRABALHO EM ALTURA					
	Torres, postes	Telhados	Andaime, plataforma	Espaço confinado	Arboricultura, acesso por corda	Resgate
Cinturão tipo paraquedista	x	x	x	x	x	x
Talabarte de posicionamento	x		x		x	x
Talabarte duplo Contra queda	x		x	x	x	x
Talabarte único Contra queda	x	x				
Cinturão abdominal					x	
Fitas de ancoragem	x	x	x	x	x	x
Trava quedas	x	x	x		x	x
conectores	x	x	x	x	x	x
Capacete	x	x	x	x	x	x
luvas	x	x	x	x	x	x
corda	x	x	x	x	x	x
Descensor autoblocante				x	x	x
suspensor				x		
ascensor					x	
banqueta				x		
Bloco de polias				x		
Cinto				x		x
lanterna				x		
tripé				x		x
Maca envelope						x
Botas	x	x	x	x	x	x
óculos	x	x	x	x	x	x

Quadro 1: Seleção de EPI Conforme Atividade
Fonte: O Autor, 2014.

2.3 RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Este tópico da engenharia mecânica nos dá condições de estudar e calcular as forças envolvidas, quando um dado elemento está sujeito à aplicação de um esforço qualquer, seja eles de tração, compressão, cisalhamento, torção, flexão e flambagem.

Para este trabalho serão explorados os estudos do comportamento das forças de tração e cisalhamento (Resistência dos Materiais – Apostila 1 UFPR 2006), que vão determinar todo o dimensionamento dos acessórios componentes de um projeto da linha de vida.

2.3.1 Reações

a) Articulação: (Resiste a uma força em apenas uma direção)

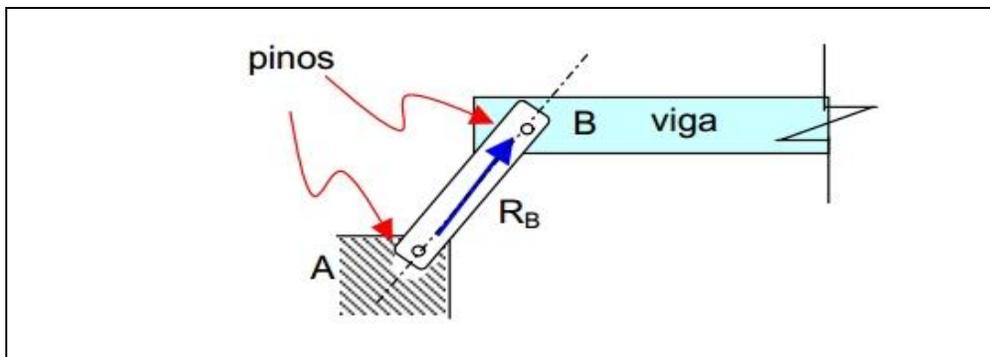


Figura 3: Articulação

Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

b) Rolete: (Resiste a uma força em apenas uma direção)

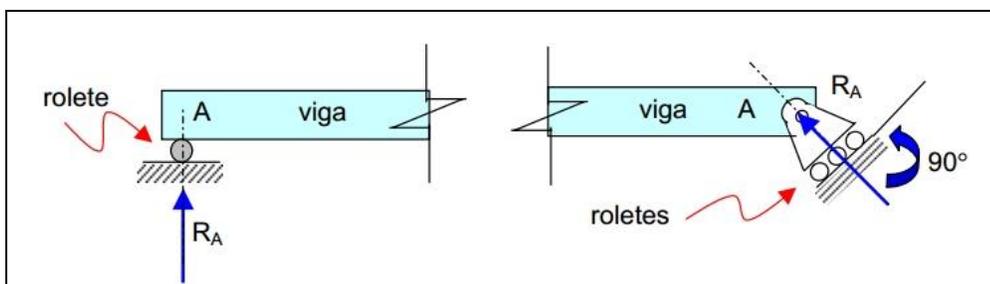


Figura 4: Rolete

Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

c) Pino: (Resiste a uma força que age em qualquer direção)

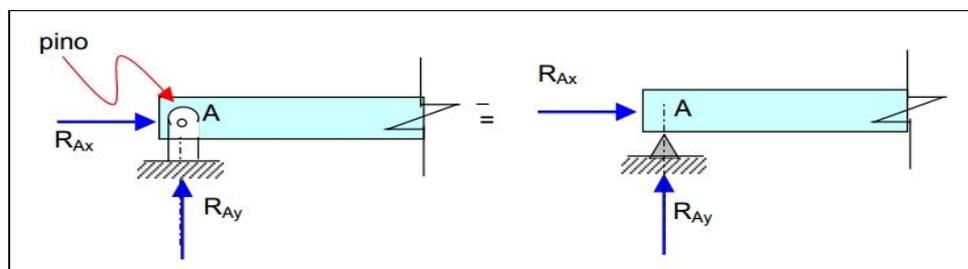


Figura 5: Pino

Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

d) Engastamento: (Resiste a uma força que age em qualquer direção e a um momento)

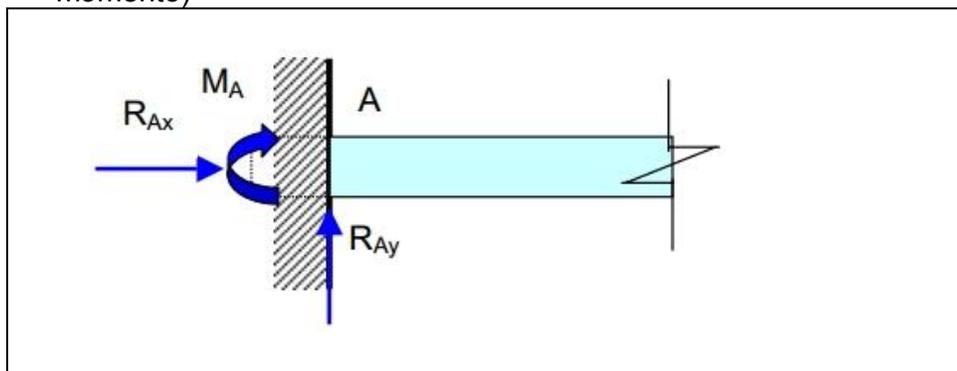


Figura 6: Engastamento
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

2.3.2 Carregamentos

a) Forças concentradas

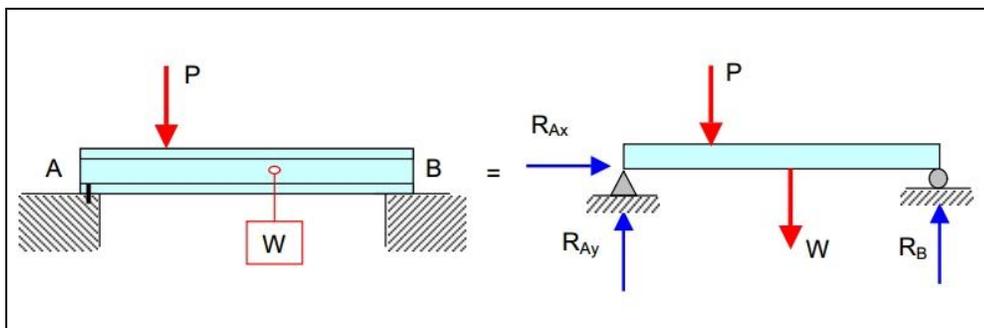


Figura 7: Forças Concentradas
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

b) Carga uniformemente distribuída

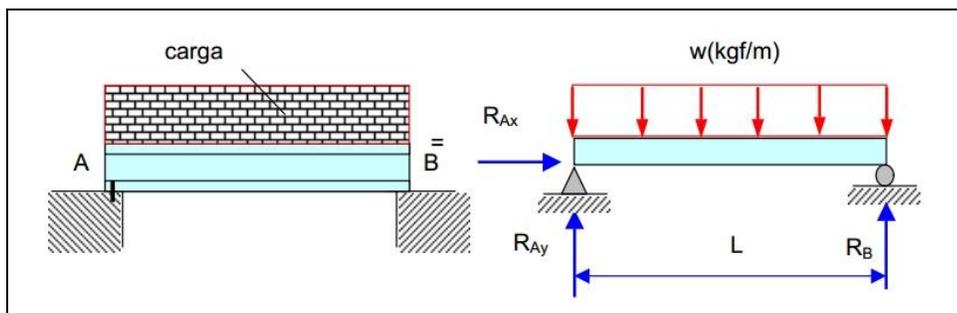


Figura 8: Carga Uniformemente Distribuída
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

c) Carga uniformemente variável

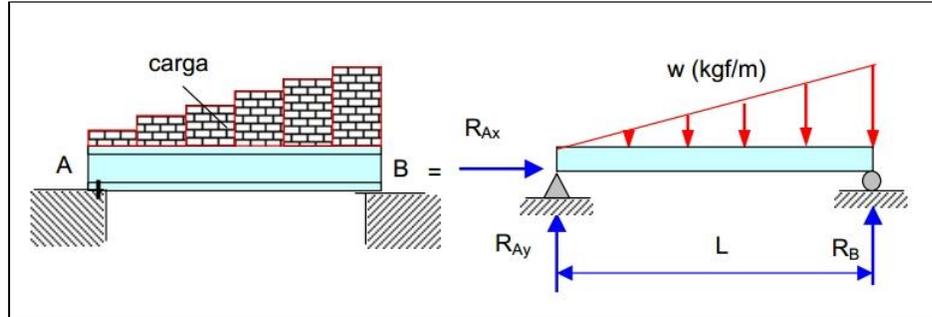


Figura 9: Carga Uniformemente Variável
 Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

d) Momento concentrado

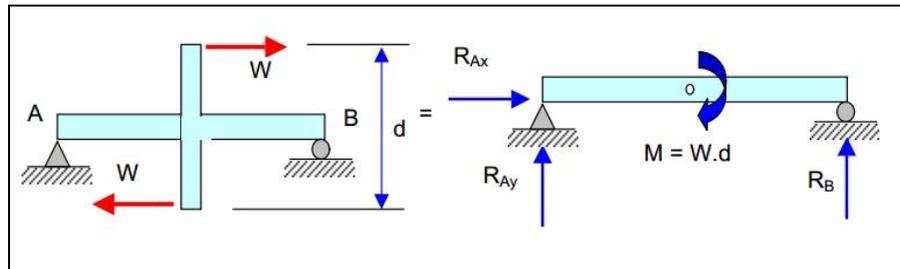


Figura 10: Momento Concentrado
 Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

2.3.3 Classificação das vigas

a) Viga simplesmente apoiada

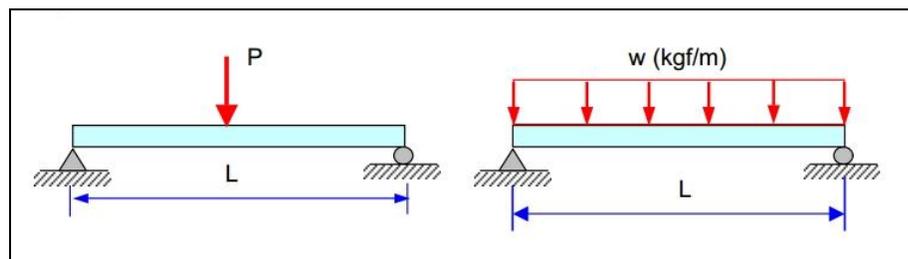


Figura 11: Viga Simplesmente Apoiada
 Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

b) Viga bi-engastada

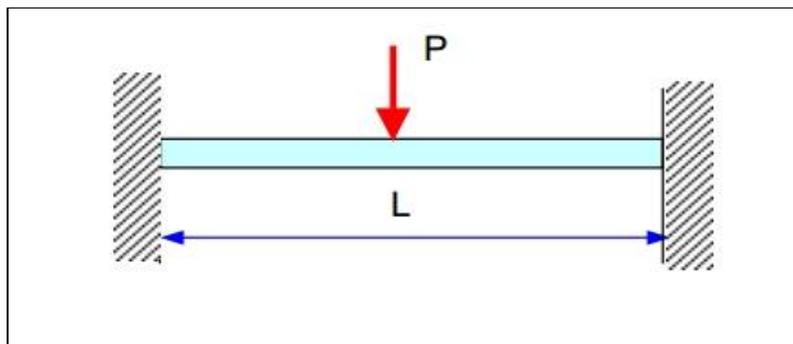


Figura 12: Viga Bi-engastada
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

c) Viga engastada-apoiada

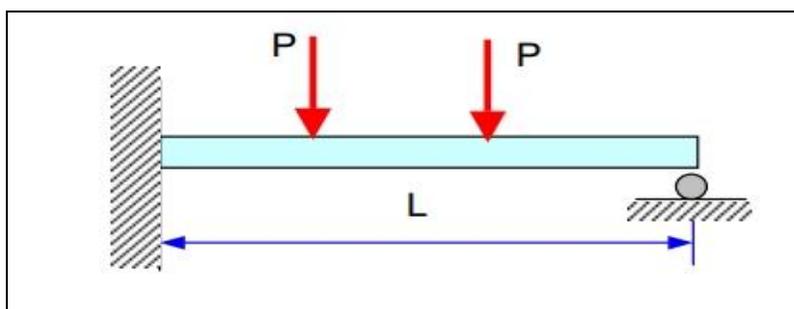


Figura 13: Viga Engastada-apoiada
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

d) Viga em balanço

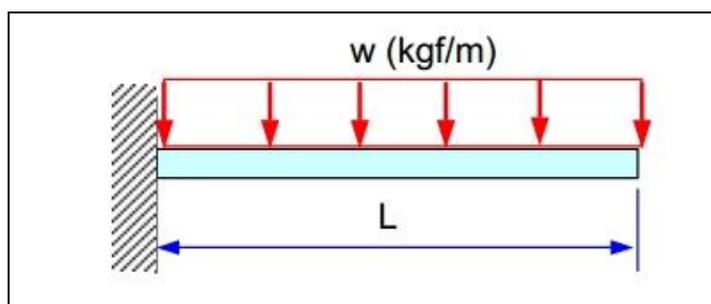


Figura 14: Viga em Balanço
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

e) Em balanço nas extremidades

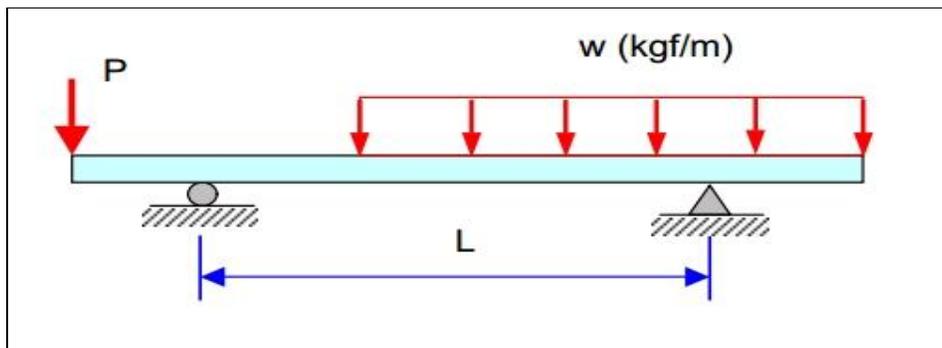


Figura 15: Em balanço nas Extremidades
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

2.3.4 Carga axial

Considere uma barra sem peso e em equilíbrio, sujeita à duas forças F (tração ou compressão) em suas extremidades.

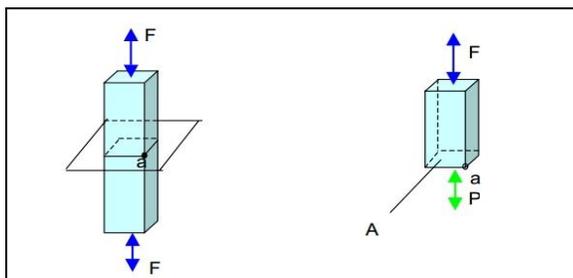


Figura 16: Carga Axial
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

A área da seção transversal no ponto onde se seccionou a barra é A e a força interna é igual a P e positiva (se tracionada) ou negativa (se comprimida), logo a tensão normal é da forma:

$$\sigma = P/A \quad (1)$$

No caso da barra estar sendo comprimida, o seu comprimento deve ser suficientemente pequeno para não ocorrer a flambagem conforme figura a seguir.

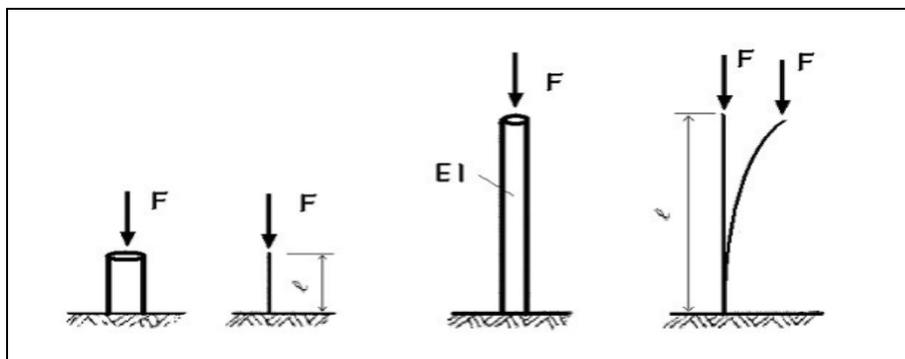


Figura 17: Flambagem
Fonte: UNICAMP, 2006

2.3.5 Tensão média de cisalhamento

Considere um corpo sendo arrastado sobre outro por uma força P .

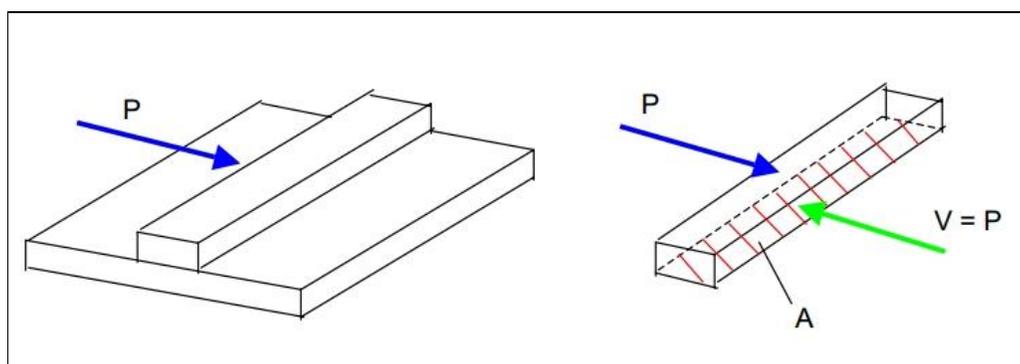


Figura 18: Tensão Média de Cisalhamento
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

Se o corpo que está sendo arrastado tem área A na interface de contato entre os corpos, a tensão média de cisalhamento fica assim.

$$\sigma_m = V/A \quad (2)$$

A tensão de cisalhamento média porque a força que atua em cada área infinitesimal não é a mesma. A equação (2) é frequentemente utilizada para dimensionar pinos, parafusos, rebites, etc. que estão sendo solicitados por esforços cisalhantes.

Corpos podem ser cisalhados de formas diferentes. Um corpo pode estar sendo submetido à um cisalhamento simples conforme figura a seguir.

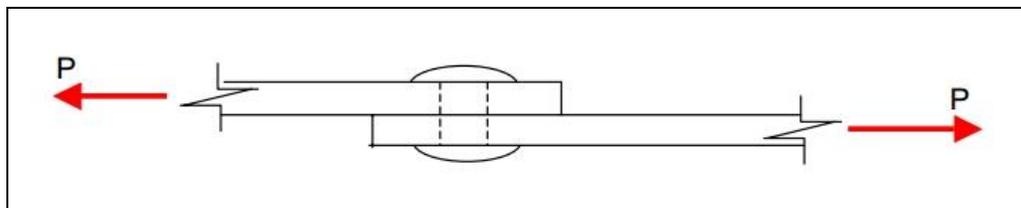


Figura 19: Cisalhamento Simples
 Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

O rebite que une dois corpos que estão sendo tracionados é cisalhado na interface da seguinte forma a seguir.

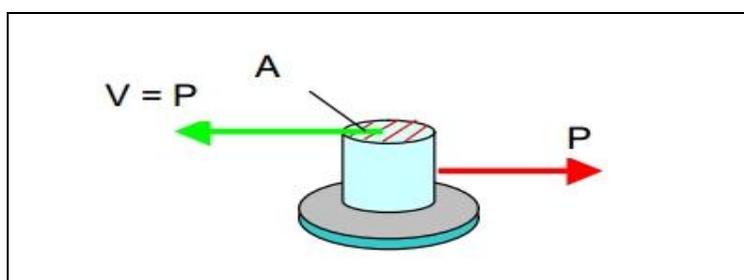


Figura 20: Tração no Rebite
 Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

Se o rebite tem área A na interface e a força cortante V é P , a tensão de cisalhamento média é:

$$\sigma_m = V/A = P/A \quad (3)$$

Um corpo pode estar sendo submetido a um cisalhamento duplo conforme figura a seguir.

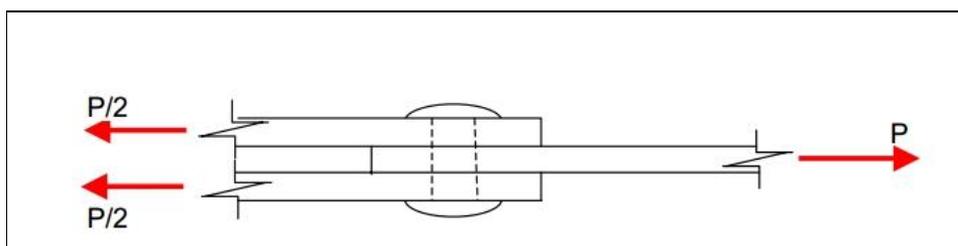


Figura 21: Cisalhamento Duplo
 Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

O rebite que une os três corpos que estão sendo tracionados é cisalhado na interface entre cada corpo é da forma a seguir.

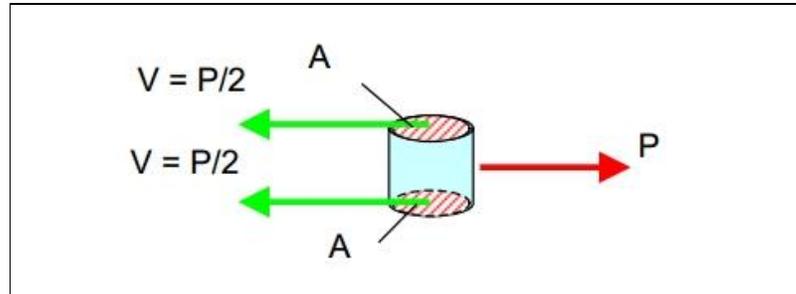


Figura 22: Tração no Rebite
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

Se o rebite tem área A na interface entre cada corpo, e a força cortante V é $P/2$, a tensão de cisalhamento média é :

$$\sigma_m = V/A = P/2A \quad (4)$$

2.3.6 Tensões admissíveis; Fator de segurança

Para garantir a segurança de uma estrutura, é necessário escolher uma tensão admissível que restrinja a carga aplicada de tal forma que seja menor que aquela que a estrutura possa suportar. Há vários motivos para isso:

- Imprecisão de cálculos,
- Imperfeições oriundas do processo de fabricação,
- Variabilidade nas propriedades mecânicas dos materiais,
- Degradação do material, etc.

Uma das maneiras de especificar a tensão admissível é definir um coeficiente de segurança dado por:

$$\eta = \sigma_{\text{escoamento}} / \sigma_{\text{admissível}} \quad (5)$$

$$\eta = \sigma_{\text{ruptura}} / \sigma_{\text{admissível}} \quad (6)$$

2.3.7 Diagrama tensão-deformação

Muitas propriedades de um material podem ser determinadas a partir de um ensaio de tração ou compressão, a partir de uma amostra do material, figura a seguir. O resultado desse ensaio pode ser representado num diagrama tensão-deformação.

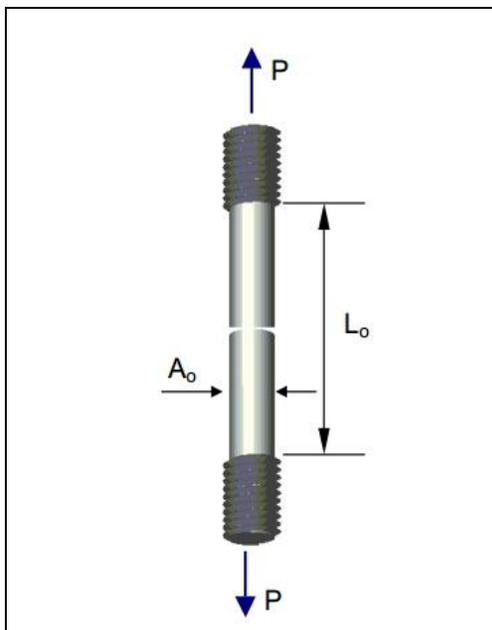


Figura 23: Corpo de Prova Para Ensaio de Tração
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

O diagrama tensão-deformação é executado num corpo de prova padronizado, tendo como dimensões originais, a secção transversal A_0 e o comprimento L_0 . A tensão considerada no diagrama é força aplicada P na secção transversal original A_0 .

$$\sigma = P/A_0 \quad (7)$$

Da mesma forma, a deformação é obtida diretamente da leitura do extensômetro, ou pela divisão da variação de comprimento ΔL pelo comprimento original L_0 .

$$\varepsilon = \Delta L/L_0 \quad (8)$$

O diagrama tensão-deformação é o gráfico dos correspondentes valores de σ e ε , o eixo das ordenadas representa as tensões σ e o eixo das abcissas representa as deformações ε . É importante ressaltar que dois diagramas de dois corpos-de-prova de um mesmo material não são exatamente idênticos, pois os resultados dependem de muitas variáveis como a composição do material, imperfeições microscópicas, fabricação, velocidade da aplicação da carga e temperatura do ensaio. A figura a seguir representa um diagrama tensão-deformação de um aço usualmente utilizado na engenharia no qual pode-se distinguir diferentes regiões.

O comportamento do corpo-de-prova pode ser de diferentes formas, dependendo da intensidade da carga aplicada e do seu grau de deformação.

- Comportamento elástico: quando o corpo-de-prova retorna a sua forma original quando a carga aplicada é removida. O material é considerado linearmente elástico até o limite superior da tensão, chamado de limite de proporcionalidade σ_p . Até esse limite de proporcionalidade, a lei de Hooke, que relaciona a tensão σ com a deformação ε pelo módulo de elasticidade E do material é válida:

$$\sigma = E \varepsilon \quad (9)$$

- O material pode ainda se comportar elasticamente até o limite elástico, mesmo se exceder ligeiramente este limite de proporcionalidade. Neste caso, porém, o comportamento não é mais linear.

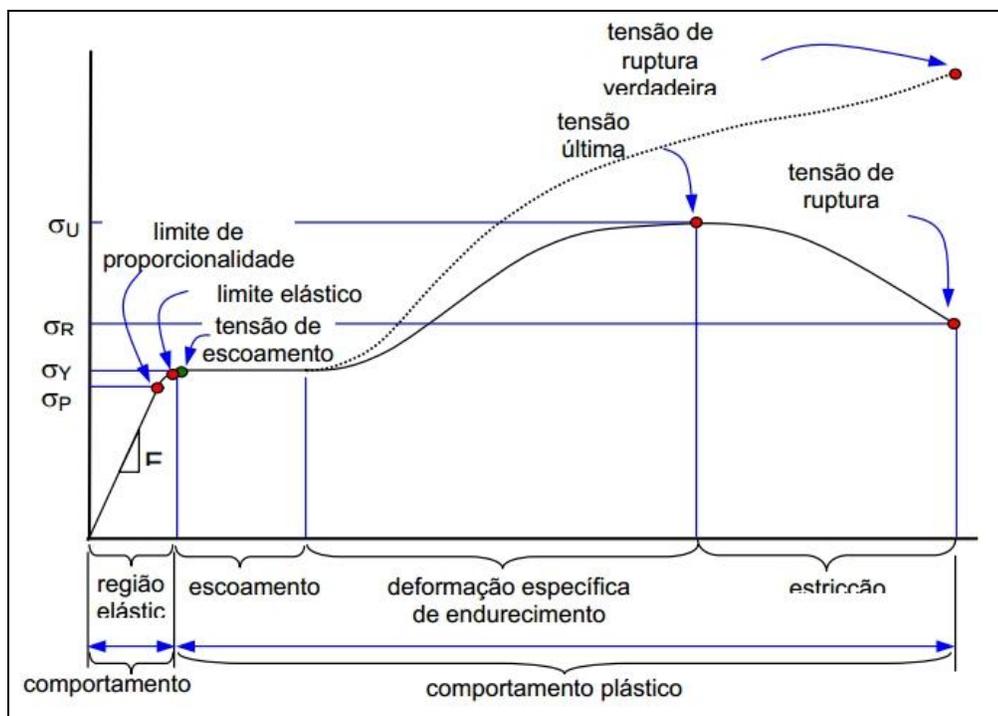


Gráfico 2: Diagrama Tensão-deformação
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

- Escoamento: um leve aumento na tensão, acima do limite elástico, resultará numa acomodação do material causando uma deformação permanente. A tensão que causa o escoamento é chamada de tensão de escoamento, σ_y . Neste caso mesmo se a carga for removida, o corpo-de-prova continuará deformado. O corpo-de-prova poderá continuar a se alongar mesmo sem qualquer aumento de carga. Nesta região, o material é denominado perfeitamente plástico.
- Deformação específica por endurecimento: se ao término do escoamento, uma carga adicional for aplicada ao corpo-de-prova, a tensão continuará a aumentar com uma deformação específica continuamente até atingir um valor de tensão máxima, referida por tensão última, σ_u . Durante a execução do ensaio nesta região, enquanto o corpo-de-prova é alongado, sua área da seção transversal diminui ao longo do seu comprimento nominal, até o ponto que a deformação corresponda a tensão última.

- Estringão: ao atingir a tensão última a área da seção transversal começa a diminuir em uma região localizada do corpo-de-prova, e não mais ao longo do seu comprimento nominal. Este fenômeno é causado pelo deslizamento de planos no interior do material e as deformações reais produzidas pela tensão cisalhante. Uma vez que a área da seção transversal diminui constantemente, esta área só pode sustentar uma carga menor. Assim, o diagrama tensão-deformação tende a curvar-se para baixo até ruptura do corpo-de-prova como uma tensão de ruptura, σ_R .

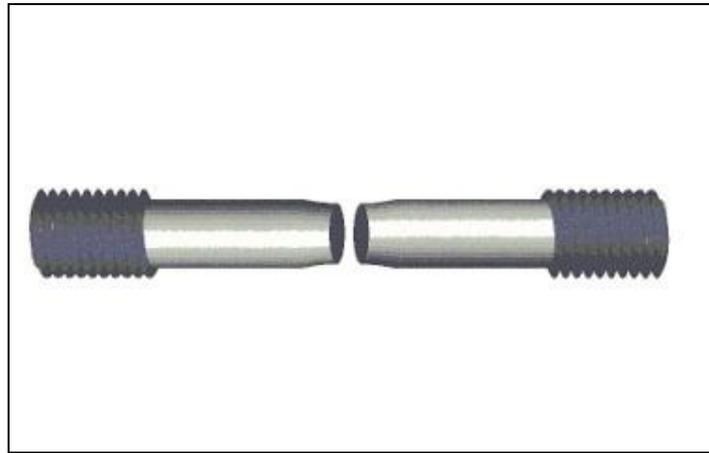


Figura 24: Estringão do Corpo de Prova
Fonte: Resistência dos Materiais – Apostila I UFPR, 2006.

A área sob a curva tensão-deformação representa a energia de deformação absorvida pelo material. Quando a tensão atinge o limite de proporcionalidade σ_P , a energia de deformação é denominada módulo de resiliência. Quando a tensão atinge a tensão de ruptura, σ_R , a energia de deformação é denominada de tenacidade. Os materiais com alta tenacidade são os mais utilizados em projetos estruturais, pois materiais com baixa tenacidade podem romper subitamente sem dar sinais de um rompimento iminente.

2.4 ANCORAGEM

Ancoragem é um sistema de amarras por meio de cordas e cabos de aço nos elementos permanentes e estruturais das edificações, propiciando estabilidade dos equipamentos bem como segurança aos trabalhadores em telhados, coberturas e em estruturas internas ou externas para realização de diversos tipos de serviços.

O Ponto de Ancoragem é instalado no perímetro do edifício, de acordo com o sistema projetado, visando a ancoragem dos trabalhadores em altura que se utilizarão de andaimes, cadeiras suspensas ou para alpinistas industriais se conectarem.

O local da estrutura onde as cordas serão instaladas – pontos para ancoragem – são previamente inspecionados quanto à solidez. Cada corda se encontra presa a pontos de ancoragem diferentes e não comportam nenhum outro elemento, sendo estes os principais, junto com o caráter auto-blocante dos equipamentos de progressão e segurança, o que elimina a possibilidade de queda por um erro mecânico ou humano.

2.4.1 Montagem de andaimes

O trabalho de montagem de andaimes (Figura 25) possui características peculiares, pois em geral, os pontos de ancoragem são o próprio andaime, o que requer uma especial atenção a cada movimento pois o trabalhador só deverá se conectar a pontos que já estejam corretamente posicionados e travados.

Anterior a montagem devemos nos informar sobre a característica do andaime, e a forma correta para a montagem do mesmo. A área deverá ser isolada a fim de evitarmos a queda de materiais e o içamento das peças deverá ser feito com auxílio de equipamentos especiais para este fim. A utilização dos EPI necessários são imprescindíveis conforme demonstrado na figura abaixo.

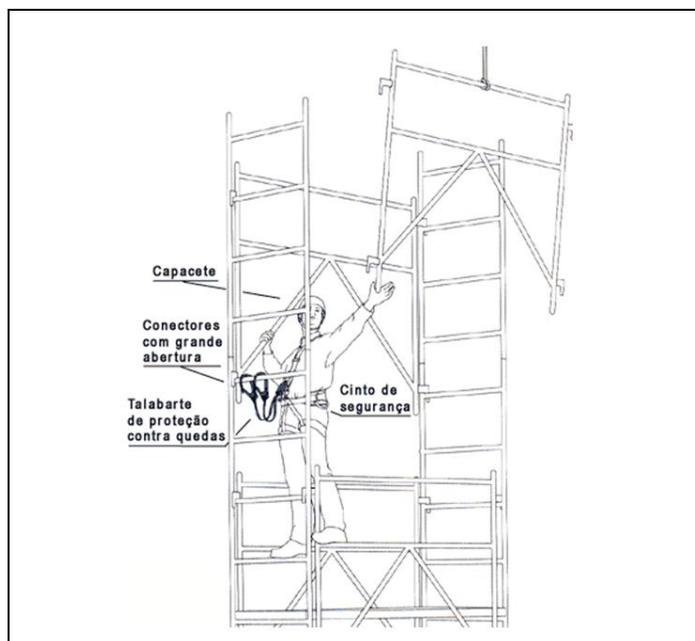


Figura 25: Montagem de Andaimos
Fonte: Viana, 2004.

Obs: O uso de cinto de segurança, talabartes duplos e conectores de grande abertura satisfazem perfeitamente a todos os requisitos de segurança

2.4.2 Movimentação com talabarte

Em todas as situações de trabalho em altura, onde não existam sistemas de proteção coletiva instalados, o trabalhador deverá portar e utilizar um sistema de proteção contra quedas individual, isto de maneira constante durante todo o seu deslocamento pelas estruturas ou escadas tipo marinheiro. Uma maneira de cumprir este requisito de maneira segura e eficiente, é a utilização de "Talabartes de Progressão Duplos" (Figura 26), estes são utilizados conectando-se alternadamente cada uma das duas extremidades do talabarte, de maneira que o trabalhador tenha sempre um dos dois conectores de grande abertura, conectado a estrutura, protegendo-o contra qualquer possibilidade de queda. Este sistema deverá ter um absorvedor de energia, instalado entre os talabartes e o corpo do trabalhador, afim de minimizar o impacto causados a este último, em um caso de queda. É importante

que os talabartes sejam sempre conectados a pontos acima da cabeça do trabalhador.

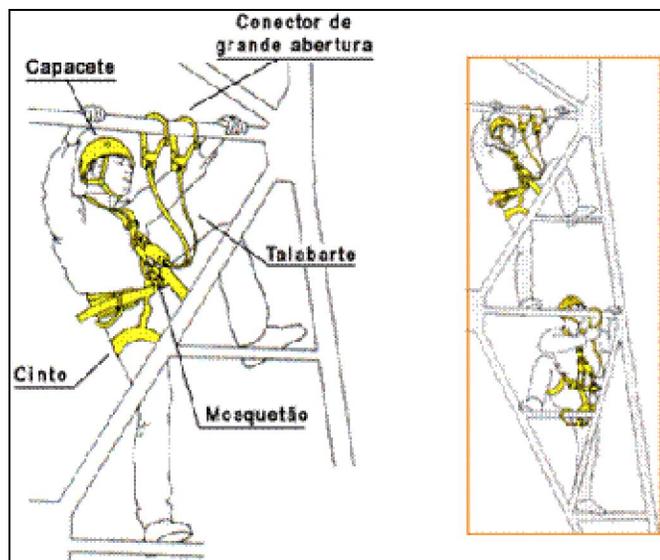


Figura 26: Movimentação com Talabarte
Fonte: Viana, 2004.

2.4.3 Modos e pontos de ancoragem

Parafuso olhal: em paredes de alvenaria, utiliza-se o parafuso olhal passante, de aço forjado, galvanizado a fogo, tipo prisioneiro (Figura 27). Importante: deve ser feita a verificação estrutural civil, garantindo a resistência de 1500 kgf, nos pontos de ancoragem.

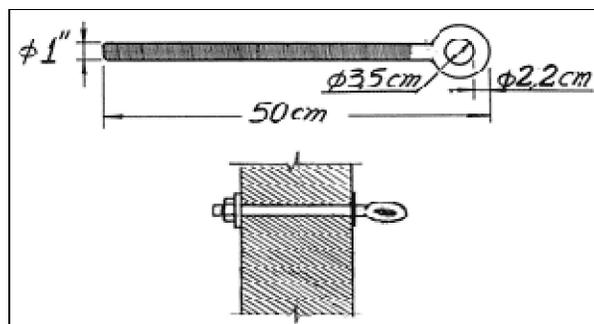


Figura 27: Parafuso Olhal
Fonte: Viana, 2004.

Placa olhal: em paredes de concreto, utiliza-se a placa olhal de inox , com 2 chumbadores de 3/8" de diâmetro (Figura 27). Em superfícies metálicas, a placa olhal pode ser soldada ou fixada por parafusos.

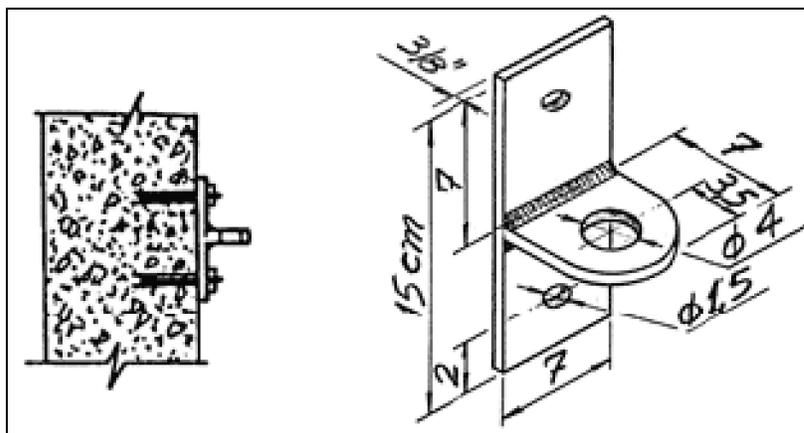


Figura 28: Placa Olhal
Fonte: Viana, 2004.

2.4.4 Acesso aos pontos de ancoragem

Para instalação temporária de linha de segurança vertical ao Parafuso olhal ou Placa olhal , situados a menos de 10 m do solo, usa-se a vara telescópica conectada ao gancho G1 (Figura 29).

Para instalação temporária de linha de segurança vertical em vigas com dimensões circunscritas em um círculo com diâmetro de até 15 cm, usa-se a vara telescópica conectada ao gancho G2 (Figura 29).



Figura 29: Ganchos G1 e G2
Fonte: Manual para Trabalho em Altura, Fabiano Viana TST-Brinks Campinas , 2004.

2.4.5 Varas telescópicas

Permite acessar pontos de ancoragem situados a menos de 10 m do solo. Fácil regulagem e ajuste do comprimento, de 2,5 a 7,5 m. É a mais leve vara telescópica do mercado: 2,6 kg.

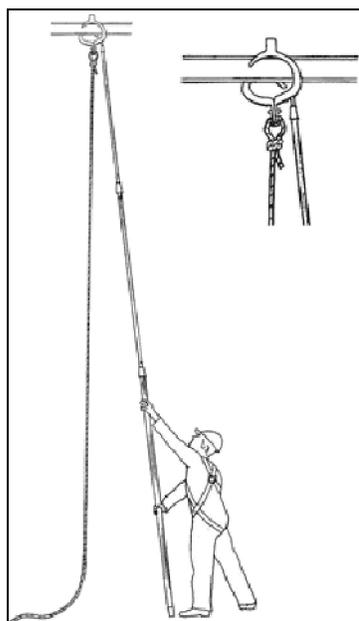


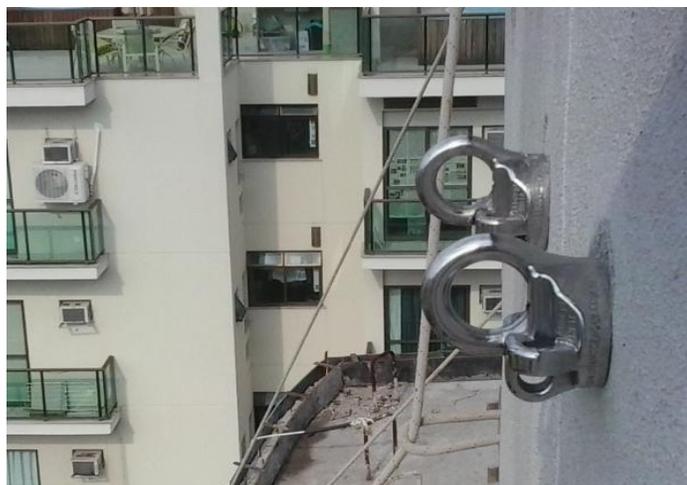
Figura 30: Utilização de Varas Telescópicas
Fonte: Viana, 2004.



Figura 31: Utilização de Varas Telescópicas
Fonte: Viana, 2004.

Conexão do gancho ao ponto de ancoragem e acionamento da trava de segurança por meio de fio de nylon. Para retirar a vara telescópica basta rotação inversa de 90°.

2.4.6 Outros exemplos de ancoragem



Fotografia 5: Olhal Para Paredes
Fonte: Lift Ancoragem Predial, 2012.

Os mosquetões são usados para conectar o talabarte ao cabo de aço ou corda da linha de vida, permitindo a movimentação do usuário.



Figura 32: Mosquetões Oval e D
Fonte: Catálogo Task, 2014.

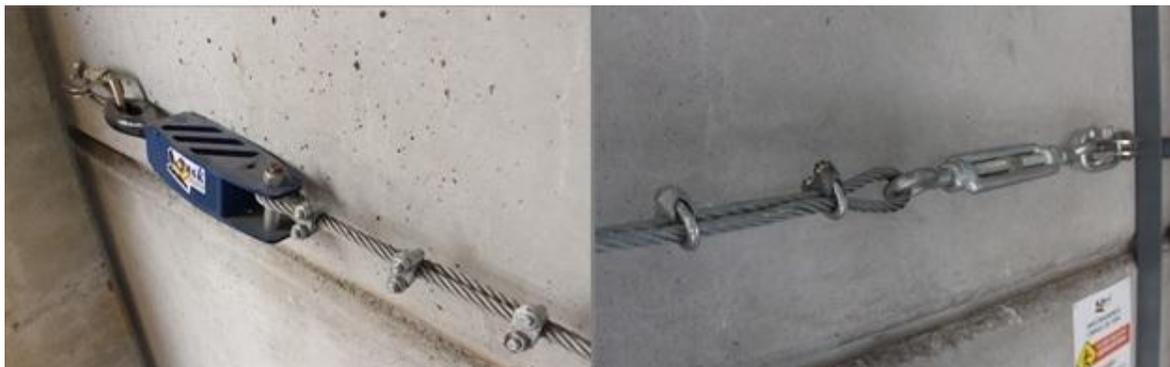
Os olhais permitem a passagem dos cabos ao longo de uma linha de vida, dando sustentação para diminuir possíveis flechas, além do permitido pelas normas, quando a linha é muito longa.



Fotografia 6: Olhal Para Pisos e Postes ou Colunas
Fonte: Catálogo Task, 2014.

2.5 CLASSIFICAÇÃO DAS LINHAS DE VIDA

As linhas de vida são classificadas em provisórias, verticais e horizontais. As provisórias são instaladas para executar serviços rápidos e também antes da instalação tanto das linhas horizontais e verticais fixas.



Fotografia 7: Absorvedor de Energia e Esticador de Cabo
Fonte: Catálogo Task, 2014.

2.5.1 Linha de vida vertical

Como o nome já diz, este tipo de linha de vida é usada para subir e descer das estruturas, escadas, andaimes, paredes e escada tipo marinheiro.

Trabalhos de descida e subida do trabalhador para sistemas verticais acima de 10 metros. Situação muito comum onde sem a linha de vida seria impossível garantir a segurança do operário.



Fotografia 8: Linhas de Vida Verticais
Fonte: Catálogo Ultra Safe, 2011.

2.5.2 Linha de vida móvel e provisória

Normalmente são vendidos pelas empresas de equipamentos de segurança kits já prontos com todos os acessórios necessários a sua instalação.

As linhas de vida móveis podem ser verticais ou horizontais e são fundamentais para situações onde necessitamos de agilidade, praticidade e diversidade de uso. São de fácil de instalação e remoção.

Após um planejamento, preparação, instalação e certificação dos pontos de ancoragem nas estruturas existentes, pode-se usar uma quantidade mínima necessária de linhas móveis, utilizando cordas, fitas planas, mosquetões, cintas e

outros acessórios para uma ideal conexão entre o trabalhador e o sistema de segurança.

2.5.2.1 Kit de linha de vida móvel com fita

Sistema temporário de segurança através de fita plana de alta resistência com regulagem que poderá atender a uma distância de até 20m entre um ponto e outro.

Equipamentos:

- 01 mochila para acondicionamento do kit;
- 01 linha de vida em fita de alta resistência de 20m;
- 02 cabos de ancoragem em inox de 8mm, medindo 1,6m cada;
- 02 mosquetões em “D” com trava automática que resistem a 40kN;

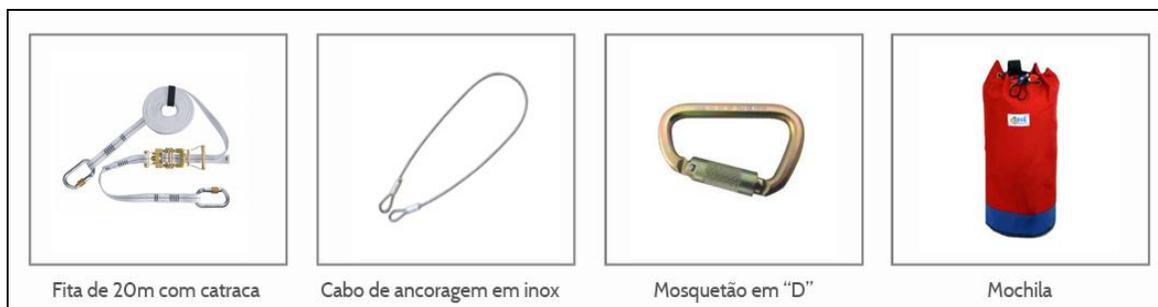


Figura 33: Kit de Linha de Vida Móvel com Fita
Fonte: Catálogo Task, 2014.

2.5.2.2 Kit de linha de vida móvel com corda

Sistema temporário de segurança em corda sintética de 11,2mm de diâmetro, com regulagem que poderá atender a uma distância de até 30 metros entre um ponto e outro.



Figura 34: Linha de Vida Móvel com Corda
Fonte: Catálogo Task, 2014.

Equipamentos:

- 01 mochila para acondicionamento do kit;
- 01 corda de 11,2mm de diâmetro na medida solicitada;
- 01 descensor autoblocante;
- 01 trava quedas de corda;
- 02 cabos de ancoragem de 8mm, medindo 1,6m cada;
- 02 cabos de ancoragem de 8mm, medindo 1,2m cada;
- 04 mosquetões em "D" com trava automática que resistem a 40kN;

2.5.2.3 Linha de vida vertical – vara de manobra

Sistema vertical temporário de segurança em cordas de 12mm.



Figura 35: Linha de Vida Vertical
Fonte: Catálogo Task, 2014.

Componentes:

- 01 mochila para acondicionamento do kit;
- 08m de corda de 12mm com certificação nacional para trabalho;
- 01 trava quedas de corda;



Fotografia 9: Trabalhos Comuns em Torres de Transmissão
Fonte: Catálogo Protecta, 2007.

2.5.2.4 Kit para trabalhos em estruturas



Figura 36: Kit para Trabalho em Estruturas

Fonte: Catálogo Task, 2014.

Equipamentos:

- 04 mochilas para acondicionamento do kit;
- 04 lances de 50m de corda de 12mm de diâmetro com certificação nacional;
- 03 cintos Flex III com 5 pontos de ancoragem;
- 03 talabartes em "Y" com ABS;

- 03 capacetes;
- 05 cabos de ancoragem de 8mm, medindo 1,6m cada;
- 05 cabos de ancoragem de 8mm, medindo 1,2m cada;
- 05 anéis de fita em poliamida de 8mm, medindo 1,20m cada;
- 20 mosquetões em “D” com trava automática que resistem a 40kN;

2.5.3 Linha de vida horizontal

Esta linha de vida é com certeza a mais utilizada devido as dimensões das grandes construções se projetarem mais na linha horizontal. A instalação desta linha também tem uma maior facilidade devido a melhores pontos de ancoragem existentes nas estruturas das construções.

Os sistemas de fixação e os pontos de ancoragem variam muito e bem por isso devem ser calculados e determinados por um profissional habilitado obedecendo todas as normas de segurança nacionais e internacionais.



Fotografia 10: Exemplo de uma Linha de Vida Horizontal
Fonte: Catálogo Honeywell, 2012.

3 METODOLOGIA

Para desenvolver este projeto, foi tomado por orientação todas as indicações de valores indicados nas NR e na norma internacional OSHAS 1926.502. Para os cálculos de dimensionamento dos cabos, suportes e parafusos, tomar-se-á como base, os estudos de Resistência dos Materiais e o fator de segurança indicado pelas normas envolvidas para este escopo.

Neste projeto determinar-se-á uma linha de vida horizontal sobre uma ponte rolante de única viga com vão de 20m e altura instalada de 8m.



Fotografia 11: Ponte Referência para o Projeto
Fonte: Catálogo Demag, 2013.

3.1 FATORES A CONSIDERAR

- Comprimento 20m.
- Quantidade de usuários simultaneamente 2.
- Carga dinâmica máxima no corpo 8kN.

- Estudo do espaço abaixo, se não tem riscos de choques com equipamentos, anteparos, estruturas, efeito pêndulo.
- Dimensionamento do cabo de aço.
- Cálculo das forças nos pontos de ancoragem.
- Verificar a resistência do ponto de ancoragem.
- Altura da linha de vida até o piso 9m.
- Máxima flecha que alcançará o cabo 2% do vão.

3.1.1 Outras considerações importantes

- O projeto só pode ser feito por uma pessoa habilitada.
- Estudo sobre o local de instalação.
- Estudo sobre o sistema de espias, ou trava queda.
- Cálculo dos parâmetros.
- Cálculos estruturais.
- Pasta com memorial de cálculo e desenhos da linha de vida.
- Plaqueta de identificação da linha de vida, número, quantidade de pessoas.
- Inspeção inicial para liberação ao uso.
- Plano de inspeções periódicas e extraordinárias, quando houver queda.
- Treinamentos
- Usuários: encarregados, técnicos de segurança, engenheiros e projetista.

3.2 PONTE ROLANTE PARA SER INSTALADA A LINHA DE VIDA HORIZONTAL

A ponte, objeto deste projeto é do tipo monoviga e capacidade de levantamento até 5t. Ela está instalada numa empresa do ramo de serviços em aço num barracão de 10.000 m² sob regime de 24hs de trabalho, aumentando assim as intervenções pela manutenção. Outra 15 pontes de capacidades variadas até 32t também fazem parte do parque de equipamentos de transporte interno de materiais.

Este projeto irá facilitar e garantir a segurança dos técnicos de manutenção que precisam executar reparos nos componentes que fazem a movimentação da ponte, localizados a 8m do piso.

4 RESULTADOS

Para se determinar todos os parâmetros necessários ao projeto, será preciso seguir passo a passo as etapas: levantamentos de dados, requisitos das normas, dimensionamento dos cabos e acessórios, cálculos dos esforços, projeto das peças e levantamento dos EPI que serão usados.

4.1 LEVANTAMENTO DE DADOS

O local é um barracão de pé direito de 10m, vão de 20m e a altura da ponte até o chão é de 8m.

- Quantidade de trabalhadores simultaneamente 2.
- Pontos de ancoragem devem suportar carga de 22,5kN OSHAS 1926.502 (d) (15).
- Fator de segurança 2 OSHAS 1926.502 (d) (15) (i).
- Carga máxima no corpo, em caso de queda, 8kN, OSHAS 1926.502 (d) (16) (ii).
- Peso máximo de 140kg de um operário mais ferramental OSHAS 1926.502 (d) (16) (v).
- Espessura da chapa superior na viga da ponte 15,87mm
- Altura da linha de vida até o piso 9m
- Altura da linha até superfície de passeio 0,7m
- Flecha de 2% 0,4m
- Fator de queda
- Altura de queda
- Comprimento do talabarte
- Desaceleração
- Força de frenagem
- Altura de queda máxima
- Máxima força de frenagem

- Resistência a tração mínima nos fios do cabo de aço 160kgf/mm²
Conforme NR-18.16.2.1
- Carga de ruptura dos fios do cabo de aço 5 vezes a carga máxima de trabalho, conforme NR-18.16.2.1

4.2 DESENHO DA LINHA DE VIDA HORIZONTAL A SER DIMENSIONADA

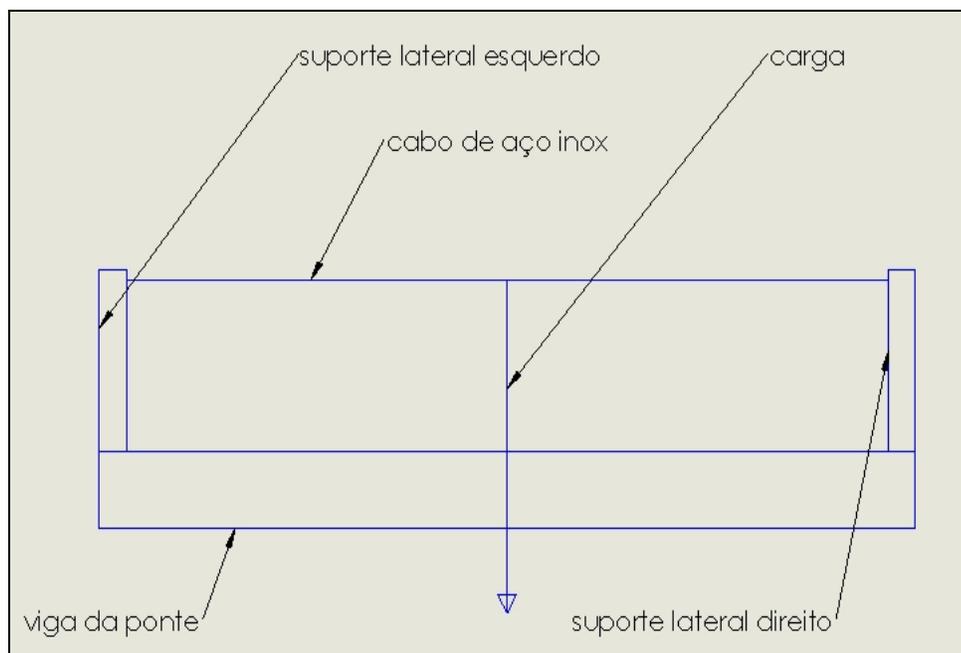


Figura 37: Linha de Vida a ser Dimensionada
Fonte: O Autor, 2014.

4.3 CÁLCULOS NECESSÁRIOS

A partir dos dados disponíveis faz-se agora os cálculos de todos os parâmetros para a escolha e fabricação dos componentes que irão fixar a linha de vida horizontal no local determinado.

4.3.1 Cálculo da força de frenagem ou impacto

Esta é força que um corpo em queda livre, sofre quando cessa a queda.

Para o cálculo precisa-se conhecer:

- Carga máxima em queda livre; 140 kg
- Altura percorrida; 1,4m
- Fórmula para força de frenagem, F_f ;

$$F_f = maH; \quad (10)$$

onde $m = 140$ kg, $a = 9,8\text{m/s}^2$ e $H = 1,4\text{m}$

Então a $F_f = 1.920,8$ kgf ou 19.208kN

Pela NBR 14.629/200 no seu item 5.4.6, a força de frenagem não deve exceder a 6kN e o deslocamento de queda (H), não deve exceder a 5,75m. Como a força é de 19.208kN, a norma manda utilizar absorvedor de energia para desacelerar a queda. Esta força é para uma pessoa, como a linha em questão é para 2 pessoas trabalharem simultaneamente, caso ocorra a queda ao mesmo tempo das duas pessoas, considera-se então que a força de frenagem será de 12kN máxima, já usando equipamento com absorvedor de energia provocando a desaceleração durante a queda. Já pela norma OSHAS, a carga máxima sobre uma pessoa, é de 8kN.

4.3.2 Pontos de ancoragem

Para estes cálculos segue-se a norma OSHAS: Pontos de ancoragem devem suportar carga de 22,5 kN OSHAS 1926.502 (d) (15). Fator de segurança 2 OSHAS 1926.502 (d) (15) (i). Flecha de 2% 0,4m OSHAS 1926.451(f) (16) deflexão de 1/60 do comprimento (Figura 38).

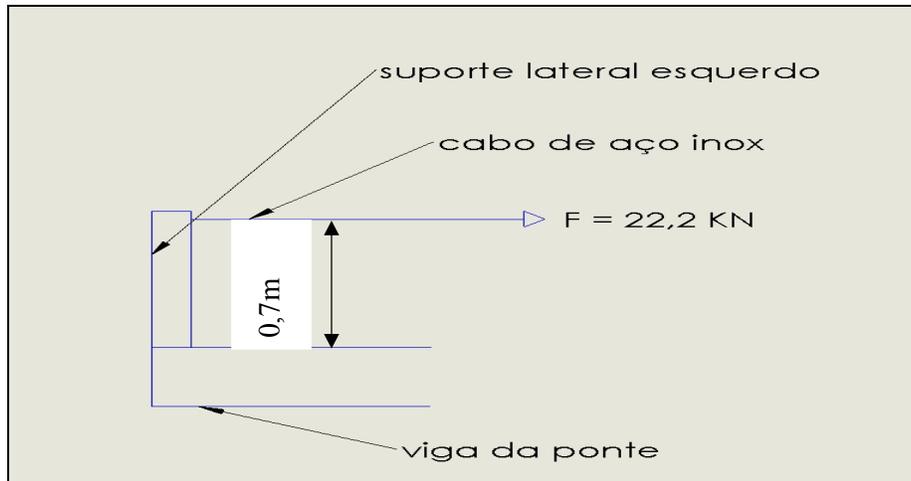


Figura 38: Força de Tração no Cabo
Fonte: O Autor, 2014.

Tem-se que calcular nesta ancoragem os seguintes requisitos

- Flexão do suporte devido ao momento sofrido
- Resistência da solda do apoio do suporte lateral
- Força exercida pelo momento na fixação a viga da ponte
- Classe, quantidade e diâmetro dos parafusos de fixação
- Diâmetro do parafuso de fixação do olhal que vai segurar o esticador do cabo
- Cálculo do momento

4.3.3 Momento

O momento envolvido é calculado diretamente da fórmula

$$M = F \cdot d \quad (11)$$

Onde, $F = 22,5 \text{ kN}$ e $d = 0,7 \text{ m}$

Logo $M = 15,75 \text{ kN.m}$

4.3.4 Fator de queda

Adota-se um comprimento de talabarte de 1m, teremos:

$$\text{Fator de queda} = \text{Altura de queda} / \text{Comprimento do talabarte} \quad (12)$$

$$\text{Fator de queda} = 1,4 / 1 = 1,4$$

A compreensão do fator de queda é muito importante, para a definição do tipo de talabarte que deve ser usado. Segue ilustrações das situações que modificam este fator e indicam o uso de absorvedor de energia ou não:

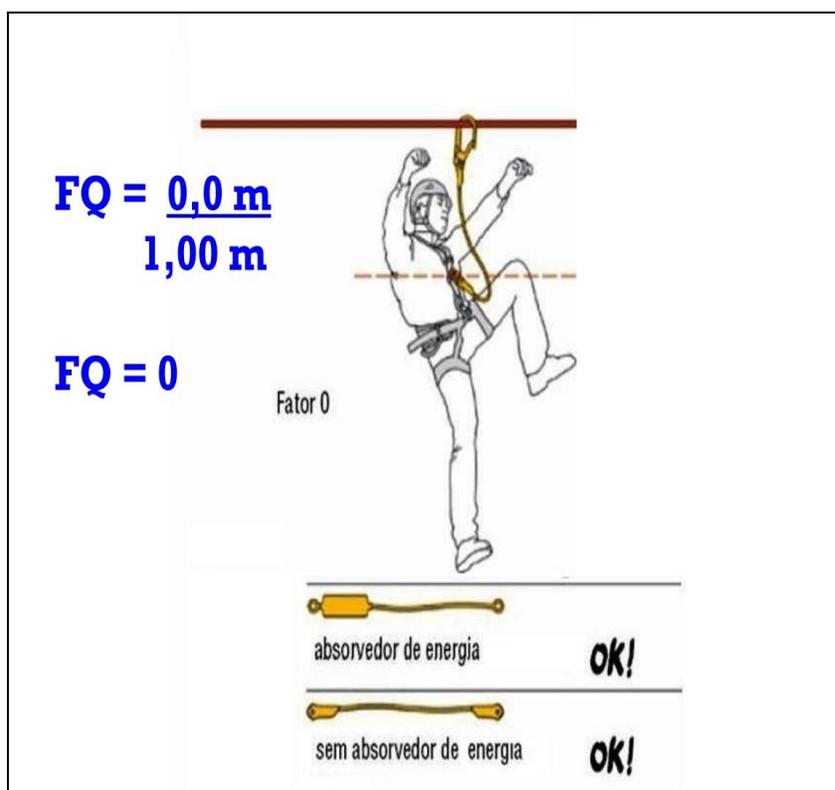


Figura 39: Fator de Queda Zero
Fonte: NR-35 comentada, Brasil 2012.

Neste caso, a altura de queda é muito pequena e o talabarte tem um metro de comprimento, tem-se então o fator de queda $FQ=0$. O absorvedor de energia não é obrigatório.

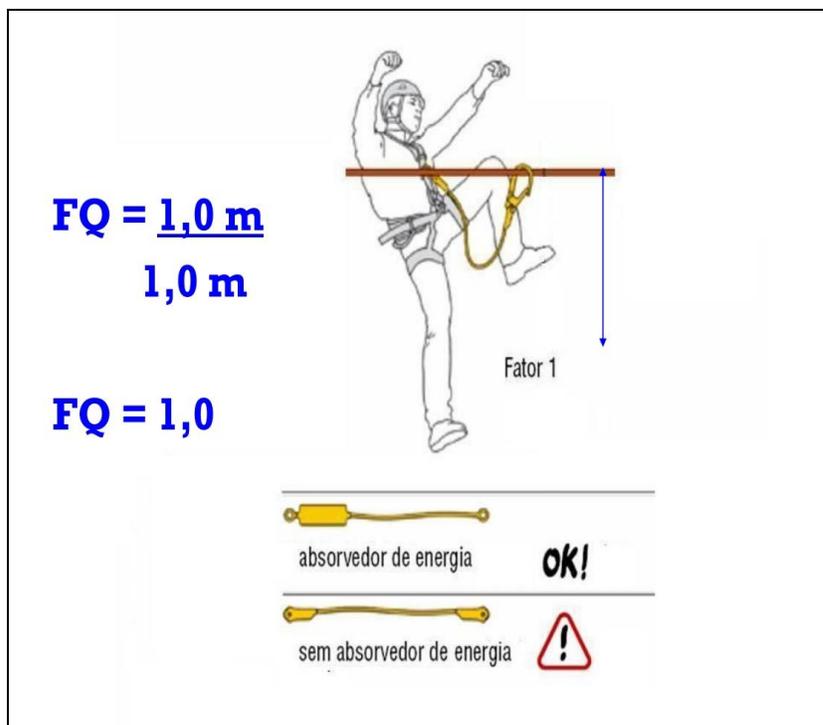


Figura 40: Fator de Queda 1
Fonte: NR-35 comentada, Brasil 2012.

Nesta situação a altura de queda é igual ao comprimento do talabarte, então o $FQ=1$. O absorvedor de energia não é obrigatório também, mas aconselha-se o seu uso para dar uma maior segurança ao usuário.

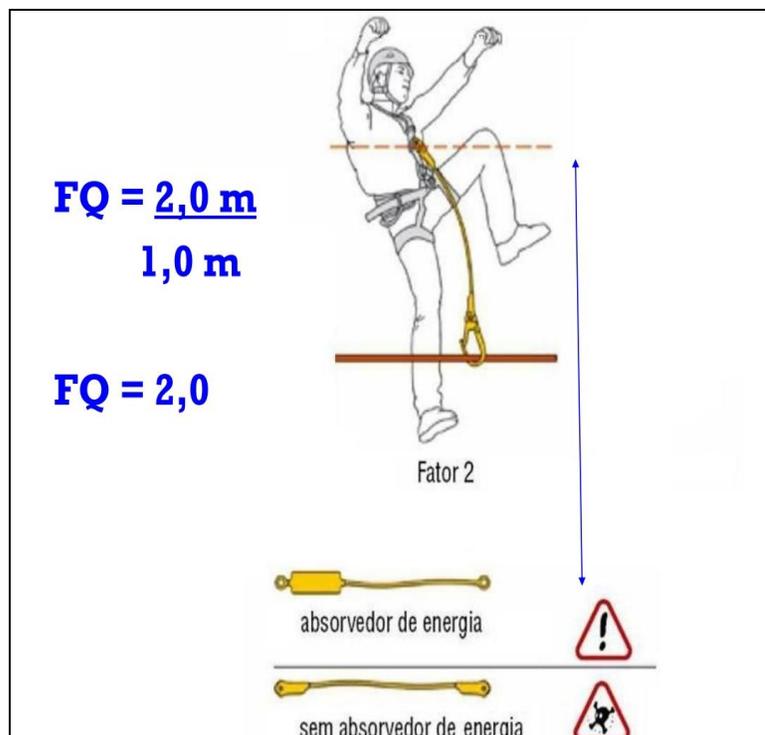


Figura 41: Fator de Queda 2
Fonte: NR-35 comentada, Brasil 2012.

E neste caso, onde a altura de queda é maior que o comprimento do talabarte, $FQ=2$, é obrigatório o absorvedor de energia.

4.3.5 Flexão no suporte devido ao momento sofrido

Para o suporte tomou-se um perfil U dobrado com as dimensões conforme o desenho abaixo, fabricado com aço estrutural ASTM A-36:

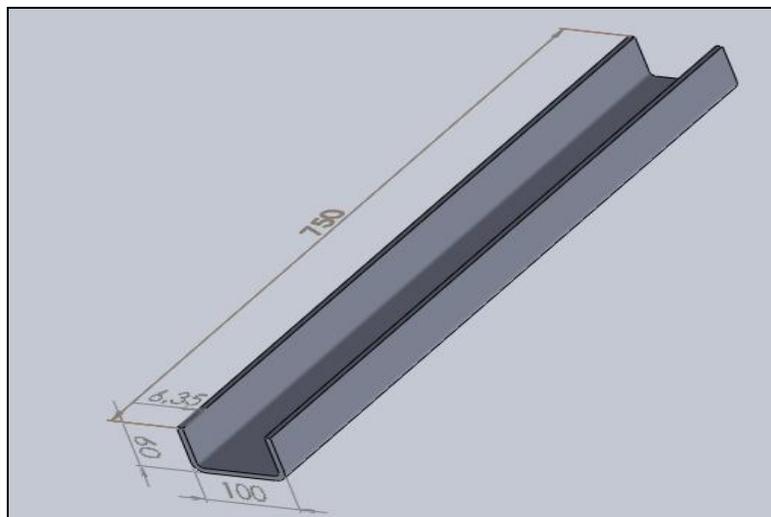


Figura 42: Perfil U 100X60X6,35mm
Fonte: O Autor, 2014.

Da resistência dos materiais tem-se a seguinte fórmula da flexão:

$$\sigma_F = M \cdot y / I, \text{ onde} \quad (13)$$

O y é a distância do centro do eixo de inércia até a superfície paralela mais externa. Que neste caso é igual a 20,6mm.

M é momento fletor e I/y é o módulo de flexão que é chamado de W , sendo assim, a equação fica:

$$\sigma_F = M/W, \text{ onde } I = \frac{b \cdot h^3 - (b-e)(h-2 \cdot e)^3}{12} \text{ para perfil U} \quad (14)$$

Logo tem-se da figura 42, $b = 60\text{mm}$; $h = 10\text{mm}$; $e = 6,35\text{mm}$ (espessura).

Pelos cálculos tem-se: $I = 2,025 \cdot 10^6 \text{mm}^4$ como $M = 15,75 \text{kN} \cdot \text{m}$

$W = 2,025(10^6 \text{mm}^4) / 20,6 \text{mm} = 98,3(10^3 \text{mm}^3)$, então

$\sigma_F = 15,75(10^6 \text{N} \cdot \text{mm}) / 98,3 \cdot 10^3 \text{mm}^3 = 160,22 \text{ N/mm}^2 = 160,22 \text{ MPa}$

Resulta-se que a tensão admissível para a linha de vida é calculada com fator de segurança igual 2, adotando-se como base a tensão de escoamento do material. Logo compara-se os resultados.

Toma-se a tensão de escoamento das tabelas de fabricantes do aço ASTM A-36 temos 250 MPa mínimo.

$$\sigma_{adm} = 250 \text{ MPa}/2 = 125 \text{ MPa} \quad (15)$$

A tensão de flexão do material tem que ser maior ou igual a tensão admissível, portanto:

$$160,22 \text{ MPa} > 125 \text{ MPa}, \text{ atende ao projeto.}$$

4.3.6 Força de tração nos parafusos de fixação a viga da ponte

Conforme mostra o desenho abaixo, a fixação pretendida é utilizar três parafusos localizados a 0,04m da borda do perfil U, equidistantes do centro e alinhados com a superfície maior.

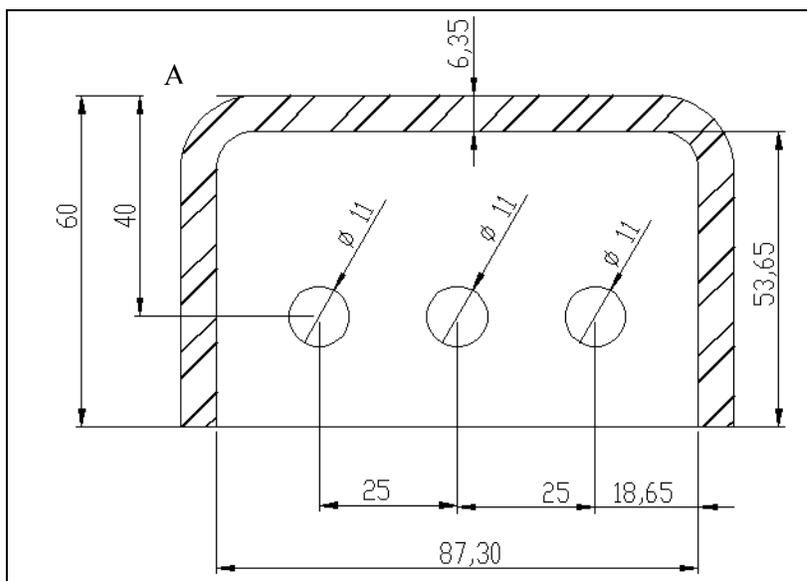


Figura 43: Desenho da Fixação na Viga da Ponte
Fonte: O Autor, 2014.

Considerando-se o somatório de momentos na linha A nulo, a equação dos momentos fica:

$$\Sigma M_A = 22,5\text{kN} \cdot 0,7\text{m} - F_{TP} \cdot 0,04\text{m}, \quad (16)$$

logo a força de tração nos parafusos tem o valor de $F_{TP} = 393,75\text{KN}$

4.3.7 Resistência da solda do apoio do suporte lateral

Para fixar o suporte à viga da ponte é preciso soldar uma chapa na viga U de maneira que se possa colocar parafusos. A figura 44 mostra como será soldada a chapa:

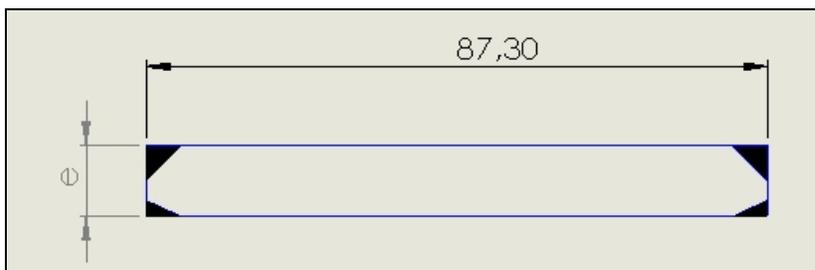


Figura 44: Desenho da Solda no Suporte Lateral
Fonte: O Autor, 2014.

Pela NBR8800:2008 item 6.2.5.1 Tabela 8, para esta solda que é do tipo penetração total plana horizontal com sendo tracionada e sofrendo esforço de cisalhamento na secção efetiva.

A força resistente de cálculo F_w é calculada pela fórmula:

$$F_w = 0,6 A_{MB} \cdot f_y / \gamma_{a1}, \text{ onde} \quad (17)$$

A_{MB} é a área do metal base (produto do comprimento da solda pela espessura e do metal menos espesso) que pelas figuras 43 e 44 temos 2 vezes 53,65mm mais a largura interna do perfil U de 87,3mm, que soma um total de 194,6mm.

f_y é a menor resistência ao escoamento entre os metais-base da junta que da tabela do fabricante de aço vale 250MPa para o ASTM A-36.

γ_{a1} é coeficiente de ponderação das resistências e conforme NBR8800: 2008 item 4.8.2.3 Tabela 3 vale 1,1.

Para que não haja colapso do suporte devido a força exercida momento, a F_w tem que ser maior que esta, ou seja, $F_w > F_{TP}$. Trocando F_w por F_{TP} na fórmula 17

encontra-se a área A_{MB} , necessária para resistir ao cisalhamento imposto pela força F_{TP} .

$$F_{TP} = 0,6 A_{MB} \cdot f_y / \gamma_{a1}, \text{ resulta que: } A_{MB} = F_{TP} \gamma_{a1} / 0,6$$

Substituindo os valores, encontra-se: $A_{MB} = 2.887,83 \text{mm}^2$.

No perfil U escolhido temos um comprimento de solda de 194,6mm, então pode-se chegar a espessura mínima da solda a ser feita.

Temos então que $2.887,83 \text{mm}^2 = 194,6 \text{mm} \cdot e$, o resultado para e fica igual a 14,84mm, logo toma-se uma espessura padronizada logo acima que é 15,87mm, que servirá como base do suporte lateral. O desenho da solda fica como segue:

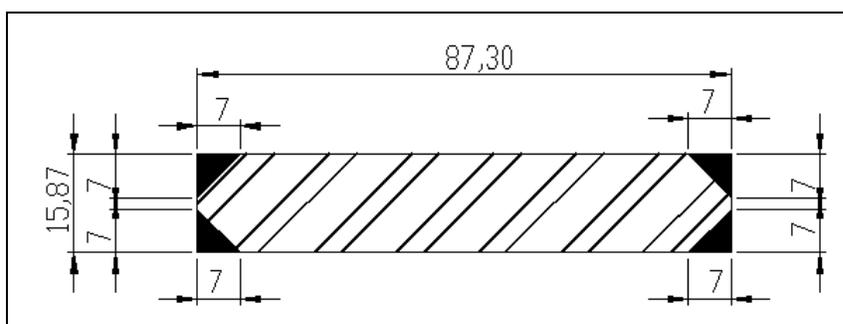


Figura 45: Solda Calculada para o Suporte Lateral
Fonte: O Autor, 2014.

4.3.8 Diâmetro dos parafusos, classe de resistência e quantidade necessária

Já está calculada a F_{TP} que vale 393,75kN, partindo-se da fórmula (1) tensão parra corpos tracionados, tem-se:

$$\sigma = P/A_0 \text{ e } A_0 = \pi d^2/4$$

Adota-se o parafuso com classe de resistência 10.9 cuja tensão admissível é 1000MPa, obtém-se então a o diâmetro resistente.

$$(\pi d^2/4) 1000 \text{Mpa} = 393,75 \text{kN} \quad d = 22,4 \text{mm}$$

Como optou-se por três parafusos, o diâmetro dos parafusos será 22,4mm/3, logo cada parafuso tem que ser no mínimo com $d=7,47\text{mm}$ de área resistente. Toma-se um diâmetro imediatamente acima que é M10 x 1,5.

4.3.9 Parafuso que fixa o olhal no suporte lateral

Apenas um parafuso vai sustentar o olhal que unirá o cabo de aço ao tensionador. A força de tração neste caso é 22,5kN especificada pela OSHAS 1926.502 (d) (15). Adota-se também a classe de resistência 10.9 para parafusos, tem-se:

$$\sigma = P/A_0 \quad e \quad A_0 = \pi d^2/4$$

$$(\pi d^2/4)1000\text{Mpa} = 22,5\text{kN} \quad d = 5,35\text{mm}$$

Considera-se ainda um fator de segurança de 2, logo $d = 10,7\text{mm}$ então o parafuso imediatamente de diâmetro superior será M12 x 1,75.

4.3.10 Diâmetro do cabo de aço

Para o cabo de aço utiliza-se uma planilha que normalmente os fabricante do cabo fornecem aos consumidores, sem custo, para facilitar e não correr nenhum risco na especificação. Para a utilização desta planilha deve-se conhecer os seguintes dados:

- Quantidade de usuários
- Vão entre as ancoragens da linha de vida
- Peso máximo do usuário
- Altura de queda

LINHAS DE VIDA																					
CABO DE AÇO AA 6x19 (CIMAF)																					
Fator de segurança 2:1	Diâm.	3/8"																			
	Alt. Queda	1,4 m																			
	P. Corpo	140 Kg																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">DADOS DO CABO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ø mm</td> <td>9,5</td> </tr> <tr> <td>Carga rup. (tf)</td> <td>5,9</td> </tr> <tr> <td>Fator</td> <td>0,395</td> </tr> <tr> <td>E - Kg/mm²</td> <td>10000</td> </tr> <tr> <td>Área met. (mm²)</td> <td>35,65</td> </tr> </tbody> </table>								DADOS DO CABO		Ø mm	9,5	Carga rup. (tf)	5,9	Fator	0,395	E - Kg/mm ²	10000	Área met. (mm ²)	35,65
DADOS DO CABO																					
Ø mm	9,5																				
Carga rup. (tf)	5,9																				
Fator	0,395																				
E - Kg/mm ²	10000																				
Área met. (mm ²)	35,65																				
C. dinâm. corpo		10275,07	Newton	=	1047,77	Kgf															
VÃO (m)																					
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25												
Deform. conform. do cabo (mm)	37,50	56,25	75,00	93,75	112,50	131,25	150,00	168,75	187,50												
Deform. Elástica (mm)	14,70	22,04	29,39	36,74	44,09	51,44	58,78	66,13	73,48												
Along. Cabo c/ carga aplic. (mm)	52,20	78,29	104,39	130,49	156,59	182,69	208,78	234,88	260,98												
Comprim. Cabo carregado (mm)	2526,10	3789,15	5052,20	6315,24	7578,29	8841,34	10104,39	11367,44	12630,49												
Flecha (mm)	362,17	543,26	724,35	905,44	1086,52	1267,61	1448,70	1629,79	1810,87												
Carga no corpo (Q)	668,23	491,27	402,79	349,70	314,30	289,02	270,06	255,32	243,52												
Tensão cabo (Kg)	2346,28	1724,93	1414,25	1227,85	1103,58	1014,81	948,24	896,46	855,04												
Tensão adm. (Kg)	2360,00	2360,00	2360,00	2360,00	2360,00	2360,00	2360,00	2360,00	2360,00												
Nº MÁX. DE PESSOAS	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0												
Altura mín. do piso (m)	4,3	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,3	5,5	5,7												
CLIPAGEM DO CABO																					
Nº mín. de clips	Espaçam. entre clips (mm)		Torque N.m																		
2	57		41																		
OBS.: CONFORME NORMA OSHA E ASSE (American Society of Safety Engineers)																					

Quadro 2: Cálculo do Cabo de Aço com Planilha de Cálculo
Fonte: Fábrica do Projeto, 2013.

Porém para ter-se certeza de que o diâmetro está correto, basta recalculer a tensão de tração para a força de 22,5kN. Para este cálculo considera-se as informações da NR-18.

Resistência a tração mínima nos fios do cabo de aço 160kgf/mm² conforme NR-18.16.2.1

Carga de ruptura dos fios do cabo de aço 5 vezes a carga máxima de trabalho, conforme NR-18.16.2.1

Como o cabo dado pela planilha do fabricante é 3/8'' de diâmetro, busca-se nas tabelas de fabricantes de cabo de aço as especificações técnicas e compara-se os resultados para ver se está atendendo os requisitos do projeto.

Do catálogo técnico de cabos de aço da Cimaf, encontra-se os valores que forem maiores 22,5kN de ruptura ou 2.291kg.

Aplica-se o fator de segurança 3 para cabos estático conforme pg. 23 deste catálogo, a escolha é do cabo 6 x 19 com alma de aço cuja carga de ruptura mínima é de 6.860kgf conforme pg. 61.

Calcula-se agora a área resistente do cabo pela fórmula da pg. 24 do catálogo.

$$A = F.d^2, \text{ onde } A \text{ é a área metálica em mm}^2 \quad (18)$$

F é o fator de multiplicação dado na tabela da pg. 25 igual a 0,395

d é o diâmetro nominal do cabo que vale 9,52mm

Faz-se os cálculos, encontra-se uma área resistente de 35,8mm².

$$\sigma = F/A = 6860\text{kgf}/35,8\text{mm}^2 = 191,62\text{kgf}/\text{mm}^2 \text{ como:}$$

191,62kgf/mm² > 160kgf/mm², o cabo escolhido atende ao projeto.

4.3.11 Lista de material para instalação da linha de vida projetada

- suporte lateral
- parafusos allen cabeça cilíndrica classe 10.9 M10 x 1,5 x 40mm
- parafusos allen cabeça cilíndrica classe 10.9 M12 x 1,75 x 25mm
- 22m de cabo de aço 6 x 19 AA diâmetro 3/8''
- clips para cabo de aço diâmetro 3/8''
- olhais para fixação com M12 x 1,75
- 1 tensionador para cabo de aço 6 x 19
- 1 absorvedor de energia
- polias
- Suportes intermediários, se necessário, quando na inspeção, a deflexão for maior que 2% do comprimento do vão

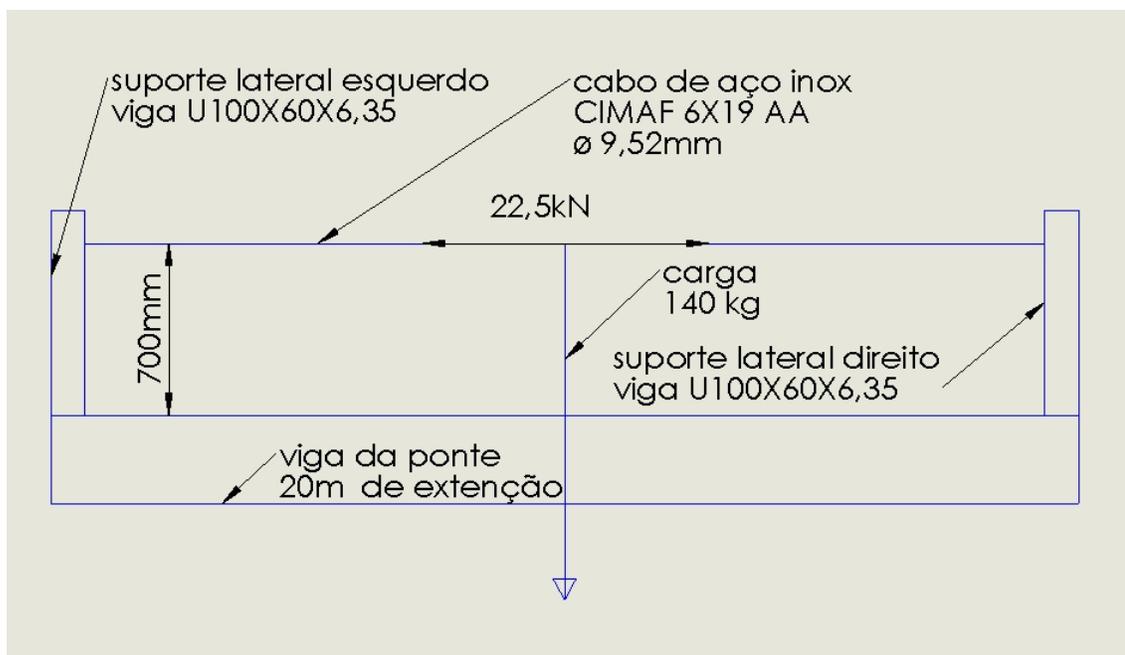


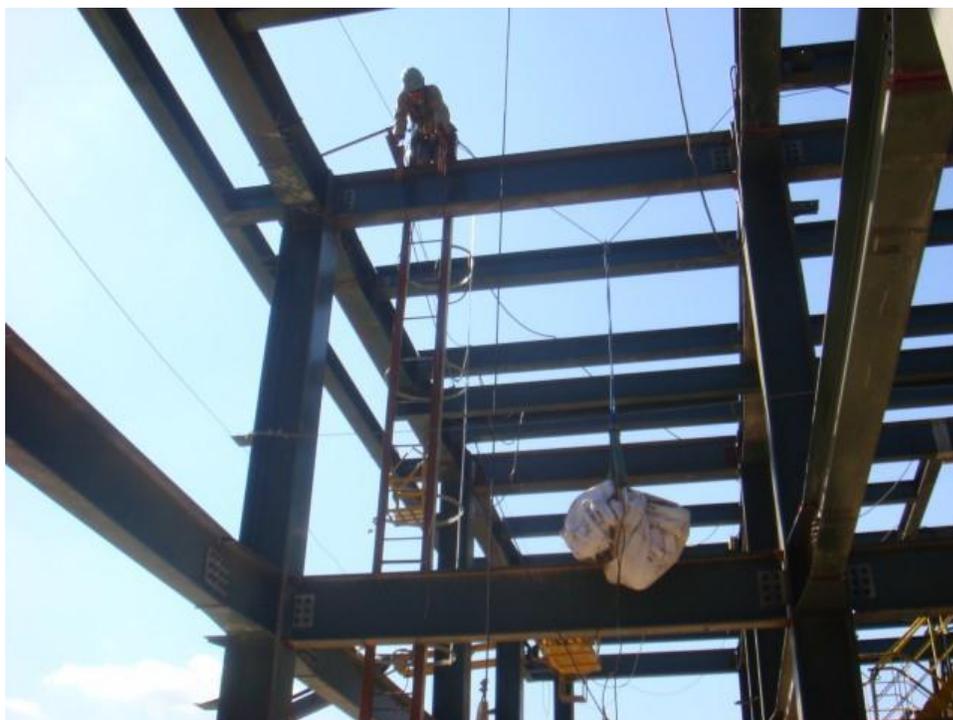
Figura 46: Montagem da Linha de Vida Horizontal Calculada
Fonte: O Autor, 2014.

4.3.12 Inspeções para uso da linha de vida

Para toda linha de vida dever-se á ter uma inspeção inicial antes do seu uso e inspeções periódicas. Na inspeção inicial deve-se observar os seguintes itens:

- Verificar se os pontos de ancoragem quanto a sua integridade, sem trincas ou deformações
- Verificar se os parafusos e porcas estão bem apertados
- Verificar se o cabo de aço não apresenta fios rompidos
- Verificar se o tensionador está corretamente apertado
- Verificar se o absorvedor de energia está corretamente instalado
- Realizar teste de esforço com carga real ou com dinamômetro
- Verificar a existência da placa de identificação com a carga máxima admissível
- Verificar a existência da Análise Preliminar de Risco (APR) aprovada conforme NR-34 (Brasil, NR-34, 2011 e 2012)

- Verificar a existência da Permissão para trabalho (PT), conforme NR-35 (Brasil, NR-35, 2012)
- Verificar a existência da Análise de risco (AR), conforme NR-35 (Brasil, NR-35, 2012)
- Verificar se a área está sinalizada e delimitada conforme NR-34.
- Verificar se os usuários envolvidos estão treinados e com os exames médicos atualizados conforme a NR-35.



Fotografia 12: Inspeção da Linha de Vida com Saco de Areia de 100kg
Fonte: Bureau Veritas, 2013.

4.3.13 Cuidados com cabo de aço

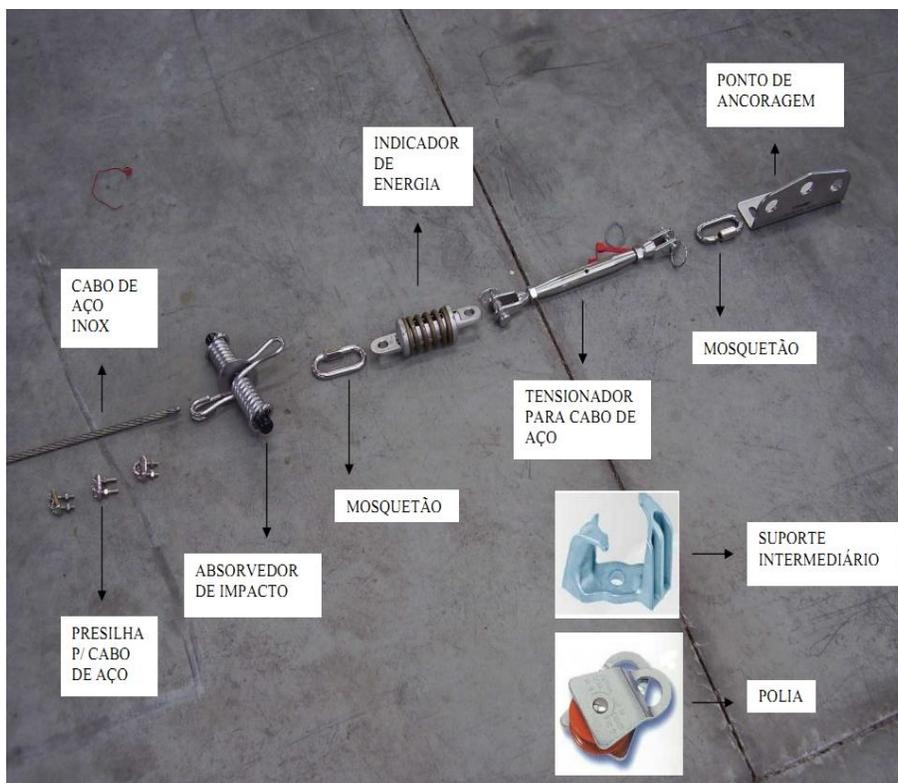
Cabos de aço de tração não podem ter emendas nem pernas quebradas que possam vir a comprometer sua segurança.

Não permita que o cabo de aço tome a forma de um pequeno laço, pois é o começo de um nó. Feito um nó a resistência do cabo é muito reduzida.

Colocação dos grampos. “Para cabos até 5/8” use no mínimo 3 grampos.

Importante: os grampos devem ser montados de maneira correta e reapertados após o início de uso do cabo de aço.

Manuseio do cabo de aço: cabo de aço deve ser enrolado e desenrolado corretamente, a fim de não ser estragado facilmente por deformações permanentes e formação de nós fechados.



Fotografia 13: Componentes de uma Linha de Vida Horizontal
Fonte: Mecalux, 2013.

4.3.14 Exames médicos e treinamento dos usuários

Todos os empregados envolvidos em atividades com risco de queda devem realizar treinamento específico contendo: técnicas de prevenção, instruções básicas de segurança, primeiros socorros e princípios de resgate.

Devem ser realizadas periodicamente atividades de divulgação e conscientização de todos os empregados sobre os riscos de queda.

O treinamento específico deve ser registrado e controlado pela seção de segurança e higiene do trabalho.

Cada seção deverá possuir lista de pessoas habilitadas a realizar atividades com riscos de queda.

Os operadores de Plataformas Elevatórias além da obrigação de serem habilitados, devem ter cursos específicos.

Realizar exames médicos para comprovar a capacidade laboral para a atividade de trabalho em altura.

Os exames devem considerar os seguintes aspectos críticos:

- sistema nervoso (visão acuidade, campo visual, visão estereoscópica);
- audição acuidade, equilíbrio e coordenação motora)
- aparelho cardiovascular (frequência e ritmo cardíacos e pressão arterial);
- anamnese clínico ocupacional visando identificar alterações do sono, psicológicas e psiquiátricas.

Esses exames devem fazer parte do Programa de Saúde Ocupacional.

4.3.15 Resgate quando houver queda

A NR-34 item 34.6.1 trata deste assunto, estabelecendo o que as empresas estão obrigadas a fazer e o que cabe ao trabalhador. No plano de emergência e resgate para trabalho em altura tem que ter no mínimo o seguinte:

- Descrição dos possíveis cenários de acidentes, de acordo com uma Análise Preliminar de risco (APR), (Brasil, NR-34, 2011 e 2012)
- Em caso de acidente, quais as medidas de salvamento e primeiros socorros a serem executadas
- Escolha e técnicas quanto a comunicação, iluminação de emergência, resgate, primeiros socorros e transporte das vítimas
- O acionamento da equipe responsável pela execução do resgate e primeiros socorros
- Treinamento periódico, no mínimo uma vez por ano.

A figura 47 mostra os equipamentos para resgate.

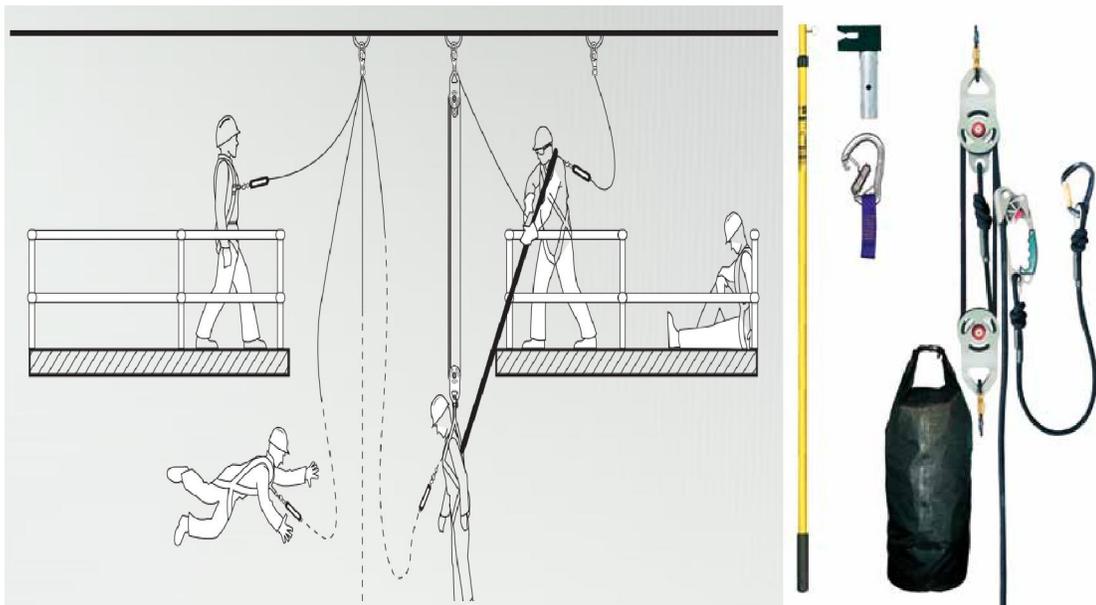


Figura 47: Equipamentos para Resgate

Fonte: MSA do Brasil Equipamentos e Instrumentos de Segurança Ltda, 2011.

Para cada situação de trabalho em altura deverá existir um plano de resgate, onde indique os recursos adequados. Segue uma lista dos possíveis recursos que podem ser utilizados numa situação de emergência.

É bom lembrar que toda a equipe tem que estar treinada conhecendo o funcionamento de cada equipamento.

- Polias equipadas com sistema de trava anti-reversão
- Sistema de ascensor para içar o acidentado
- Resgatador
- Fita com mosquetão
- Vara telescópica
- Adaptador da vara, para conectar a fita com mosquetão
- Sacola
- Tripé
- Maca



Fotografia 14: Resgate Utilizando Maca
Fonte: Bureau Veritas, 2013.

5 RECOMENDAÇÕES

O quadro a seguir mostra algumas orientações para que os profissionais envolvidos com a segurança do trabalho possam aplicar no seu ambiente de trabalho.

Objetivos	Recomendações
Determinar os cálculos necessários para a instalação de uma linha de vida	Contratar um profissional habilitado
Demonstrar que o investimento para garantir a segurança no trabalho em altura é fundamental para a empresa	Não deixar que o acidente venha a ocorrer, investir o que for necessário para garantir a integridade física do funcionário
Determinar os testes de inspeção antes da operação da instalação	Não permitir que os usuários utilizem a linha de vida sem que ela esteja liberada pelo pessoal competente
Listar os equipamentos de segurança para o trabalho em altura	Contratar um profissional de segurança do trabalho para garantir que nenhum equipamento esteja faltando ou sem condições de uso
Exemplificar acidentes que acontecem quando não se tem a linha de vida instalada	Quedas de cima de caminhões, telhados, escadas, torres e tantos outros, são comuns e não se tem que esperar o pior acontecer para que ações sejam tomadas
Recomendar planos de inspeção periódica	A equipe de manutenção deve fazer a inspeção dos pontos de ancoragem e dos cabos pelo menos a cada 6 meses
Propor treinamentos	Toda a equipe de usuários e de resgate deve passar por treinamentos pelo menos uma vez por ano

Quadro 3: Recomendações

Fonte: o Autor, 2014.

6 CONCLUSÕES

Apesar de as NR exigirem, através do Ministério do trabalho, que as empresas adotem todas as medidas para que o trabalho em altura seja cada vez mais seguro, os acidentes com óbito, por motivo de queda, são 31,8% (Gráfico 1).

A instalação de uma linha de vida é uma das medidas de segurança para baixar o número de vítimas, que normalmente é fatal. O custo de uma pequena linha de vida com esta projetada pode chegar a R\$ 5.000,00 e tem muitas empresas que não tem esta verba disponível e preferem correr o risco de serem multadas pelos órgãos fiscalizadores.

Com a sequência de cálculos feitas neste trabalho, agora é mais fácil para um profissional, que está envolvido na segurança do trabalho, poder calcular os parâmetros inerentes ao trabalho em altura, assim como, determinar todos os EPI que se usa para a execução.

Este estudo também vai ajudar a equipe de resgate a determinar tudo o que precisa conhecer de equipamentos e de treinamentos que devem ser feitos para garantir uma operação sem surpresas desagradáveis.

Os setores de RH e SESMT (NR-4), das empresas vem a se beneficiar deste projeto, ao contratar o pessoal de manutenção, principalmente para determinar as habilidades e condições de saúde para que o trabalhador seja enquadrado devidamente, com a documentação e os treinamentos necessários.

Este estudo foi voltado mais especificamente a linha de vida horizontal, mas outras linhas de vida são também instaladas e devem obedecer as mesmas normas e cuidados para que sejam muito seguras e garantam a integridade física dos seus usuários.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR-8800: Projeto de Estruturas de aço e de Estruturas Mistas de aço e de Concreto de edifícios**, 2008.

BRASIL. **Portaria nº 590**, de 02 de dezembro de 2013. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislação/rtac.htm>. Acesso em: 12 de fev. de 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-4. Serviços Especializados de Engenharia e em Medicina do Trabalho**, de 8 de junho de 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-6. Equipamento de Proteção Individual – EPI**. Portaria nº 292, de 8 de dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-11. Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**. Portaria GM nº 3214, de 8 de junho de 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-18. Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Portaria GM nº 3.214, de 8 de junho de 1978.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-34. Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval**. Portaria SIT nº 200, de 20 de janeiro de 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-35. Trabalho em Altura**. Portaria SIT nº 313, de 23 de março de 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Análises de Acidentes Fatais no Rio Grande do Sul**, pg.43, 2008. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812CB90335012_CCB6D049C6CB1/livro_SEGUR_RS_2008.pdf>. Acesso em: 09 de fev. de 2014.

BUREAU VERITAS. **NR35 – Trabalho em Altura**, 2013. Disponível em: <http://pt.slideshare.net/alfasegconceito/apr-trabalho-em-altura>. Acesso em: 06 de jan. de 2014.

Catálogo Task. **Treinamentos, Equipamentos e Serviços**. Disponível em: <http://taskbr.com/assessoria/?gclid=CPmZ_Z-DybwCFQ_I7AodXmcAxw>. Acesso em: 20 de jan. de 2014.

D-Edge Soluções em Altura. **Serviços, Treinamentos e Produtos**. Disponível em: <http://www.dedgevertical.com.br/Not%C3%ADcias.aspx?PID=19&Action=1&NewsId=77>. Acesso em: 12 de fev. de 2014.

DEMAG. **Catálogos de Pontes Rolantes online**. Disponível em: <<http://www.demagcranes.com.br/cms/site/br/page102103.html>>. Acesso em: 27 de nov. de 2013.

Equipamentos de Elevação e Transporte, pg.2, 2000. Disponível em: <<http://www.portalocupacional.com.br/iconrole/images/arquivos/894231b3f9.pdf>>. Acesso em: 11 de nov. de 2013.

Fabrica do Projeto. **Planilha de Cálculo de Cabos de Aço linhas de Vida**. Disponível em: <<http://www.fabricadoprojeto.com.br/tag/planilha-calculo-cabos-de-aco-linhas-de-vida/>>. Acesso em: 06 de jan. de 2014.

FACINTOS INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA. Catálogo de Produtos. Disponível em: <http://www.toseguro.com/produtos/antiqueda/catalogo_facintos.pdf>. Acesso em: 01 de jan. de 2014.

Honeywell Safety Products. Catálogo: **Sistemas de Linha de Vida**, 2012. Disponível em: <http://www.honeywellsafety.com/BR/Product_Catalog/Linhas_de_Vida_Permanente.aspx?gclid=CPD1xObFjLwCFUMV7Aod838ARw>. Acesso em: 20 de jan. de 2014.

Jornal Cruzeiro do Sul, 03 de março de 2013. Disponível em: <<http://www.cruzeirosul.inf.br/materia/457866/metalurgico-morre-e-outro-fica-ferido>>. Acesso em: 12 de nov. de 2013.

LIFT Ancoragem e Alpinismo Industrial. **Ancoragem Predial**. Belmont, Michelle, 2012. Disponível em: <<http://www.liftancoragem.com.br/7/cursos-e-palestras/cursos-e-palestras-nrs/itemlist/user/47-michellebelmont.html>>. Acesso em: 03 de jan. de 2014.

MANUAL DE AUXILIO NA INTERPRETAÇÃO E APLICAÇÃO DA NORMA REGULAMENTADORA nº 35 – **TRABALHO EM ALTURA**. NR-35 COMENTADA. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/GlaucoSaboia/manual-nr-35-revisado>>. Acesso em: 03 de jan. de 2014.

MECALUX Logismarket. **Linha de Vida Horizontal**. Disponível em: <<http://www.logismarket.ind.br/spanset/linha-de-vida-horizontal/1841751879-2408099230-p.html>>. Acesso em: 09 de fev. de 2014.

MAS do Brasil Equipamentos e Instrumentos de Segurança Ltda. Julho de 2012. Catálogo **Proteção contra Quedas**. Disponível em: <<http://trabalhoevida.com.br/download/msa2903.pdf>>. Acesso em: 27 de dez. de 2013.

OSHA - Occupational Safety & Health Administration. **Fall Protection 1926.502**. fall Protection Systems Criteria and Practices. Disponível em: <https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=10758>. Acesso em: 27 de dez. de 2013.

Protecta Capital Safety. Catálogo: **Proteção Contra Quedas**, 2007. Disponível em: <http://media.capitalsafety.com/CatalogAndLit/Utility/LatinAmerica/UTILITIES_PT_LA.pdf>. Acesso em: 13 de fev. de 2014.

ultra SAFE **Equipamentos e Soluções Para Trabalho em Altura, Resgate e Espaço Confinado**. Catálogo 2011. Disponível em: <http://www.ultrasafe.com.br/wa_files/catalogo_20US-port__202011.pdf>. Acesso em: 03 de jan. de 2014.

UNICAMP Universidade Estadual de Campinas. Flambagem de Barras, 2006. Disponível em: <<http://www.fec.unicamp.br/~nilson/apostilas/flambagemdebarras.pdf>>. Acesso em: 12 de fev. de 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Resistência dos Materiais – Apostila I**, 2006. Disponível em: <http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br/apostilas/engenheiro_do_petroleo/resistencia_de_materiais_i.pdf>. Acesso em: 01 de jan. de 2014.

UOL Canal de Notícias, 11 de março de 2011. Disponível em: <<http://ne10.uol.com.br/canal/cotidiano/grande-recife/noticia/2011/11/07/funcionario-da-empresa-simisa-morre-imprensado-em-ponte-no-cabo-308244.php>>. Acesso em: 12 de nov. de 2013.

VIANA, Fabiano. **Manual para Trabalho em Altura**. TST-Brinks Campinas, 2004. Disponível em: <<http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/trabalhos-altura.doc>>. Acesso em 03 de jan. de 2014.