UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – UNIJUI

MAURICIO TOMAZI SEIBEL

ELABORAÇÃO DE ROTEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS

Ijuí

2014

MAURICIO TOMAZI SEIBEL

ELABORAÇÃO DE UM ROTEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Engenheiro Civil.

Orientadora: Cristina Eliza Pozzobon

Ijuí

2014

MAURICIO TOMAZI SEIBEL

ELABORAÇÃO DE UM ROTEIRO PARA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA QUEDAS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do título de BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL e aprovado em sua forma final pelo professor orientador e pelos membros da banca examinadora.

Ijuí, 10 de dezembro de 2014

Prof. Cristina Eliza Pozzobon

Mestre em Engenharia Civil UFSC - Orientadora

Coordenadora do Curso de Engenharia Civil/UNIJUÍ

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jeancarlo Ribas (UNIJUÍ)

Mestre pela Universidade UFSM

Prof. Cristina Eliza Pozzobon

Mestre em Engenharia Civil UFSC - Orientadora

Aos meus pais Adelio e Margarete pelo carinho,
dedicação, motivação e exemplo de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me guiar e proteger em todos os momentos da minha vida;

Aos meus pais Adelio e Margarete pelo incentivo, por nunca me deixarem faltar nada nesta caminhada, pela confiança depositada em mim, e principalmente pelo carinho;

A minha irmã Emanueli pelo carinho e compreensão;

A professora Cristina Pozzobon pela orientação, amizade e por todos os anos de aprendizado durante a graduação.

A todos os demais professores, que nestes cinco anos dividiram seus conhecimentos conosco e não mediram esforços para ensinar.

Aos amigos que sempre estiveram comigo nesta etapa da minha vida, pela compreensão e companheirismo, pelos momentos de diversão, pelas noites em claro estudando, e por sempre estarem ao meu lado, por tudo isso vocês fazem parte desta conquista também, obrigado.

Obrigado a todos que de alguma forma contribuíram para conclusão desta etapa, mesmo não estando mencionados.

A persistência é o caminho do êxito.

Charles Chaplin

-

RESUMO

SEIBEL, M. T. **Elaboração de um roteiro para implantação de sistema de proteção contra quedas**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2014.

A construção civil vem se consolidando como a principal empregadora de mão de obra no setor econômico brasileiro. Este desenvolvimento vem acompanhado pelo aumento do número de acidentes de trabalho e de mortes de operários, principalmente por soterramento, queda ou choque elétrico. Em grande parte dos casos, também devido à falta de cultura, de exigência e de consciência profissional, além da despreocupação com o trabalhador. Sendo assim é preciso investir cada vez mais no treinamento da mão de obra, bem como nos investimentos relacionados aos equipamentos de segurança, para que muitos dos acidentes de trabalho pudessem ser prevenidos mediante o uso destes equipamentos, além da capacitação de todos os profissionais envolvidos na obra desde o engenheiro até o pedreiro. Este trabalho busca desenvolver uma sequência de procedimentos para a implementação do sistema de proteção contra quedas, atendendo as especificações exigidas pela NR-18, NR-35 e demais normas brasileiras sobre o assunto, a fim de evitar que ocorram acidentes. Apresenta os resultados de um questionário, o qual foi aplicado a empresas do setor da construção civil de Ijuí/RS com intuito de diagnosticar as condições de utilização do sistema de linha de vida. Também será exposto o processo de dimensionamento em um roteiro a ser seguido para a elaboração do projeto do sistema de proteção contra queda. O presente trabalho evidencia que o projeto do sistema de captura de queda com o uso de vida horizontal deve ser feito de forma criteriosa, englobando os diversos aspectos envolvidos num evento de queda.

Palavras-chave: Linha de vida; Construção Civil; Roteiro de cálculo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Acidentes de trabalho registrados em 2011, dados percentuais por Macrorregião 27
Figura 2 - Componentes do Sistema de Linha de Vida Horizontal 32
Figura 3 - Trabalho em beiral 33
Figura 4 - Trabalho em altura 34
Figura 5 - Esticador de cabo de aço 34
Figura 6 - Indicador de pressão 35
Figura 7 - Absorvedor de energia 35
Figura 8 - Suporte intermediário 35
Figura 9 - Kit de curva 36
Figura 10 - Cabo de aço 36
Figura 11 - Pilar metálico 37
Figura 12 - Trole TR-5 37
Figura 13 - Trole TR-6 38
Figura 14 - Trole TR-7 38
Figura 15 - Antes da queda 39
Figura 16 - Depois da queda 40
Figura 17 – Olhal para ancoragem 41
Figura 18 - Aplicação de linha de vida vertical 42
Figura 19 - Travaqueda deslizante em corda 43
Figura 20 - Exemplo da sequência de eventos num teste de queda 49
Figura 21 - Ilustração de fatores de queda 51
Figura 22 - Relação entre o módulo de corda “k” e o fator de queda “f” 53
Figura 23 - Fator de conversão de “c” em função da distância de queda 57
Figura 24 - Representação da distância desobstruída mínima abaixo da ancoragem 59
Figura 25 - Sistema de cabo com aplicação de carga concentrada 61
Figura 26 - Sistema de cabo aplicação de com carga distribuída e com a forma de catenária 61
Figura 27 - Sistema de cabo aplicação de com carga distribuída e forma parabólica 62

Figura 28 - Linha de vida horizontal sujeita a carga concentrada aplicada no meio do vão 63
Figura 29 - Representação das forças geradas na linha de vida 64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ocorrência de acidentes do trabalho no Brasil 25
Tabela 2 - Ocorrências de acidentes do trabalho no estado do Rio Grande do Sul 26
Tabela 3 - Distribuição dos óbitos por acidente do trabalho, segundo grupos da CBO (versão 1994), analisados pela SEGUR/RS, agosto de 2001 a dezembro de 2007 28
Tabela 4 - Distribuição dos óbitos por acidente do trabalho segundo o tempo de serviço dos trabalhadores, analisados pela SEGUR/RS, agosto de 2001 a dezembro de 2007 29
Tabela 5 - Questionário aplicado em obras 46
Tabela 6 - Fator de redução da força máxima de captura em função do trava-queda 54
Tabela 7 - Fator de redução da força máxima de captura pelo cinto de segurança 55
Tabela 8 - Fator de redução “s” pelo absorvedor de energia 56
Tabela 9 - Cabo de aço classe 6x19 – alma de aço 71

LISTA DE SIGLAS

AEPS	Anuário Estatístico da Previdência Social
CAT	Comunicação de Acidentes do Trabalho
CBO	Cadastro Brasileiro de Ocupação
DIEESE	Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio econômicos
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EPP	Equipamento de Proteção Pessoal
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
LVH	Linha de Vida Horizontal
LVV	Linha de Vida Vertical
MPS	Ministério da Previdência Social
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OSHA	Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho
RTP	Recomendações Técnicas de Procedimentos
SEGUR	Superintendência Regional do Trabalho e Emprego do Rio Grande do Sul
SFIT	Sistema Federal de Inspeção do Trabalho
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
UNIJUÍ	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 14

2 REVISÃO DA LITERATURA 15

2.1 Definições de segurança do trabalho 15

2.2 Acidentes do trabalho 16

2.2.1 Definição e considerações sobre acidente do trabalho 16

2.2.2 Dados sobre acidentes do trabalho e medidas de precaução a serem adotadas. 20

2.3 Legislação brasileira vigente 30

2.4 Aplicação do sistema de proteção contra quedas tipo linha de vida 31

2.4.1 Sistema de Linha de Vida Horizontal (LVH) 31

2.4.2 Sistema de Linha de Vida Vertical (LVV) 41

3 MÉTODO DE PESQUISA 44

3.1 Classificação da pesquisa 44

3.2 Planejamento da pesquisa 44

4 RESULTADOS 46

4.1 Do questionário aplicado 46

4.2 Parâmetros envolvidos no dimensionamento do sistema de captura de queda com o uso de linha de vida horizontal (LVH) 48

4.2.1 Determinação da força máxima de impacto no trabalhador 48

4.2.2 Determinação da distância desobstruída mínima 59

4.2.3 Determinação da força de tração na linha de vida e reação nos apoios 60

4.2.4 Fatores de segurança para o cabo de aço 67

4.3 Roteiro para a elaboração do projeto do sistema de proteção contra queda (LVH) 68

4.3.1 Força máxima de captura de queda 68

4.3.2 Calculo da força máxima de captura: 69

4.3.3 Dimensionamento do cabo de aço 70

4.3.4 Cálculo da distância mínima desobstruída 71

5 CONCLUSÃO 73

REFERÊNCIAS 75

1 INTRODUÇÃO

Constata se um aumento acentuado da construção civil em todo o país, sendo um dos setores da economia que mais cresce no Brasil. O crescimento deste setor ocorre não somente por causa de investimentos privados, mas também públicos devido a investimentos em infraestrutura, para sediar eventos como a Copa do Mundo e Jogos Olímpicos, além do aumento de crédito governamental que destina recursos para diversos programas. Desta forma, a construção civil vem se consolidando como a principal empregadora de mão de obra no setor econômico brasileiro. Este desenvolvimento vem acompanhado pelo aumento do número de acidentes de trabalho e de mortes de operários, principalmente por soterramento, queda ou choque elétrico. Em grande parte dos casos, também devido à falta de cultura, de exigência e de consciência profissional, além da despreocupação com o trabalhador; sendo preciso investir cada vez mais no treinamento da mão de obra, bem como nos equipamentos de segurança. Muitos dos acidentes de trabalho poderiam ser prevenidos mediante o uso destes equipamentos, além da capacitação de todos os profissionais envolvidos na obra desde o engenheiro até o pedreiro.

Uma das causas mais comuns de acidentes são as quedas de nível, sendo que os sistemas aplicados, atualmente, nem sempre atendem as normas técnicas, com projetos que não contemplem diversas variáveis envolvidas no processo, o que ocorre, em parte, pela ausência de uma legislação brasileira mais específica da parte de projeto sobre o sistema e pela própria complexidade do mesmo.

Neste contexto, este trabalho buscou desenvolver uma sequência de procedimentos para a implementação do sistema de proteção contra quedas, atendendo as especificações exigidas pela NR-18 e NR-35 e demais normas brasileiras sobre o assunto, a fim de evitar que ocorram acidentes. Apresenta-se, também os resultados de um questionário, o qual foi aplicado à empresas do setor da construção civil de Ijuí/RS com intuito de diagnosticar as condições de utilização do sistema de linha de vida. Fica exposto o processo de dimensionamento em um roteiro a ser seguido para a elaboração do projeto do sistema de proteção contra queda.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Definições de segurança do trabalho

Existem várias definições sobre segurança do trabalho, sendo que todos visam os mesmos objetivos, são elas.

Segurança do trabalho pode ser entendida como os conjuntos de medidas e ações administrativas, legais, técnicas, médicas, educacionais e psicológicas, adotadas no local de trabalho, visando diminuir os acidentes e doenças ocupacionais e assim proteger a integridade do trabalhador no ambiente de trabalho.

De acordo com Priori (2002 apud JÚNIOR, 2002, p.18): "segurança no trabalho se consegue com simplicidade, baixo custo, trabalho de equipe e participação". Todos estes elementos juntos resultam em produtividade para a empresa e satisfação para os operários. Tal artigo adverte do quão é simples implantar segurança desde que se tenha vontade e atitude.

Já Chiavenato (1999 apud MONTEIRO, 2005, p.4), define segurança do trabalho como o conjunto de medidas técnicas, educacional, médica e psicológica utilizadas para prevenir acidentes, eliminando as condições inseguras do ambiente, e também instruindo ou convencendo as pessoas sobre a implantação de práticas preventivas.

Para Grohmann (1997), a segurança no trabalho é uma função empresarial que, cada vez mais, torna-se uma exigência conjuntural. As empresas devem procurar minimizar os riscos a que estão expostos seus funcionários, pois, apesar de todo avanço tecnológico, qualquer atividade envolve certo grau de insegurança.

Um dos ramos da economia brasileira que mais cresce, e possui capacidade de elevar a taxa de crescimento do produto, do emprego e da renda é a construção civil. Dada a sua capacidade de absorção de grande contingente de mão de obra com pouca ou sem nenhuma formação podendo ajudar a reduzir as taxas de desemprego em momentos de crises econômicas. Para isso, deve haver incentivos e programas governamentais que elevem a demanda por sua produção, seja demanda criada pelo poder público ou pelo setor privado. Além disso, o aumento

na produção da construção civil aumenta significativamente a demanda pelos mais variados bens e serviços utilizados neste setor (CASTRO).

Em vista disto, Bebarba (2012) considera que a indústria da construção civil sendo um dos ramos de atividade de maior importância econômica para o país. Com obras visando à copa do mundo e jogos olímpicos, aliado ao aumento de crédito governamental, traz ao setor grande demanda por seus serviços, aumentando o número de obras e fazendo com que este setor alavanque nos últimos anos.

2.2 Acidentes do trabalho

2.2.1 Definição e considerações sobre acidente do trabalho

Existem diversas definições sobre acidente do trabalho, pode se notar que seu conceito é amplo, e ampara o trabalhador de uma forma muito completa. Apresenta se abaixo a proteção que a lei oferece ao trabalhador. O amparando nas mais variadas situações. E deixando o empregador com muita responsabilidade nas mãos.

Conforme dispõe o art. 19 da Lei nº 8.213/91:

> Acidente de trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

De acordo com o Mistério da Previdência Social se considera acidente do trabalho como sendo:

> Doença profissional e a doença do trabalho. Equiparam-se também ao acidente do trabalho: o acidente ligado ao trabalho que, embora não tenha sido a causa única, haja contribuído diretamente para a ocorrência da lesão; certos acidentes sofridos pelo segurado no local e no horário de trabalho; a doença proveniente de contaminação acidental do empregado no exercício de sua atividade; e o acidente sofrido a serviço da empresa ou no trajeto entre a residência e o local de trabalho do segurado e vice-versa (MISTÉRIO DA PREVIDÊNCIA SOCIAL).

Os principais conceitos são apresentados a seguir:

Acidentes com CAT registrada – corresponde ao número de acidentes cuja Comunicação de Acidentes do Trabalho – CAT foi cadastrada no INSS. Não são contabilizados o reinício de tratamento ou afastamento por agravamento de lesão de acidente do trabalho ou doença do trabalho, já comunicados anteriormente ao INSS;

Acidentes sem CAT registrada – corresponde ao número de acidentes cuja Comunicação de Acidentes do Trabalho – CAT não foi cadastrada no INSS. O acidente é identificado por meio de um dos possíveis nexos: Nexo Técnico Profissional/Trabalho, Nexo Técnico Epidemiológico Previdenciário – NTEP ou Nexo Técnico por Doença Equiparada a Acidente do Trabalho. Esta identificação é feita pela nova forma de concessão de benefícios acidentários;

Acidentes típicos – são os acidentes decorrentes da característica da atividade profissional desempenhada pelo acidentado;

Acidentes de trajeto – são os acidentes ocorridos no trajeto entre a residência e o local de trabalho do segurado e vice-versa;

Acidentes devidos à doença do trabalho – são os acidentes ocasionados por qualquer tipo de doença profissional peculiar a determinado ramo de atividade constante na tabela da Previdência Social;

Acidentes liquidados – corresponde ao número de acidentes cujos processos foram encerrados administrativamente pelo INSS, depois de completado o tratamento e indenizadas as sequelas;

Assistência médica – corresponde aos segurados que receberam apenas atendimentos médicos para sua recuperação para o exercício da atividade laborativa;

Incapacidade temporária – compreende os segurados que ficaram temporariamente incapacitados para o exercício de sua atividade laborativa em função de acidente ou doenças do trabalho. Durante os primeiros 15 dias consecutivos ao do afastamento da atividade, caberá à empresa pagar ao segurado empregado o seu salário integral. Após este período, o segurado deverá ser encaminhado à perícia médica da Previdência Social para requerimento do auxílio-

doença acidentário – espécie 91. No caso de trabalhador avulso e segurado especial, o auxílio-doença acidentário é pago a partir da data do acidente.

Incapacidade permanente – refere-se aos segurados que ficaram permanentemente incapacitados para o exercício laboral. A incapacidade permanente pode ser de dois tipos: parcial e total. Entende-se por incapacidade permanente parcial o fato do acidentado em exercício laboral, após o devido tratamento psicofísico-social, apresentar seqüela definitiva que implique em redução da capacidade. Esta informação é captada a partir da concessão do benefício auxílio-acidente por acidente do trabalho, espécie 94. O outro tipo ocorre quando o acidentado em exercício laboral apresentar incapacidade permanente e total para o exercício de qualquer atividade laborativa. Esta informação é captada a partir da concessão do benefício aposentadoria por invalidez por acidente do trabalho, espécie 92;

Óbitos – corresponde a quantidade de segurados que faleceram em função do acidente do trabalho;

Segundo Baxendale e Jones (2000, p. 33), um acidente pode ser definido como um evento não planejado que resulta em acidentes ou doenças, danos ou perdas de bens, equipamentos, materiais ou do meio ambiente.

O acidente geralmente acontece pela falta de segurança nos ambientes produtivos, pois aparentemente alguns gerentes ainda consideram o investimento em segurança um gasto desnecessário, pois não avaliam os custos reais envolvidos com acidentes de trabalho.

Segundo Gonçalves (2003, p. 973), é importante destacar que o acidente de trabalho "pode ser estudado a partir de dois conceitos básicos: o Legal e o Prevencionista". Sob a ótica legal, o acidente do trabalho é classificado como:

> O que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho (GONÇALVES, 2003).

Acidente do trabalho, conforme o Ministério do Trabalho e Emprego (2008, apud ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO) é todo o acontecimento inesperado e

imprevisto, incluindo os atos de violência, proveniente do trabalho ou com ele relacionado, do qual resulta uma lesão corporal, uma doença ou a morte, de um ou vários trabalhadores. Ainda, de acordo a OIT, para fins de avaliação, uma lesão profissional mortal é uma lesão corporal, doença ou morte gerada por acidente do trabalho que determinou a morte da vítima até um ano após o dia em que o mesmo ocorreu.

No Brasil, acidente do trabalho pode ser determinado segundo o Protocolo de Notificação de Acidentes do Trabalho Fatais, Graves e em Crianças e Adolescentes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006), como:

> O evento ocorrido no exercício da atividade laboral, independentemente da situação empregatícia e previdenciária do acidentado, e que acarreta dano à saúde, potencial ou imediato, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que causa, direta ou indiretamente, a morte, ou a perda, ou a redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho. Inclui o ocorrido em situação em que o trabalhador esteja representando os interesses da empresa ou agindo em defesa de seu patrimônio; assim como o ocorrido no trajeto da residência para o trabalho ou vice-versa (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

O mesmo documento ainda define o acidente do trabalho fatal e o grave, que são considerados casos de notificação compulsória:

- ✓ *Acidente do trabalho fatal* é aquele que leva a óbito imediatamente após sua ocorrência ou que venha a ocorrer posteriormente, a qualquer momento, em ambiente hospitalar ou não, desde que a causa básica, intermediária ou imediata da morte seja decorrente do acidente.
- ✓ *Acidente do trabalho mutilante* (grave) é aquele que acarreta mutilação, física ou funcional, e o que leva à lesão cuja natureza implique comprometimento extremamente sério, preocupante e que pode ter consequências nefastas ou fatais.

Cabe ressaltar ainda de acordo com Ministério do Trabalho e Emprego (2008):

> Que pese a definição de acidente do trabalho grave estar consubstanciada na ocorrência de lesão física ou perturbação funcional, organizações internacionais e instituições não hesitam em estimular a notificação e a investigação de acidentes do trabalho sem vítimas, também considerados graves, em decorrência de seu potencial, indicando ocorrência perigosa. Como exemplos dessas situações, elencamos: explosão ou colapso de recipientes sob pressão; curto-circuito ou sobrecarga elétrica que cause fogo ou

> explosão; falha de tiro em pedreiras; projeção de material para além dos limites previstos em detonações ou demolições; falha de equipamentos que emitam radiações; colapso de andaime; liberação de líquidos ou vapores sob pressão; ato de sabotagem; liberação acidental de agente biológico que possa causar doença grave; acidentes envolvendo crianças ou adolescentes, dentre outros (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2008).

2.2.2 Dados sobre acidentes do trabalho e medidas de precaução a serem adotadas

Dados do DIEESE, em 2010 aponta que o número de novos empregos formais gerados na construção civil cresceu 43,5% em relação ao ano anterior, foram criados 254.178 novos empregos formais no setor, representando quase 12% da geração total de postos de trabalho no Brasil (2,137 milhões). Entretanto, os trabalhadores ainda são submetidos, muitas vezes, a condições muito precárias, sendo o setor responsável por elevado número de acidentes de trabalho devido ao aumento do ritmo de atividade na construção civil.

No período de 2010 a 2011 houve um crescimento de 4,7% no número de registros de acidentes fatais relacionados ao ambiente de trabalho. Está informação fora divulgada através do Ministério da Previdência Social, por meio de seu Anuário Estatístico, publicado no dia 24 de outubro. Conforme AEPS, no último ano 2.884 trabalhadores perderam suas vidas durante o exercício de suas atividades profissionais, enquanto que em 2010 foram notificadas 2.753 mortes no trabalho (PROTEÇÃO, 2013).

O relatório do MPS também infere um leve crescimento no número de acidentes de trabalho. Em 2011 foram registrados 711.164 acidentes laborais, enquanto que em 2010 foram contabilizados 709.474 registros no ambiente de trabalho, o que representa uma elevação de 0,2% no percentual de acidentes de trabalho.

> Os acidentes de trajeto foram responsáveis por grande parte deste crescimento da acidentalidade no trabalho, tendo respondido por 14% dos acidentes notificados no último ano. Os agravos ocorridos durante o deslocamento dos trabalhadores, que pode ser tanto de casa para o serviço, quanto do local de refeição para o trabalho, e vice-versa, independentemente do meio de locomoção, apresentaram um aumento de 5,1% em comparação às ocorrências registradas em 2010 (foram 100.230 acidentes de trajeto em 2011 contra 95.321 em 2010), que, por sua vez, tiveram um crescimento semelhante em relação a 2009 (90.180), quando houve um acréscimo de 5,7%. O número de registros de doenças do trabalho também apresentou significativa redução de 2010 para 2011. O percentual de adoecimento ocupacional diminuiu 12,1% entre os dois últimos anos, passando de 17.177 para 15.083. Já as ocorrências típicas tiveram uma elevação de 1,4% (de 417.295 registros em 2010, passou para 423.167 no último ano) (PROTEÇÃO, 2013).

Segundo Santana (2011 apud, SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.32) as quedas de altura são a segunda causa de mortes fatais na Indústria da Construção e, portanto, receber atenção especial para que possam ser prevenidas. No Brasil, não se dispõe de dados específicos para a Indústria da Construção (Declaração de Óbito não se registra o ramo da atividade econômica). Cabe destacar, que as quedas ocupam o segundo lugar dentre as causas imediatas de morte por acidente do trabalho em todos os ramos, entre homens (17,6%) e mulheres (7,6%). Entre as causas de óbitos por acidente do trabalho devida a quedas ocorridas em todos os trabalhadores, cerca de 35,5% foram decorrentes de quedas de lajes de edificações, e 25% de andaimes, entre os casos do sexo masculino. Utilizando estes percentuais aplicados ao número de óbitos na indústria da construção, em 2009 (n=395), pode se estimar que, desses seriam 70 óbitos por quedas provenientes de acidentes do trabalho.

Segurança e Saúde na Indústria da Construção no Brasil (2013) ressalta que:

> Além das ações específicas na prevenção de acidentes, os organismos internacionais recomendam desenvolver, implementar e aplicar Programas de Prevenção de Quedas segundo requerimentos da OSHA. Esses programas devem abordar, além dos aspectos gerais já mencionados, a identificação de todos os fatores/situações de riscos de queda, e realizar uma análise de risco para cada tarefa a ser executada fornecendo treinamento para o reconhecimento e prevenção de situações de insegurança, o uso adequado de equipamentos de proteção contra a queda, e a realização de inspeções programadas e não programadas de segurança do sítio de trabalho. Devem se considerar as condições ambientais, diferenças de linguagens, métodos e equipamentos alternativos para desenvolver as tarefas desenhadas, o estabelecimento de programas médicos e de resgate, como o incentivo aos trabalhadores a participarem ativamente na segurança do trabalho (SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.33).

As recomendações de prevenção para quedas podem ser resumidas como:

2.2.2.1 Medidas de controle relativas a elementos e operações da construção

São utilizadas para evitar quedas e limitar os seus efeitos. Podem ser coletivas (medidas primárias) ou pessoais (secundárias), mas as coletivas devem ter preferência e devem ser complementares. As medidas devem ser planejadas de acordo com as necessidades, e requer a inclusão de vistorias para checar o status de conformidade com as normas vigentes (SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.33).

2.2.2.2 Medidas de controle relativas ao trabalho

Contém regulamentações específicas de cada país sobre o uso de Equipamento de Proteção Pessoal (EPP ou EPI). Os equipamentos devem ser usados quando houver riscos e perigos que não podem ser evitados por medidas de precaução coletiva, mantidos em condições de acessibilidade e controle de uso pelos empregados, com avisos sobre os principais riscos, as áreas mais perigosas, e onde o equipamento é de uso permanente, etc.

Deve haver treinamento adequado aos trabalhadores quanto ao uso adequado de equipamentos de proteção contra quedas, compreendendo as normas de proteção federais e locais, os papéis e responsabilidades dos empregados nesses regulamentos, os programas existentes nas empresas, e os procedimentos de emergência pós-queda. Deve ser documentado o treinamento do trabalhador, sendo os registros mantidos e colocados à disposição quando solicitados pelos inspetores do Ministério do Trabalho. O treinamento contínuo e atualizado é chave para manter um elevado grau de consciência de segurança entre os funcionários. Devem ser adotadas medidas que visam à vigilância dos aspectos que envolvem aspectos de saúde como os que envolvem consumo de álcool e drogas entre (SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.33).

2.2.2.3 Medidas de controle relativas aos equipamentos de SST

De acordo com Spagenberger (2003, apud SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.33) se deve assegurar que todo o equipamento de SST esteja em boas condições e seja checado periodicamente.

Eashw (2010, apud SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.33) indica que é recomendável planejamento adequado do processo de construção visando à minimização do risco de quedas. Durante o planejamento da atividade em altura, é necessário considerar qual tipo de trabalho será executado, e desenvolver uma abordagem sensível e específica com base nas precauções mais adequadas. Existe uma hierarquia de medidas de controle sobre o modo de desenvolver com segurança o trabalho em altura tendo de ser adotado de modo sistemático. Deve estar disponível no local um plano de emergência,

conjuntamente com procedimentos e equipamentos para o resgate para cada fator de risco de queda.

O Plano de Proteção contra as Quedas deve definir e atribuir responsabilidades de inspeção, manutenção, substituição de equipamentos, elaboração de relatórios de incidentes/acidentes, e a realização de investigação de todos os acidentes CSA (2010, apud SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.34).

Deve-se garantir acesso seguro a todas as áreas do ambiente de trabalho, com a armazenagem adequada de materiais, instalação segura de equipamentos, que devem ser regularmente inspecionados e operados por profissionais treinados e experientes. Recomenda- se levar em consideração as condições e alterações meteorológicas, que podem aumentar significativamente o risco de acidentes com quedas OIT (2001, apud SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.34).

> É preciso observar a prevenção para evitar a queda de ferramentas e materiais, especialmente quando a altura da estrutura, ou a sua inclinação, sejam maiores às fixadas pela legislação nacional. Os perigos e locais de maior risco para acidentes por esmagamento devem ser adequadamente informados. Trabalhadores que atuam em áreas perigosas devem receber treinamento específico, supervisão e normas de procedimentos. Operadores devem manter certificados de operação das máquinas e equipamentos válidos, atendendo aos requisitos de certificação, incluindo competência para a operação. Recomenda-se colocar rótulos de advertência nos equipamentos para a identificação clara das áreas de maior risco de AT. Comandos devem ser identificados para lembrar aos operadores suas funções evitando erros no acionamento, com a instalação ou planejamento de salvaguardas destinadas a evitar os movimentos involuntários ou acidentais de partes do equipamento (SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.34).

Para Chi (2005, apud SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.34) em amplo estudo realizado em Taiwan sobre fatores de risco, verificou-se que, para as quedas, colaboram dentre os fatores individuais, distrações, treinamento insuficiente, e uso impróprio de EPI. Ao nível da tarefa destacaram-se a sobrecarga e falta de controle, práticas de trabalho inseguras, e a remoção de dispositivos de segurança. No ambiente de trabalho fora constatado a falta de cobertura de aberturas no piso, escadas e ferramentas inseguras, andaimes fora das especificações, acessos a espaços não autorizados, contato com objetos em queda, e substâncias tóxicas.

Para quedas envolvendo andaimes, Whitaker (2003, SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.34) identificaram que os principais riscos foram componentes defeituosos, modificações não autorizadas das estruturas, falta de barreiras, amarras, sobrecarga, problemas na estrutura de sustentação, e instalações impróprias.

> Outro estudo identifica quatro fatores de liderança que afetam significativamente a cultura de segurança: Informações de segurança fornecidas por gerentes operacionais; priorização da segurança por parte dos empregadores; coordenação de segurança e elaboração de normas por profissionais de segurança. Destes fatores, o primeiro foi o que mais teve impacto na cultura de segurança Wu (2010, SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO BRASIL, 2013, p.34).

Debarba (2012) aponta estudo recente sobre acidentes de trabalho ocorridos no Rio Grande do Sul entre os anos de 2001 e 2007 que revelou a causa mais frequente de óbitos como sendo causada por quedas de altura, correspondendo a 31,8 % dos acidentes fatais (SEGUR, 2008).

De acordo com o Ministério do Trabalho e Emprego (2008) este comportamento se deve:

> A dinâmica da construção civil, onde o risco de acidente por quedas está presente nas diversas etapas de um canteiro de obras. Entre as etapas mais críticas estão contempladas a instalação das formas para a concretagem dos pilares da periferia da obra, das formas para a concretagem de vigas e a posterior desforma, situações nas quais o trabalhador encontra-se acima do piso de trabalho, necessitando de medidas especiais para evitar o acidente por queda. Desta forma, a utilização de sistemas de proteção contra quedas é uma ferramenta importante para a prevenção de acidente de trabalho envolvendo atividades em altura (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2008).

A OIT (2013) estima que 5500 a 6300 trabalhadores morram a cada dia no mundo devido a acidentes e doenças relacionadas com o trabalho. Além disso, anualmente ocorrem no mundo em torno de 270 milhões de acidentes de trabalho, além de aproximadamente 160 milhões de casos de doenças ocupacionais, tratando se de um déficit inadmissível.

Para a organização, as doenças profissionais representam um enorme custo, tanto para os empregadores, trabalhadores, suas famílias e para o desenvolvimento econômico e social do país Estes eventos chegam a comprometer 4% do PIB mundial ou cerca de 2,8 trilhões de dólares, em custos diretos e indiretos por lesões e doenças. Em um terço desses casos, cada acidente ou doença representa a perda de 4 dias de trabalho. Dos trabalhadores mortos, 22 mil são crianças, vítimas do trabalho infantil.

De acordo com a Previdência Social (2013), o pagamento do benefício por acidente de trabalho e auxílio-doença segue uma dinâmica semelhante. A cada sete benefícios concedidos por afastamento por doença relacionada ao trabalho, um é pago por acidente.

Conforme anuário estatístico da Previdência Social no Brasil em de 2009 foram registrados 723 mil casos de acidentes de trabalho, com 2.496 mortes e 13.047 trabalhadores/as que sofreram incapacidade permanente. É um acidente a cada minuto. Nada menos que 2,4 mil trabalhadores morrem por ano em decorrência dos acidentes de trabalho, segundo dados da Previdência.

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (2008 apud, PIRES, 2010, p. 19) a Tabela 1 apresenta estatísticas previdenciárias do período de 2001 a 2007 no Brasil. As colunas referentes às taxas de mortalidade (número de óbitos/ população segurada) e letalidade (número de óbitos/população segurada acidentada) referem-se a todos os motivos de acidentes (típicos, doenças, trajeto) e ao conjunto de todas as atividades econômicas.

Nesse período ocorreram 3.263.797 acidentes do trabalho, sendo 19.602 mortes. No ano de 2007 foram 653.786 casos, sendo 2.804 com óbito o que significa, aproximadamente, uma morte a cada três horas.

Tabela 1 - Ocorrência de acidentes do trabalho no Brasil

Ano	Trabalhadores	Acidentes do trabalho registrados				Acidentes p/100.000 trabalha-dores	Óbitos	Óbitos p/ 100.000 trabalha-dores	Óbitos p/ 10.000 aciden-tados
		Típico	Trajeto	Doença	Total				
2001	27.189.614	282.965	38.799	18.487	340.251	1.251	2.753	10	81
2002	28.683.913	323.879	46.881	22.311	393.071	1.370	2.968	10	76
2003	29.544.927	325.577	49.642	23.858	399.077	1.351	2.674	9	67
2004	31.407.576	375.171	60.335	30.194	465.700	1.483	2.839	9	61
2005	33.238.617	398.613	67.971	33.096	499.680	1.503	2.766	8	55
2006	35.155.249	407.426	74.636	30.170	512.232	1.433	2.798	8	54
2007[1]	40.088.979[2]	414.785	78.564	20.786	653.090[3]	1.630	2.804	7	43

Fonte: Previdência Social (2007)

A Tabela 2 evidencia as estatísticas de acidentes do trabalho no estado do Rio Grande do Sul. De 2001 até 2007 ocorreram 300.014 acidentes. Os casos fatais contabilizaram 997 no período e 151 no último ano desse intervalo.

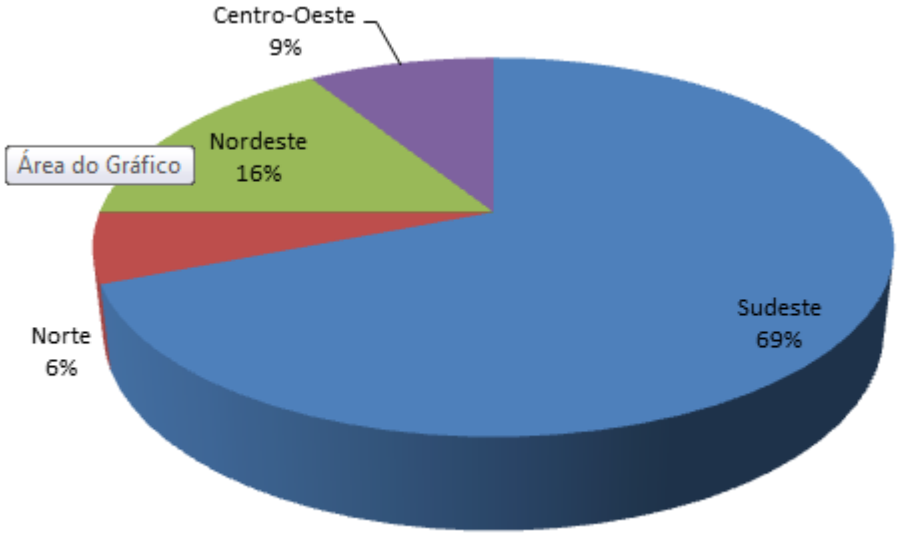
Tabela 2 - Ocorrências de acidentes do trabalho no estado do Rio Grande do Sul

Ano	Trabalhadores	Acidentes do trabalho registrados				Acidentes p/100.000 trabalha-dores	Óbitos	Óbitos p/ 100.000 trabalha-dores	Óbitos p/ 10.000 acidentados
		Típico	Trajeto	Doença	Total				
2001	1.982.425	30.190	3.108	1.994	35.292	1.780	163	8	46
2002	2.027.416	33.747	3.466	2.421	39.634	1.955	151	7	38
2003	2.079.813	33.817	3.881	2.437	40.135	1.930	126	6	31
2004	2.193.332	36.636	4.660	2.901	44.197	2.015	153	7	35
2005	2.235.473	36.942	4.690	2.716	44.348	1.984	128	6	29
2006	2.618.369	36.257	5.232	2.309	43.798	1.887	125	5	29
2007[1]	2.618.369[2]	33.142	5.338	1.701	52.610[3]	2.009	151	6	38

Fonte: Previdência Social (2007)

Segundo Ministério da Previdência social (2011 apud PROGRAMA NACIONAL DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO, 2011) analisando as 5 macrorregiões demográficas, a região Sudeste conta com maior numero de acidentes do trabalho, com um total de 387.142 ocorrências, cerca de 70% do total nacional. Em seguida, a região Sul registra 153.329 casos, a região Nordeste 91725, região Centro Oeste 47.884, e por fim, região Norte, com 31.084 acidentes (Figura 1).

Figura 1 - Acidentes de trabalho registrados em 2011, dados percentuais por Macrorregião



Fonte: Adaptado de Programa Nacional de prevenção de acidentes do trabalho (2011)

O Ministério do Trabalho e Emprego (2008) indica a distribuição dos óbitos por acidente do trabalho fatal de acordo com a ocupação registrada, conforme a classificação do Cadastro Brasileiro de Ocupações – CBO, versão de 1994, é a mostrada na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos óbitos por acidente do trabalho, segundo grupos da CBO (versão 1994), analisados pela SEGUR/RS, agosto de 2001 a dezembro de 2007

Grupo CBO	Descritor do Grupo de CBO (1994)	Número Óbitos AT	Freqüência %
95	Trabalhadores da construção civil e trabalhadores assemelhados	75	33,63
85	Eletricistas, eletrônicos e trabalhadores assemelhados	19	8,52
62	Trabalhadores agropecuários polivalentes e trabalhadores assemelhados	13	5,83
99	Trabalhadores não-classificados sob outras epígrafes	13	5,83
72	Trabalhadores metalúrgicos e siderúrgicos	12	5,38
87	Encanadores, soldadores, chapeadores, caldeireiros e montadores de estruturas metálicas	9	4,04
55	Trabalhadores de serviços de administração, conservação, manutenção, limpeza de edifícios, empresas comerciais, indústrias, áreas verdes, logradouros públicos e trabalhadores assemelhados.	8	3,59
97	Trabalhadores da movimentação e manipulação de mercadorias e materiais, operadores de máquinas de construção civil, mineração e trabalhadores assemelhados	8	3,59
93	Pintores	7	3,14
98	Condutores de veículos de transporte e trabalhadores assemelhados	6	2,69
65	Trabalhadores florestais	5	2,24
84	Ajustadores mecânicos, montadores e mecânicos de máquinas, veículos e instrumentos de precisão.	5	2,24
67	Operadores de máquinas e implementos de agricultura, pecuária e exploração florestal	4	1,79
77	Trabalhadores de preparação de alimentos e bebidas	4	1,79
83	Trabalhadores da usinagem de metais	4	1,79
-	Outros	31	13,90
	Total	**223**	**100,00**

Fonte: SFIT Nota. A versão da CBO (1994) utilizada é a disponível no SFIT, que não foi atualizado em 2002, quando do lançamento de nova versão

Através destes dados, o Ministério do Trabalho e Emprego (2008) indica que:

> As ocupações relacionadas à indústria da Construção Civil representam o grupo que mais contribuiu para a morte de trabalhadores na amostra analisada, com 33,63% dos casos. Isso não reflete exatamente o grau de mortalidade do setor, que é ainda maior, considerando-se que várias ocupações diretamente envolvidas nessa atividade econômica podem encontrar inserção em outros grupos da CBO, como o 87, que engloba os montadores de estruturas metálicas, encanadores e soldadores, e o grupo 97, que engloba os operadores de máquinas de terraplanagem e de preparação de terrenos e fundações, bem como também um percentual de pintores descritos no grupo 93. No grupo 85, relativo a Eletricistas, Eletrônicos e Trabalhadores Assemelhados, constata-se a sobreposição dos riscos decorrentes do trabalho na proximidade das linhas elétricas energizadas com os do trabalho em altura, especialmente nas operações de instalação e reparação de linhas elétricas e de telecomunicações. Essas combinações de situações de risco auxiliam a explicar a elevada mortalidade dos trabalhadores desse grupo, decorrente de choque elétrico e queda (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO 2008).

Segundo Ministério do Trabalho e Emprego (2008) a Tabela 4 apresenta o tempo de serviço das vítimas de acidentes fatais nas empresas. Percebe-se que cerca de 31% dos trabalhadores se acidentam nos primeiros 60 dias na função, e que esta percentagem sobe para praticamente 50% até o sexto mês.

Tabela 4 - Distribuição dos óbitos por acidente do trabalho segundo o tempo de serviço dos trabalhadores, analisados pela SEGUR/RS, agosto de 2001 a dezembro de 2007

Meses na função	Obitos por AT		
	n	%	% acumulado
menos de 1	10	4,48	4,48
1	61	27,35	31,84
2 a 6	39	17,49	49,33
7 a 12	27	12,11	61,43
13 a 24	27	12,11	73,54
25 a 36	16	7,17	80,72
37 a 60	20	8,97	89,69
61 a 120	15	6,73	96,41
121 a 180	7	3,14	99,55
181 a 240	0	0,00	99,55
241 a 300	1	0,45	100,00
Total	**223**	**100,00**	

Fonte: SFIT (2008)

Com base nesses dados o Mistério do trabalho e Emprego (2008) atribui:

> A ocorrência do acidente fatal à inexperiência do trabalhador na função. No entanto, deve ser considerado que o trabalhador deve ser informado sobre os riscos ocupacionais e as medidas de prevenção. E, acima de tudo, antes mesmo da contratação do trabalhador "para conviver com os riscos", as empresas devem procurar eliminá-los, mediante a implementação de políticas e sistemas de gestão preventivos. Considerando-se que no SFIT não se registra o perfil de tempo na função da totalidade de trabalhadores em cada um dos estabelecimentos em que o acidente ocorreu, torna-se impraticável uma comparação; assim, não se pode afastar a possibilidade de que o conjunto dos trabalhadores sob o risco de se acidentar nos estabelecimentos também tenha pouco tempo na função, e não apenas os acidentados. Como exemplo, citamos o setor econômico da construção civil, cujas obras geralmente têm curta duração, com alta rotatividade de mão-de-obra e elevada taxa de mortalidade por acidente do trabalho. Para evitar os óbitos em trabalhadores com pouco tempo de serviço na função, devem ser traçadas estratégias de prevenção com ênfase na melhoria dos ambientes e processos, buscando torná-los intrinsecamente seguros. As "armadilhas" existentes,

> independentemente do conhecimento prévio dos riscos pelos trabalhadores, deveriam ser eliminadas antes do início das atividades. Tais medidas de prevenção são particularmente importantes quando envolvem máquinas perigosas, equipamentos defeituosos, processos com substâncias tóxicas, espaços confinados, risco de queda de altura, choque elétrico, entre outros (MISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2008).

2.3 Legislação brasileira vigente

Segundo a NR-18 devem ser adotadas medidas de proteção contra quedas de altura, está 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. É vedado o ingresso ou a permanência de trabalhadores no canteiro de obras, sem que estejam assegurados pelas medidas previstas nesta NR e compatíveis com a fase da obra. (118.001-0 / I3). A observância do estabelecido nesta NR não desobriga os empregadores do cumprimento das disposições relativas às condições e meio ambiente de trabalho, determinadas na legislação federal, estadual e/ou municipal, e em outras estabelecidas em negociações coletivas de trabalho. (118.002-9 / I3)

De acordo com a Recomendação Técnica de Procedimento 01 (2011) as Medidas de proteção individual adotadas pelos trabalhadores na realização de trabalhos em altura, são "utilizar cinto de segurança, tipo paraquedista, dotado de dispositivo trava queda e ligado à estrutura independente da plataforma de trabalho. Os cintos tipo paraquedista devem possuir argolas e mosquetões de aço forjado, ilhoses de material não ferroso e fivela de aço forjado ou material de resistência e durabilidade equivalentes".

Conforme a NR 35 que 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. Considera-se trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior, onde haja risco de queda.

Todas as atividades com risco para os trabalhadores devem ser precedidas de análise e o trabalhador deve ser informado sobre estes riscos e sobre as medidas de proteção implantadas pela empresa, conforme estabelece a NR 1. O disposto na NR 35 não significa que não deverão

ser adotadas medidas para eliminar, reduzir ou neutralizar os riscos nos trabalhos realizados em altura igual ou inferior a 2,00m.

Esta norma se complementa com as normas técnicas oficiais estabelecidas pelos Órgãos competentes e, na ausência ou omissão dessas, com as normas internacionais aplicáveis.

2.4 Aplicação do sistema de proteção contra quedas tipo linha de vida

2.4.1 Sistema de Linha de Vida Horizontal (LVH)

Projetar sistemas de trava-quedas, que contenham linhas de vida horizontal é um importante problema técnico relacionado com a segurança das pessoas que trabalham em uma altura e precisa de liberdade horizontal do movimento. (BASZCZYŃSKI, 2000).

Para Fuller (1998 apud RICHES; SQUARED; FEATHERS 1980) uma linha de vida horizontal é um tipo de proteção contra quedas sistema que proporciona uma fixação para um contínuo arnês de segurança em relação ao plano horizontal. No caso de um sistema de extensão múltipla, (Figura 3), que consiste tipicamente de um cabo ou corda montado que percorre o comprimento da área a ser protegida, e é ligado ao edifício ou estrutura por âncoras de intermediários no pré intervalo, e por duas escoras de extremidade. Se uma pessoa cai enquanto conectado, eles serão presos em um semelhante.

De acordo com Miura e Sulowski (1991 apud, DEBARBA, 2012). Neste sistema, o cabo é fixado nas extremidades dos pontos de ancoragem, permitindo que o trabalhador se movimente entre os pontos A e B e esteja protegido contra a queda em um nível abaixo do plano de trabalho pelo conjunto talabarte e cinto de segurança.

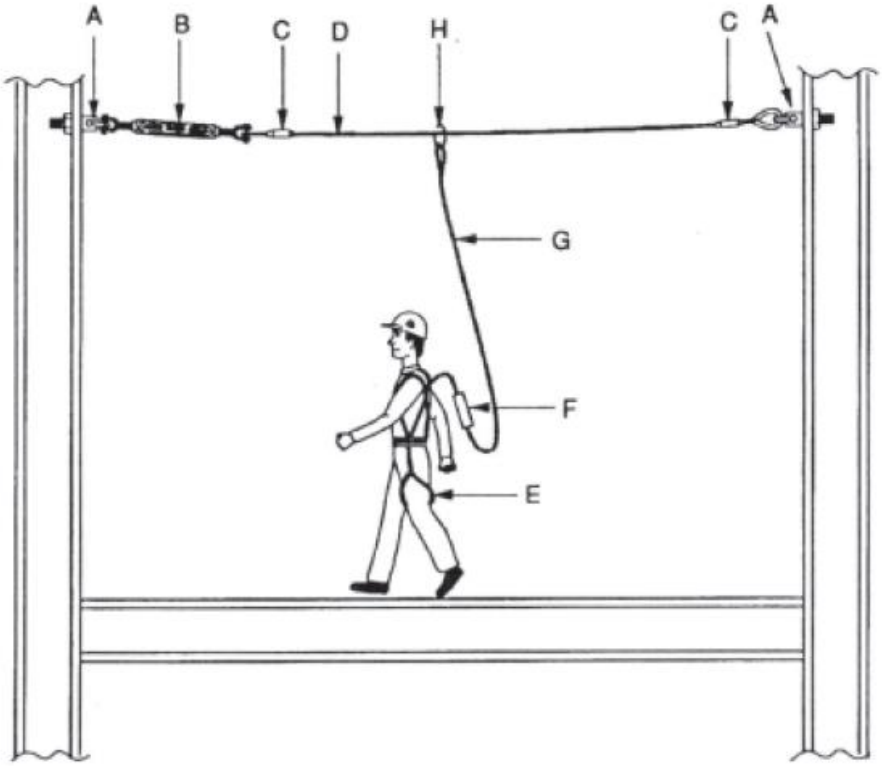
De acordo com os autores, o sistema Linha de Vida Horizontal pode ser definido como um sistema composto por todos ou alguns dos seguintes componentes:

- Ancoragem, consistindo de dois elementos estacionários, para a instalação do cabo de aço ou corda sintética;
- Dispositivo de Tensionamento;
- Linha de vida (cabo de aço ou corda sintética);

- Absorvedor de energia para a linha de vida;
- Talabarte ou uma linha de vida vertical com o travaquedas;
- Absorvedor de energia para o talabarte;
- Cinto de segurança;
- Dispositivos de conexão (argolas, arnês, mosquetão).

Os componentes são montados com o objetivo de capturar uma queda acidental do usuário, o qual possui liberdade de movimento ao longo da linha instalada entre os montantes. Uma ilustração do deste sistema é apresentada a seguir (Figura 2).

Figura 2 - Componentes do Sistema de Linha de Vida Horizontal



Fonte: Miura e Sulowski (1991), citados por Debarba

Legenda:

A) ancoragem; B) esticador; B) conector; D) cabo; E) cinto de segurança; F) absorvedor de energia; G) talabarte; H) conector.

Segundo Miura e Sulowski (1991) citados por Debarba, os principais problemas encontrados no projeto do sistema de LVH incluem:

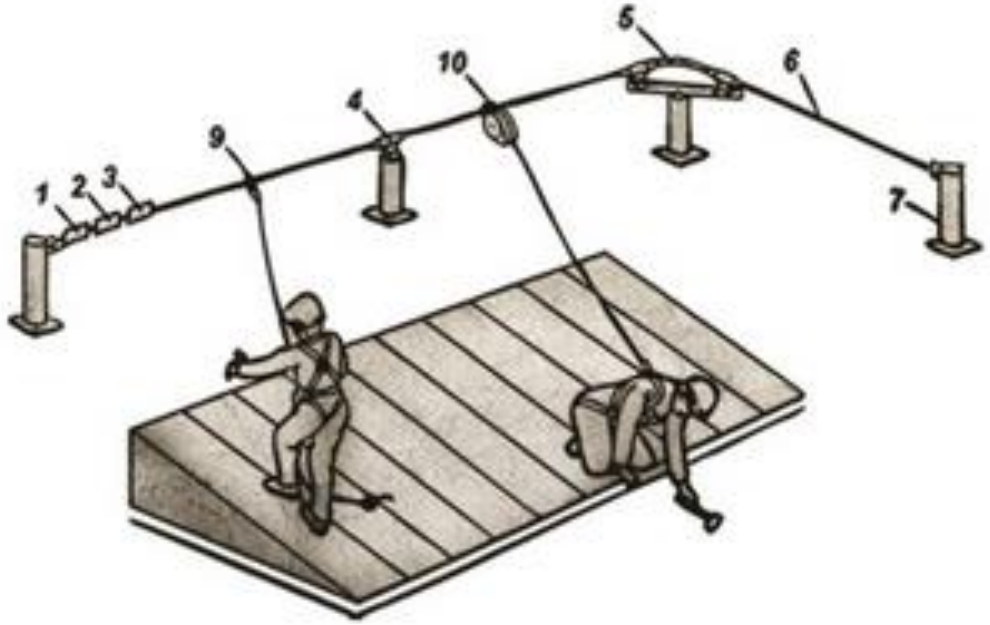
a) a magnitude das forças agindo nas ancoragens versus a sua resistência estrutural;

b) a magnitude da máxima força de impacto agindo no trabalhador versus os limites permitidos pela legislação;

c) a altura total de queda, incluindo a flecha formada na linha de vida e a extensão do talabarte com absorvedor de energia aberto após a queda versus a folga de segurança para que o trabalhador não atinja o chão e os limites legais estabelecidos.

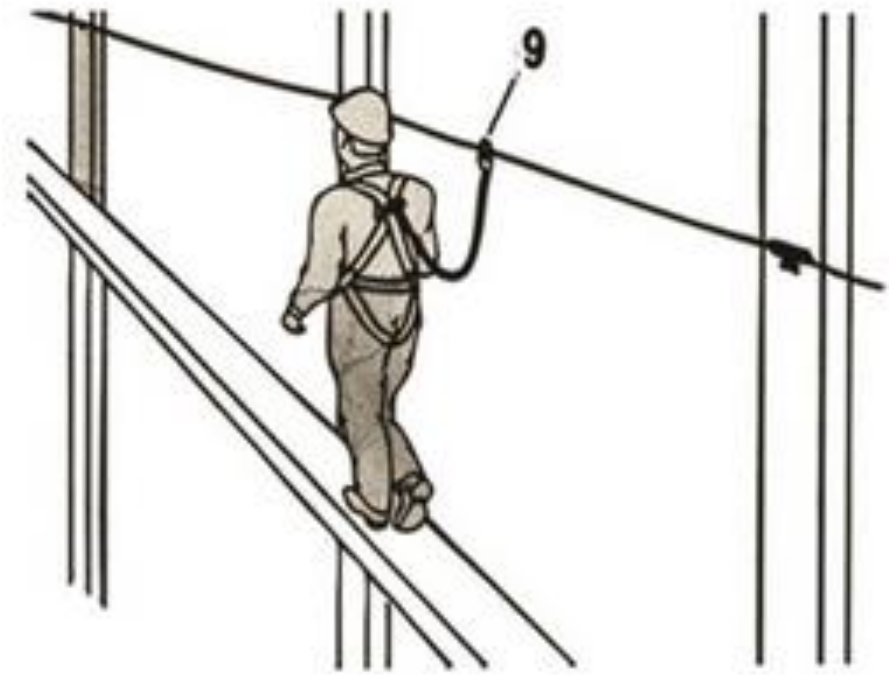
GULIN (2014) menciona que este sistema pode ser empregado em diversas atividades como, trabalhos em telhados, áreas de carga e beirais com comprimento ilimitado em retas e curvas (Figura 3 e Figura 4).

Figura 3 - Trabalho em beiral



Fonte: GULIN (2014)

Figura 4 - Trabalho em altura



Fonte: GULIN (2014)

2.4.1.1 Componentes da linha totalflex

a) Esticador de cabo de aço**:** Tipo manilha x manilha, forjado, galvanizado a fogo, com travas anti rotacionais para evitar desregularem acidental da tensão da linha (Figura 5**)**.

Figura 5 - Esticador de cabo de aço

Fonte: GULIN (2014)

b) Indicador de tensão: Produzido em aço inox, com janela retangular de inspeção para visualizar o correto ajuste inicial da tensão da linha e fácil inspeção periódica para eventual reajuste da tensão da linha (Figura 6).

Figura 6 - Indicador de pressão

Fonte: GULIN (2014)

c) Absorvedor de energia: Produzido em aço inox. Em caso de retenção de queda de até 3 trabalhadores simultâneos, limita a força aplicada aos pontos de ancoragem e garante fator de segurança 2 para todo o sistema de proteção (Figura 7).

Figura 7 - Absorvedor de energia

Fonte: GULIN (2014)

d) Suporte intermediário: Produzido em aço inox, possibilita fácil movimentação dos troles TR-5, TR-6 e TR-7. Os suportes intermediários devem serem instalados a uma distância de, no máximo, 15 metros e fixado por parafuso de 12 mm de diâmetro(Figura 8**).**

Figura 8 - Suporte intermediário

Fonte: GULIN (2014)

e) Kit de curva: Produzido em aço inox, com dimensões conforme especificação do projeto **(**Figura 9).

Figura 9 - Kit de curva

Fonte: GULIN (2014)

f) Cabo de aço: Cabo de aço inoxidável ou galvanizado com 8 mm de diâmetro. Fornecido com uma ponta com olhal tipo superlaço e três grampos e uma sapatilha para confecção do olhal da outra ponta (Figura 10).

Figura 10 - Cabo de aço

Fonte: GULIN (2014)

g) Pilar metálico**:** Produzido em aço galvanizado a fogo ou inox, com base para fixação no concreto ou estrutura debaixo do telhado. Possibilita fixar por 1 parafuso de 12 mm de diâmetro os suportes de extremidades, intermediários ou kit de curva (Figura 11).

Figura 11 - Pilar metálico

Fonte: GULIN (2014)

h) Poste metálico: Produzido em aço galvanizado a fogo, secção retangular, pode ser fornecido para montagem engastado no solo ou flangeado em base chumbada no solo.

i) Trole TR-5: Produzido em aço inox, bloqueio de abertura por mosquetão com dupla trava de segurança. Indicado para movimentação de trabalhador acoplado em talabarte ou corda sintética (Figura 12).

Figura 12 - Trole TR-5

Fonte: GULIN (2014)

j) Trole TR-6: Produzido em aço galvanizado, imediata colocação e retirada da linha horizontal por simples acionamento de botão.

Sistema protegido contra abertura acidental por dupla trava de segurança. Movimenta os travaquedas retráteis R-10 e R-20 nos serviços em telhados (Figura 13).

Figura 13 - Trole TR-6

Fonte: GULIN (2014)

k) Trole TR-7: Produzido em aço galvanizado, imediata colocação e retirada da linha horizontal por simples acionamento de botão.

Sistema protegido contra abertura acidental por dupla trava de segurança.

Movimenta os travaquedas retráteis R-10 e R-20 nos serviços em áreas de carga (Figura 14).

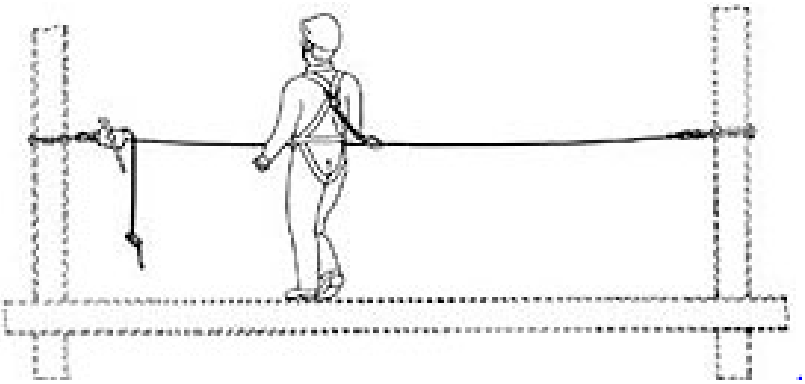
Figura 14 - Trole TR-7

Fonte: GULIN (2014)

GULIN (2014) apresenta os requisitos mínimos para e uso da linha de vida totalflex:

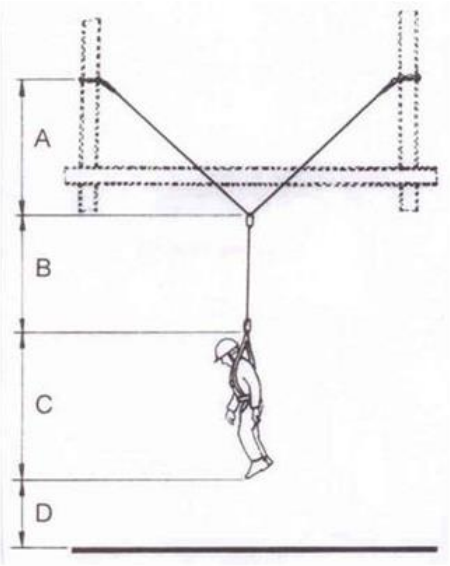
1. As ancoragens das extremidades devem resistir a carga estática de, no mínimo, 2.200 kg na direção horizontal e 1.500 kg na direção vertical.
2. As ancoragens intermediárias devem resistir a carga estática de, no mínimo, 1.500 kg na direção vertical.
3. Na instalação e durante o uso da Linha de Vida Totalflex Gulin, o responsável técnico pelo trabalho deve assegurar que em qualquer ponto da linha, em caso de ocorrer uma queda, o usuário tenha uma distância livre de queda de, no mínimo, a somatória de A+B+C+D (Figura 15 e Figura 16).

Figura 15 - Antes da queda



Fonte: GULIN (2014)

Figura 16 - Depois da queda



Fonte: GULIN (2014)

A = Deflexão média da linha indicada em projeto feito pela Equipamentos Gulin.

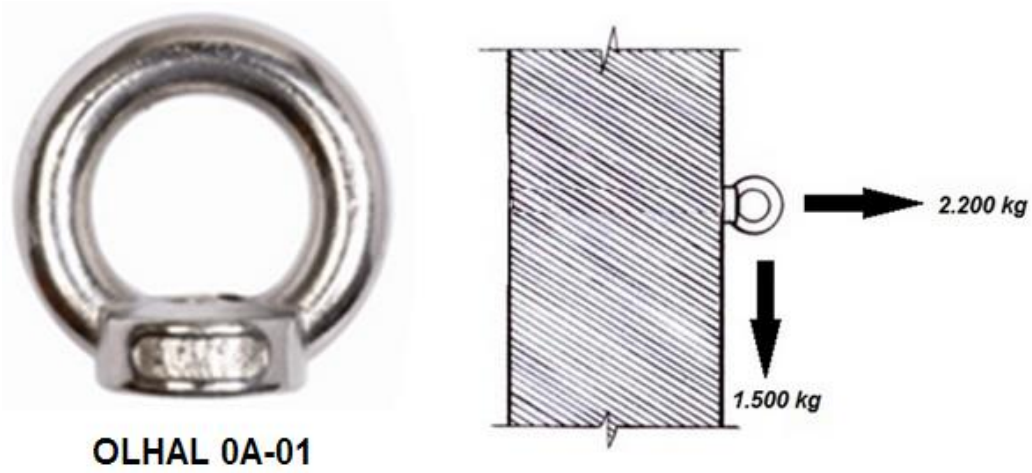
B = Comprimento do talabarte totalmente distendido.

C = 2,0 m (Distância da argola dorsal até a ponta do pé, conforme normas internacionais).

D = 1,0 m (Vão livre necessário após queda, conforme normas internacionais).

Para ancoragem do sistema linha de vida GULIN pode ser utilizado o olhal de ancoragem Gulin código "OA-01" de aço forjado galvanizado a fogo. Resiste a carga estática de trabalho de 2.200 kg, aplicada em direção horizontal e 1.500 kg na direção vertical, comprovada por laudo de Laboratório homologado pelo INMETRO.(Figura 17)

Figura 17 – Olhal para ancoragem



Fonte: GULIN (2014)

2.4.2 Sistema de Linha de Vida Vertical (LVV)

Segundo Debarba (2012) o sistema de linha de vida vertical, consiste na utilização de uma corda de fibra sintética ou um cabo de aço na posição vertical, fixado a um ponto acima da posição de trabalho, um dispositivo travaquedas ligado à linha vertical e o talabarte que é fixado ao dispositivo travaquedas em uma extremidade e, na outra, ao cinto de segurança do trabalhador. Normalmente, o talabarte deverá estar dotado de um dispositivo absorvedor de energia, para limitar as forças de impacto sobre o trabalhador no caso de uma queda.

Devido à sua flexibilidade e instalação simples, o sistema é uma alternativa econômica para o trabalhador que frequentemente precisa se mover verticalmente dentro de uma determinada área Cheng (2002, apud DEBARBA, 2012). Como exemplo deste tipo de sistema, podem ser citados os cabos verticais para trabalhos em andaimes suspensos e escadas do tipo marinheiro.

De acordo com GULIN (2014) escadas de acesso aos telhados devem ser equipadas com linhas verticais de segurança para uso de travaquedas, geralmente instalado em cabo de aço de forma permanente distanciado cerca de 10 centímetros dos degraus, não podendo usar o cabo de aço com a extremidade inferior solta, sem ter um peso, especificado pelo fabricante, pois isto pode comprometer seu desempenho dinâmico e causar acidente. A extremidade inferior do cabo deve ser mantida tensionada por meio de um esticador, conforme a Figura 18.

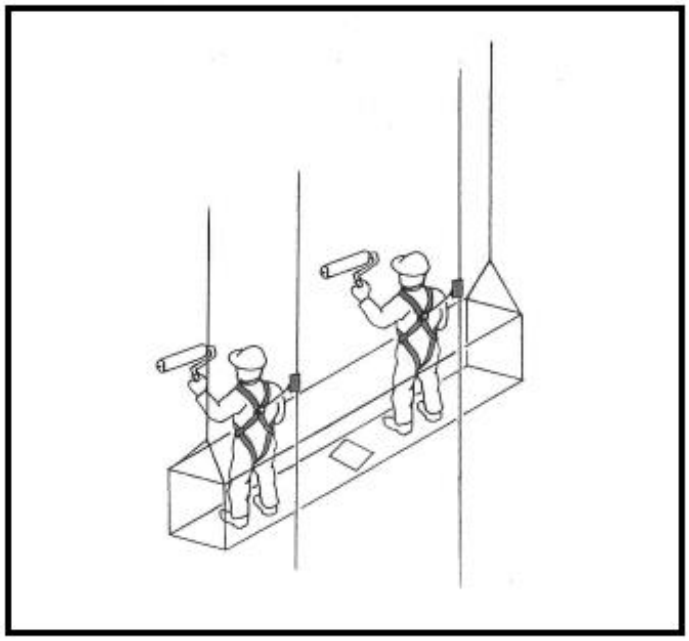
Figura 18 - Aplicação de linha de vida vertical

Fonte: GULIN (2014)

O travaquedas deslizante em corda é utilizado, principalmente, em serviços temporários realizados em andaimes suspensos, estruturas, escadas verticais, cadeiras suspensas, telhados e coberturas (Figura 19).

Devem ser utilizados, obrigatoriamente, com a corda de poliamida com 12 milímetros de diâmetro, especificada no anexo I da NR 18 do MTE.

Figura 19 - Travaqueda deslizante em corda



Fonte: GULIN (2014)

3 MÉTODO DE PESQUISA

3.1 Classificação da pesquisa

De acordo com Brandli (2001 apud, JÚNIOR, 2002), do ponto de vista de sua natureza, esta pesquisa é classificada como aplicada, ou seja, geradora de conhecimentos que auxilia na solução de problemas específicos de forma prática e simples.

Quanto à abordagem do problema, este estudo mescla a pesquisa quantitativa com a qualitativa, pois se busca quantificar alguns dados através dos números e tenta-se verificar o grau de qualidade implantado nos canteiros de obras.

Conforme Gil (2010), a pesquisa, do ponto de vista dos seus objetivos, pode ser descritiva desde que "caracterize uma população, fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coletas de dados: questionários e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento".

Por fim, pode ainda ser classificada, sob o aspecto técnico como pesquisa-ação, em que se pretende associar que ação gera e que ação ajudará a resolver o problema, envolvendo o pesquisador e os participantes de forma cooperativa ou participativa nas melhorias que se pensa para cada caso.

3.2 Planejamento da pesquisa

Coleta dos dados e localização da pesquisa

O trabalho foi realizado mediante coleta de dados dos canteiros de obra da cidade de Ijuí. Para a análise das obras da cidade, se realizou pesquisa para levantamento dos dados de campo. Esta pesquisa não visa somente levantar dados quantitativos, mas, principalmente, fornecer indicativos e sugestões informativas, além de promover o interesse dos trabalhadores, dos profissionais e dos empresários do ramo da construção civil.

Salienta-se que a amostra foi constituída de três obras de construtoras diferentes.

Foram realizadas visitas durante um período de cinco meses, entre junho a outubro de 2014.

A aplicação da lista de verificação e o questionamento que mostra como está se empregando este sistema em obra, será aplicada aos responsáveis pela obra, engenheiros e técnicos em segurança do trabalho.

Os dados estão apresentados em uma lista de verificação geral, que busca apontar a presença e as condições de utilização do sistema de linha de vida encontrado nos canteiros de obras e se estas atendem ou não as normativas.

Além da coleta dos dados este trabalho buscou desenvolver uma rotina para implementação do sistema contra quedas atendendo as especificações exigidas pela NR-18, afim de evitar que acidentes ocorram. O roteiro expõe o processo de dimensionamento a ser seguido para a elaboração do projeto do sistema de proteção contra queda.

4 RESULTADOS

4.1 Do questionário aplicado

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para a análise das construções da cidade de Ijuí/RS mediante coleta de dados dos canteiros de obra, com a aplicação do questionário no qual se enfatiza a presença ou não das medidas de proteção individual contra queda de altura:

Tabela 5 - Questionário aplicado em obras

QUESTIONÁRIO SOBRE MEDIDAS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL CONTRA QUEDA DE ALTURA	**Sim** (%)	**Não** (%)
1- A empresa realiza APR (análise previa de risco)?	66,67	33,33
2- A empresa fornece aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento?	100	
3- Os EPIs utilizados na atividade envolvendo trabalho em altura são certificados?	100	
4- O cinto de segurança tipo para quedista é utilizado em atividades a mais de 2,00m de altura do piso?	100	
5-O cinto de segurança é dotado de dispositivo trava quedas e é ligado a cabo de segurança independente da estrutura do andaime?	100	
6- É utilizado o sistema de proteção contra quedas do tipo linha de vida?	100	
7- A empresa possui projeto de dimensionamento do sistema com memorial de calculo e roteiro para instalação?	100	
8- Como é determinada a resistência do sistema, quantos funcionários podem se ancorar no mesmo?		
9- Os cabos de aço e de fibra sintética são fixados por meio de dispositivos que impeçam seu deslizamento e desgaste?	100	
10- Os cabos de aço e de fibra sintética são substituídos quando apresentam condições que comprometam a sua integridade?	100	

11- Há emendas ou pernas quebradas nos cabos de aço de tração?		100
12- Já ouve acidente envolvendo queda em altura na obra?	66,67	33,33
13- Os funcionários recebem treinamento sobre NR-35? Quantas horas? Com qual frequência?	100%	
14- Onde é ancorado o sistema linha de vida?		

Fonte: Autoria própria (2014)

As análises realizadas, neste momento, tentam sintetizar os dados coletados nas três obras estudadas, comentando o questionário aplicado.

A aplicação do questionário foi realizada de forma que se conseguisse obter as informações através de perguntas realizadas aos responsáveis pela obra, engenheiros e técnicos em segurança do trabalho.

Quanto às respostas obtidas do questionário aplicado as três empresas entrevistadas os responsáveis indicam que aos trabalhadores envolvidos nas atividades em altura, recebem treinamento, além de já terem participado de curso sobre NR-35, o qual é disposto a cada dois anos ou quando profissionais novos ingressam na obra com duração mínima de 8 horas, sendo estas medidas tomadas a fim de passar, informação, esclarecimentos e indicações das melhores formas para a realização das tarefas nos canteiros de obra.

Outra questão é referente ao fornecimento gratuito dos EPIs, estes sendo certificados e tendo boa qualidade, substituídos quando os mesmos apresentam deterioração. Está questão fora apontada e respondida como realizada por todas as empresas. Além disso, é importante saber que os trabalhadores consideram necessário o item segurança no trabalho para a obra, mas principalmente para suas vidas.

Em apenas uma das obras houve algum relato de acidente de trabalho. Observou-se que nas obras existem aplicações efetivas da norma NR 18 e NR 35, além de programas de prevenção, treinamento e conscientização dos trabalhadores. Os profissionais salientam que buscam atender exigências da norma, para oferecer condições adequadas de trabalho, uma vez que acidentes, desorganização, afastamentos de trabalho, adiamentos de tarefas só trazem problemas e perdas para as obras e para as empresas.

Quanto à realização de análise de risco, duas das empresas alegaram a realização dos procedimentos, e a outra indica que não realiza tal medida estando em desconformidade com o exigido pela norma NR-35, onde todo o trabalho em altura deve ser precedido de uma análise de risco para melhor identificar e controlar os riscos. Observa se que muitos acidentes poderiam ser evitados e as ações de resgate aos mesmos serem feitas de maneira mais rápida e eficaz diminuindo assim a gravidade dos acidentes.

Na utilização em específico do sistema linha de vida pode se observar que todas as empresas utilizam o sistema no trabalho. A resistência é determinada através de projeto, este contratado junto a terceiros, onde é especificado local para a ancoragem. Em andaimes, este é dotado de dispositivo trava quedas e ligado a cabo de segurança independente da estrutura do mesmo.

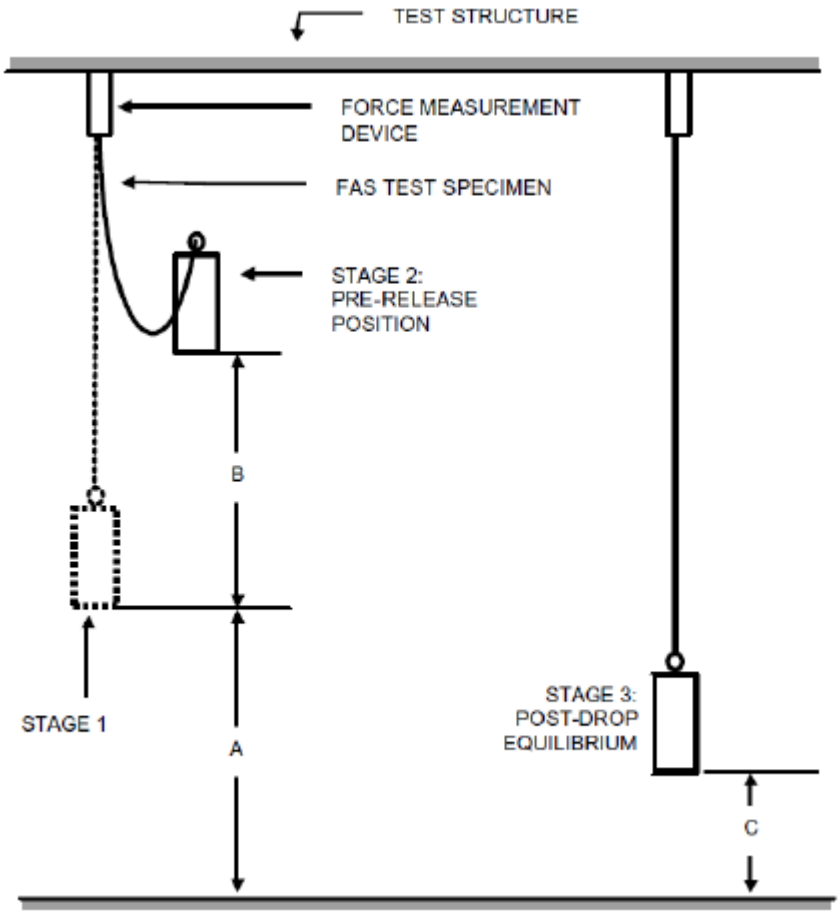
4.2 Parâmetros envolvidos no dimensionamento do sistema de captura de queda com o uso de linha de vida horizontal (LVH)

4.2.1 Determinação da força máxima de impacto no trabalhador

O conhecimento da força máxima de impacto no trabalhador durante uma queda em altura é de fundamental importância para o dimensionamento do sistema de captura de queda baseado no uso de linha de vida horizontal. Este parâmetro serve para determinar as reações que serão desenvolvidas no cabo e nos apoios utilizados nas extremidades.

A legislação de diversos países estipula valores máximos permitidos para a força de impacto decorrente de queda em altura, de forma a minimizar o risco de injúrias sobre o trabalhador. Estes valores são resultados de estudos realizados com voluntários e testes de queda com a utilização de sólidos com peso conhecido e formato regular, sacos de areia de formato regular, e manequim articulado de corpo inteiro, conforme Riches (2002, apud DEBARBA 2012). Na Figura 20 é ilustrado um dos equipamentos utilizados no teste de queda.

Figura 20 - Exemplo da sequência de eventos num teste de queda



Fonte: RICHES (2002, apud DEBARBA 2012)

No Brasil, a NR 18 juntamente com a NR 35, que regulamentam as condições de trabalho na indústria da construção civil e trabalhos em altura, na parte relativa à proteção contra quedas, não apresentam nenhum parâmetro para a força máxima de impacto em caso de queda do trabalhador. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a NBR 14629:2010, relativa ao equipamento de proteção individual contra queda de altura – absorvedor de energia (ABNT, 2010). A norma estipula, para o comportamento do teste dinâmico de queda, com a utilização de uma massa rígida de 100 kg, que a força máxima de frenagem (Fmax) não pode exceder 6 kN (600 kgf) e distância total de parada H deve ser H < (2L1 + 1,75 m), sendo L1 o comprimento total do absorvedor de energia, incluindo o talabarte.

Segundo Sulowski (1991, apud DEBARBA 2012), a melhor forma de determinar o impacto no trabalhador durante uma queda em altura, é testando para maior precisão. Entretanto,

devido à relativa complexidade e custo da instrumentação necessária para os testes de queda, é improvável que este ensaio se torne popular. Cabe destacar que uma opção disponível para a avaliação da força de impacto é a emprego de fórmulas matemáticas, com a advertência de que não é possível obtenção de alta precisão na determinação da força máxima de impacto pela predição teórica, em virtude da diversidade de equipamentos utilizados (cordas ou cabos metálicos, talabartes, cintos de segurança, trava-quedas, absorvedores de energia, meios de conexão, etc). Segundo o autor apresenta uma fórmula aproximada para o cálculo da força máxima de impacto, combinando trabalhos de pesquisa teóricos e dados experimentais:

$$\boldsymbol{F = 10 \times m + 4,5 \times \sqrt{\mathrm{k} \times \mathrm{f} \times \mathrm{m}} \times \frac{a \times b \times s}{c}} \qquad \text{Equação (1)}$$

Onde:

F – força máxima de impacto (N)

m – massa do trabalhador em queda + roupas + ferramentas + EPI (kg)

g – aceleração da gravidade (9,81 m/s2) – arredondado na equação para 10.

f – fator de queda = h/L

h – altura de queda livre

L – comprimento do talabarte

k – módulo de corda (N)

a – fator de redução do trava-quedas

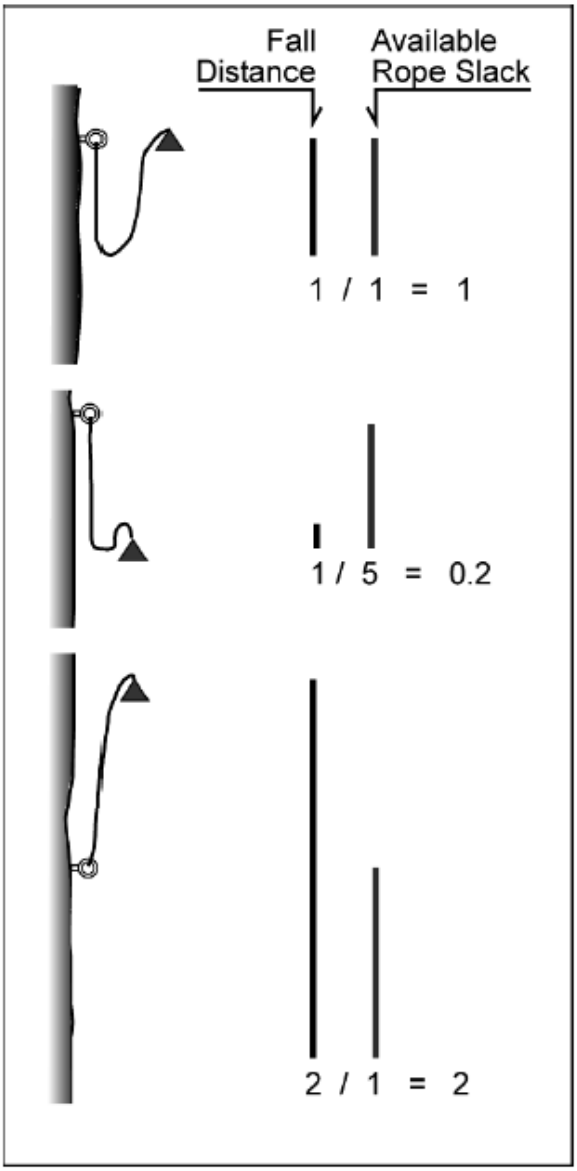
b – fator de redução do dispositivo de absorção corporal (cinto de segurança)

s – fator de redução do absorvedor de energia

c – fator de conversão peso rígido/manequim

Como forma de facilitar o entendimento de como obter o fator de queda é apresentada a Figura 21, ilustrando diferentes valores de “f”.

Figura 21 - Ilustração de fatores de queda



Fonte: Storage & Ganter (1998, apud DEBARBA 2012)

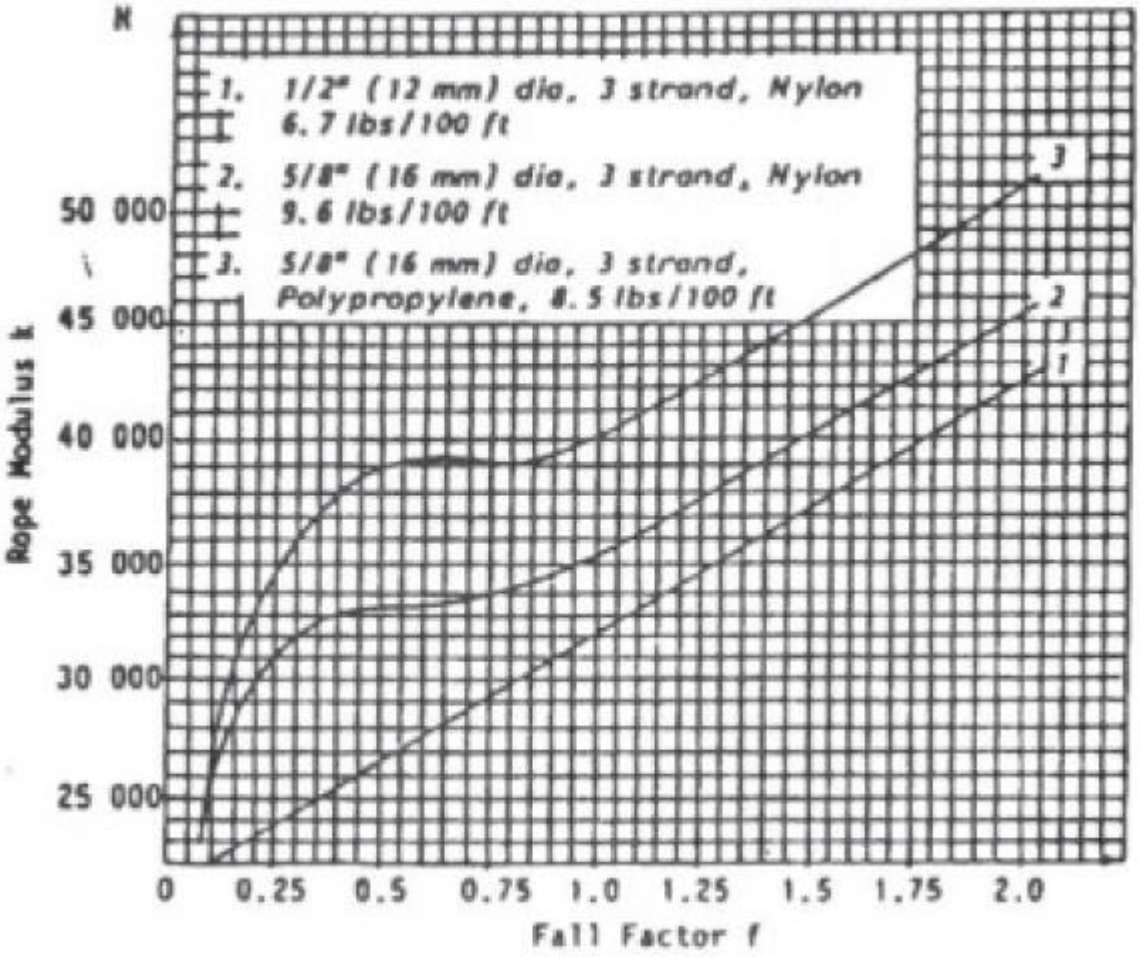
Através da figura 22 pode se observar a situação que apresenta menor risco para o trabalhador em termos de força de impacto e possibilidade de danos em caso de queda sendo quando o ponto de fixação do sistema está posicionado acima da sua cabeça, devido ao fator de queda ser menor em relação a um suporte prezo em posição mais baixa.

O módulo de corda “k” é definido como a relação entre a força de tensão F para a elongação relativa $\Delta L/L$ causada pela força aplicada.

Segundo Debarba (2012) no estado de um sistema de captura de queda, a força máxima de captura depende do fator de queda “f”. Logo, o módulo de corda “k” depende do fator “f”. O módulo de corda do talabarte adotado no sistema de captura de queda deve ser conhecido e estabelecido em função do tipo de material de fabricação do mesmo. Infelizmente, as normas da ABNT relativas aos EPIs contra queda em altura – talabarte de segurança - NRB 15834:2010 e NBR 15835:2010, não apresentam a exigência da informação do fator “k” por parte dos fabricantes. Na ausência desta informação, profissionais que utilizam a equação desenvolvida por Sulowski (1991) para o dimensionamento do sistema de captura de queda têm utilizado os valores de “k” obtidos em testes de queda pelo autor e apresentados na

Figura **22** que apresenta a relação entre o módulo de corda “k” e o fator de queda “f” para três diferentes tipos de corda: 1- corda de nylon com três pernas e diâmetro de 12 mm; 2- corda de nylon com três pernas e diâmetro de 16 mm e 3 – corda de polipropileno com três pernas e diâmetro de 16 mm.

Figura 22 - Relação entre o módulo de corda “k” e o fator de queda “f”



Fonte: Sulowski (1991, apud DEBARBA 2012)

Conforme Debarba (2012), o ideal seria obtenção do módulo de corda para o equipamento específico, cuja informação deveria ser obtida com os fabricantes dos talabartes. Em tese, os módulos de corda apresentados na figura 23 são adequados apenas para as cordas testadas e o uso indiscriminado desta informação pode causar a obtenção de valores de força máxima de impacto diferentes da situação real.

Cabe ressaltar que, em diversas normatizações, a utilização do polipropileno como matéria-prima na fabricação de talabartes (corda 3 apresentada na figura 23) não é mais permitida. No Brasil, a NBR 15835:2010 proibiu o seu uso na fabricação de talabartes.

Sobre o fator de redução do trava-quedas “a”, relata se que em geral, a redução na força máxima de captura (ou impacto) pelo uso do trava-quedas é o resultado de vários fenômenos, dos quais a dissipação da energia de queda pela fricção entre o trava-quedas e a corda é o de maior contribuição.

> O fator de redução “a” é definido como a relação entre a máxima força de captura num sistema de captura de queda (SCQ) com o trava-quedas em relação à máxima força de captura sem o trava-quedas, sobre as mesmas condições de queda e com os demais componentes do sistema nas mesmas condições, (DEBARBA, 2012).

Matematicamente, o fator de redução “a” pode ser estabelecido como:

$\boldsymbol{a = Fa/F}$, onde: Equação (2)

Fa – máxima força de impacto num SCQ com o trava-quedas

F - máxima força de impacto num SCQ sem o trava-quedas

Na Tabela 6 são apresentados os valores do fator “a” para três tipos básicos de trava-quedas, obtidos experimentalmente.

Tabela 6 - Fator de redução da força máxima de captura em função do trava-queda

Tipo de trava-queda	a variação	a recomendado*	comentários
Tipo inercial, linha de vida com cabo de aço	0,5 a 0,7	0,7	
Tipo inercial, linha de vida sintética	0,75 a 0,9	0,9	para
Tipo fricção	0,5 a 0,75	0,7	0<f<2
Alavanca mecânica	0,9 a 1,0	1,0	

* Nota: recomendado quando o exato valor não é conhecido. Fonte: Sulowski (1991, apud DEBARBA 2012)

Quanto ao fator de redução pelo dispositivo corporal (cinto de segurança) “b”. Tanto o cinto de segurança do tipo abdominal quanto o pára-quedista, devido à propriedade elástica do material de fabricação, tem a capacidade de reduzir a força máxima de impacto segundo Debarba (2012). Matematicamente, o fator de redução “b” é obtido de forma similar ao fator “a”, ou seja:

$\boldsymbol{b = Fb/F}$, onde: Equação (3)

Fb – força máxima de captura num SCQ com o dispositivo corporal

F - força máxima de captura num SCQ sem o dispositivo corporal

Valores de “b” baseados em testes de queda em laboratório são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Fator de redução da força máxima de captura pelo cinto de segurança

Tipo de cinto	a variação	a recomendado*	comentários
Abdominal	0,8 a 0,9	0,9	
Pára-quedista	0,5 a 0,8	0,8	para
Outro tipo	N/A	1,0	0<f<2

* Nota: recomendado quando o exato valor não é conhecido. Fonte: Sulowski (1991, apud DEBARBA 2012)

O fator de redução “f” é definido como a relação entre a força máxima de impacto num SCQ com o absorvedor de energia (Fs) em relação àquela sem o absorvedor (F), mantidos os demais elementos e condições de queda iguais Debarba (2012). Matematicamente, o fator “s” é obtido da seguinte forma:

$$s = Fs/F \qquad \text{Equação (4)}$$

Durante os testes de queda utilizando dois tipos de absorvedores de energia, Sulowski (1991, apud DEBARBA 2012) verificou que o valor do fator “s” varia de acordo com o fator de queda “f”, assim como com o tipo de corda utilizada.

> Também verificou que ambos os tipos de absorvedores não eram ativados abaixo de determinado nível de tensão, denominado de força de partida. O autor adverte que o uso do absorvedor de energia resulta numa elongação adicional no sistema de captura de queda, com a necessidade de analisar as características do local de trabalho para verificar se existe folga suficiente para impedir que o trabalhador bata no chão durante a queda.

Os resultados dos testes com os absorvedores de energia são mostrados na Tabela 8.

Tabela 8 - Fator de redução “s” pelo absorvedor de energia

Tipo de absorvedor de energia	a variação	b recom.*	Comentários
Costura que rasga (Rose)	0,2 a 0,6	0,6	para 0,1<f<2
Tecido sintético que rasga (Zorba)	0,3 a 0,7	0,7	para 0,5<f<2 e linha de vida sintética
Tecido de rasgar com costura metálica (zorba)	0,2 a 0,6	0,6	para 0,2<f<2 e cabo de aço com diâmetro de 5/15 pol
Sem absorvedor	N/A	1,0	
Tipo de absorvedor de energia	Força de partida (kN)		Elongação adicional do SCQ devido ao absorvedor de energia (m)
Rose	2,5		1,1
zorba	4,5		0,9

* Nota: recomendado quando o exato valor não é conhecido. Fonte: Sulowski (1991); Nigel (2001)

Quanto ao fator de conversão peso rígido/corpo humano “c”, devido ao perigo envolvido nos testes de queda com humanos, o exato valor do fator de conversão “c” não é conhecido. Este fator é portanto substituído por um fator obtido com a relação peso rígido/manequim articulado. Este fator é definido como a relação entre a aceleração transmitida ao peso rígido em relação à aceleração transmitida ao manequim durante a captura de uma queda sobre iguais condições de testes. Matematicamente, o fator “c” é obtido da seguinte forma:

$$\mathbf{c = Frw/F} \qquad \text{Equação (5)}$$

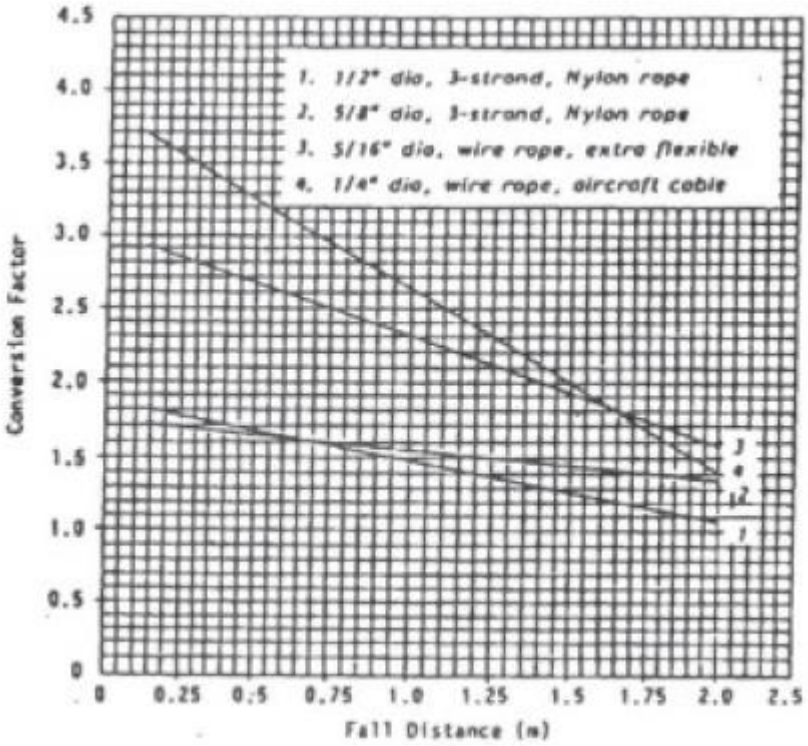
Onde:

Fwr – força máxima de impacto num SCQ com peso rígido

F – força máxima de impacto num SCQ com o manequim

De acordo com Sulowski (1991, apud DEBARBA 2012), o valor de “c” varia com a distância de queda livre “h” e o tipo de corda empregada. Os valores do fator “c” para uso na equação (1) são apresentados na Figura 23. Para alturas de queda livre maior que 2,0 (dois) metros deve ser assumido o valor de c = 1. Este mesmo valor deve ser adotado quando utilizado um cinto de segurança de corpo inteiro (tipo pára-quedista).

Figura 23 - Fator de conversão de “c” em função da distância de queda



Fonte: Sulowski (1991, apud DEBARBA 2012)

A equação (1) para o cálculo da força máxima de impacto não pode ser aplicada diretamente. Sulowski (1991) desenvolveu um algoritmo que deve ser obrigatoriamente seguido, com os seguintes passos:

1 – Deve ser analisada a geometria do local de trabalho em termos de nível de ancoragem, posição inicial do usuário, comprimento do talabarte ou comprimento ativo da linha de vida (e se um trava-quedas é empregado). Esta análise resultará no estabelecimento da distância de queda livre “h”, o comprimento ativo do talabarte ou da linha de vida “L” e, subsequentemente, o fator de queda f = h/L.

2 – Encontrar o módulo de corda “k” para a corda utilizada no talabarte (ou na linha de vida). Utilizar os dados da figura 13 ou encontrar o “k” das curvas de força-elongação dos fabricantes (para cordas sintéticas) ou de experimentos (para cabos de aço).

Obs. A referência nos itens acima à utilização de linha de vida composta por corda sintética ou cabo de aço, bem como o uso de trava-quedas, refere-se ao sistema de captura de quedas

composto por linha de vida vertical. Nos sistemas que utilizam a linha de vida horizontal, normalmente o talabarte é ligado diretamente ao cabo de aço que está fixado nos montantes das duas extremidades do vão.

3 – Calcular a massa total do usuário, incluindo vestimenta, EPI e ferramentas de trabalho.

4 – Estabelecer os fatores de redução “a” e “b” utilizando as tabelas 1 e 2, baseado no tipo de trava-quedas e cinto de segurança utilizado. Assumir a = 1 quando não for utilizado o trava-quedas.

5 – Assumir inicialmente que o fator de redução pelo absorvedor de energia “s” = 1.

6 – Utilizar a já estabelecida distância de queda “h” e o tipo de corda empregado – selecionar o fator de conversão “c” (figura 14). Assumir c = 1 quando um cinto de segurança abdominal é empregado ou quando a distância de queda “h” exceder 2 metros.

7 – Calcular a força máxima de impacto (FMI) utilizando a fórmula (1).

8 – Seguir o algoritmo abaixo para obter o valor final da força máxima de impacto:

a) Se o sistema de captura de queda não contém um absorvedor de energia, a FMI (calculada no item 7) é o valor final, ou

b) Se a FMI (calculada no item 7) é **maior ou igual** à força de partida do absorvedor de energia e a distância de queda livre h é **menor ou igual** à distância de queda estabelecida para o absorvedor de energia, então a FMI final é determinada (ou igualada) pela FMI do absorvedor de energia (e não calculada).

Nota: a distância de queda estabelecida deve ser obtida da literatura sobre o absorvedor de energia (ou dos fabricantes/fornecedores), ou testando.

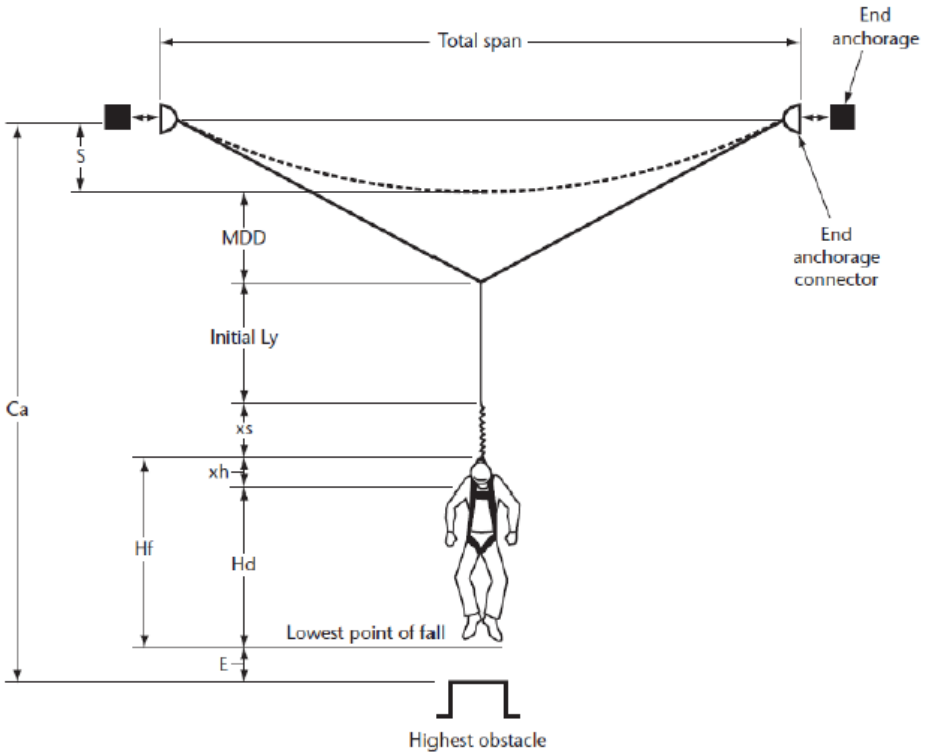
c) Se a FMI (calculada no item 7) é **maior ou igual** à força de partida do absorvedor de energia e a distância de queda livre h é **maior** que a distância de queda estabelecida para o absorvedor de energia, então multiplicar a FMI (do item 7) pelo fator apropriado de redução pelo absorvedor de energia “s” (tabela 3), ou,

d) Se a FMI (calculada no item 7) é menor que a força de partida do absorvedor de energia, então esta FMI (do item 7) é o valor final.

4.2.2 Determinação da distância desobstruída mínima

Para o dimensionamento do sistema de captura de queda com o uso de linha de vida horizontal, a determinação da distância desobstruída mínima é necessária para garantir, após o evento da queda, uma altura mínima de segurança para que o trabalhador não venha a colidir com algum objeto no plano inferior de trabalho. Esta distância é calculada a partir do plano mais alto do sistema (pontos de ancoragem da linha de vida) até o objeto mais alto localizado no plano inferior, mais uma altura de segurança entre o objeto e o ponto mais baixo da queda (pé do trabalhador), conforme pode ser visualizado na Figura 24.

Figura 24 - Representação da distância desobstruída mínima abaixo da ancoragem



Fonte: Norma Z259.13-04 i (2004, apud DEBARBA 2012)

Legenda:

Ca - distância desobstruída mínima abaixo da ancoragem

E - margem de segurança de queda

Hf - altura do trabalhador

Ly - comprimento do talabarte

MDD - deflexão dinâmica máxima da linha de vida horizontal

S - flecha inicial da linha de vida

xs - extensão do absorvedor de energia

xh - estiramento do cinto de segurança

Segundo Debarba (2012), a legislação de diversos países tem estabelecido que a margem de segurança de queda “E” deve ser de pelo menos 1,0 metro, entre as quais podem ser citadas a norma canadense Z259.13-04 (2004), a norma ISO 16024 (2005), e a norma americana OSHA Padrão – 29 CRF, subparte M (2011). No Brasil, a NBR14629 (2010) define o termo zona livre de queda como o somatório do comprimento do talabarte mais seus conectores, mais a extensão do absorvedor de energia, mais a distância entre a fixação do cinturão ao pé do usuário (aproximadamente 1,5 m), mais a distância mínima de imobilização do usuário acima do solo (aproximadamente 1 metro), sendo este último valor a margem de segurança.

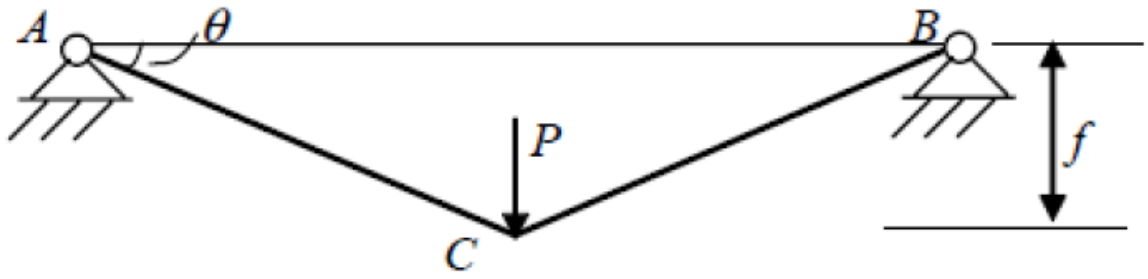
Da figura anterior, também é possível obter os parâmetros altura de queda livre, correspondente à soma da deflexão máxima da linha de vida (flecha) e o comprimento do talabarte (MDD + Ly); altura de frenagem, que é o comprimento relativo à abertura do absorvedor de energia (xs) e a altura total de queda, igual à soma dos dois parâmetros anteriores (MDD + Ly + xs).

4.2.3 Determinação da força de tração na linha de vida e reação nos apoios

Para a determinação destes parâmetros serão consideradas as características dos componentes utilizados na instalação das linhas de vida para a proteção contra quedas em altura na construção civil em Santa Maria. Em geral, as linhas de vida são instaladas com a utilização de montantes metálicos (tubos de aço) como apoio e o uso de cabo de aço na linha de vida horizontal (DEBARBA 2012).

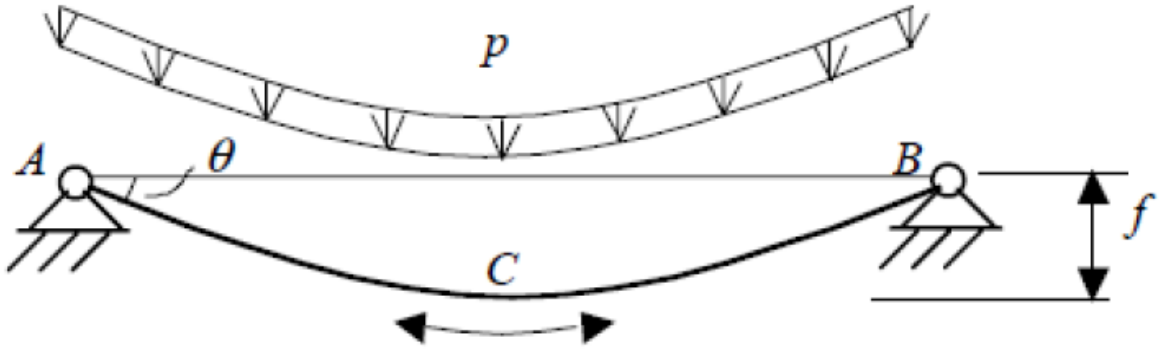
De acordo com Zhang (2001, APUD DEBARBA 2012), o modelo mais simples de linha de vida horizontal é fixando as duas extremidades de um cabo em pontos de ancoragem fixos. Neste modelo, o sistema sob diferentes tipos de carga é mostrado nas Figura 25 a Figura 27

Figura 25 - Sistema de cabo com aplicação de carga concentrada



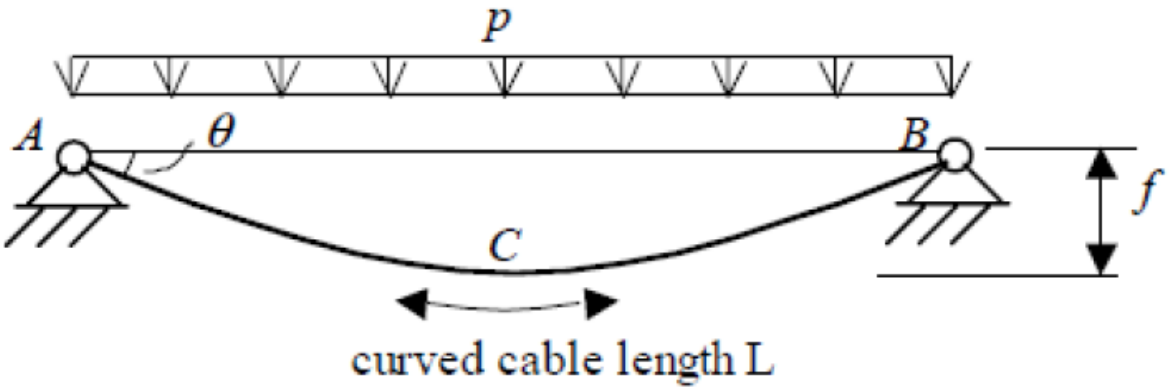
Fonte: Norma Zhang (2001, apud DEBARBA 2012)

Figura 26 - Sistema de cabo aplicação de com carga distribuída e com a forma de catenária



Fonte: Norma Zhang (2001, apud DEBARBA 2012)

Figura 27 - Sistema de cabo aplicação de com carga distribuída e forma parabólica



Fonte: Norma Zhang (2001, apud DEBARBA 2012)

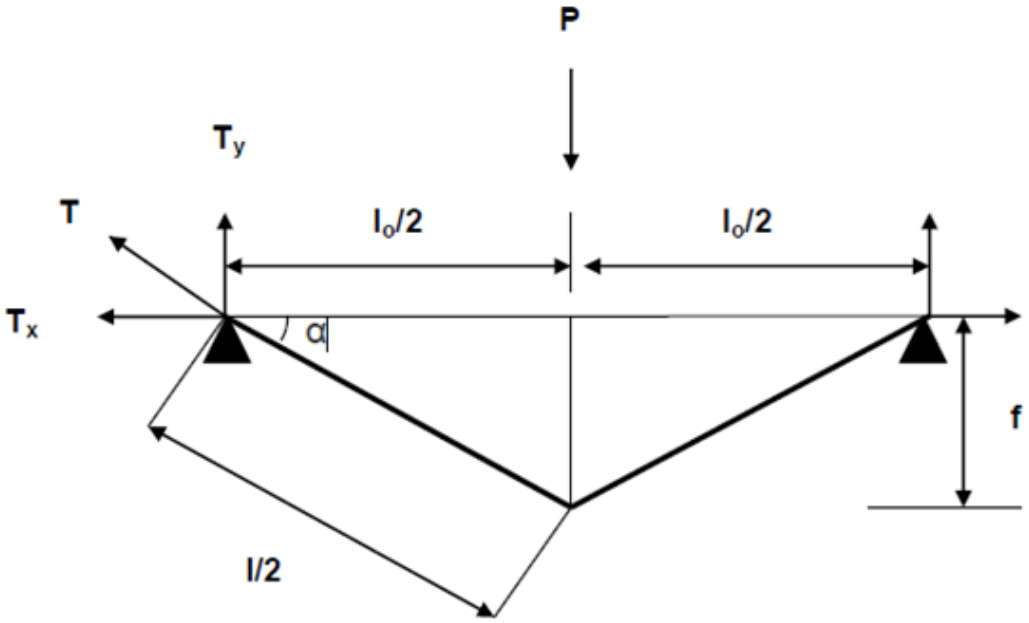
Na Figura 25, a carga “P” concentrada no centro do vão entre os apoios faz com que o cabo assuma o formado de V. Na Figura 26 a carga é uniformemente distribuída ao longo do comprimento do cabo curvado, tomando a forma de catenária. Na figura Figura 27 carga é uniformemente distribuída ao longo da projeção horizontal da linha AB, resultando num cabo com forma parabólica.

No modelo apresentado por Zhang (2001apud DEBARBA 2012), a linha que une os pontos AB é denominada de corda do cabo e representa a distância (vão) entre os apoios (montantes).

> O comprimento da corda para um cabo com uma flecha pequena é quase igual ao comprimento inicial do cabo quando não há carga aplicada ou estando o cabo de aço sob a carga do próprio peso. Sob a ação de uma força transversal ao seu eixo (uma queda) o cabo se flexiona, seja por possuir uma folga no comprimento inicial, seja devido a sua elasticidade, formando um ângulo determinado, denominado de ângulo de deflexão (α). A distância entre a máxima deflexão que ocorre no ponto médio do cabo e a corda do cabo é chamada de flecha (f) (ZHANG 2001).

Neste trabalho será considerada a carga concentrada no cento do vão entre os apoios, assumindo que no evento de queda o trabalhador ira se propagar para o meio da linha de vida e considerando os pontos de fixação do cabo (montantes) como um sistema rígido, conforme representado na Figura 28.

Figura 28 - Linha de vida horizontal sujeita a carga concentrada aplicada no meio do vão



Fonte: Zhang (2001, apud DEBARBA 2012)

Onde:

P - força aplicada

T - força de tração no cabo

Tx , Ty - Projeções de T nos eixos x e y

ℓo - comprimento do vão (distância entre os apoios)

ℓ - comprimento do cabo de aço

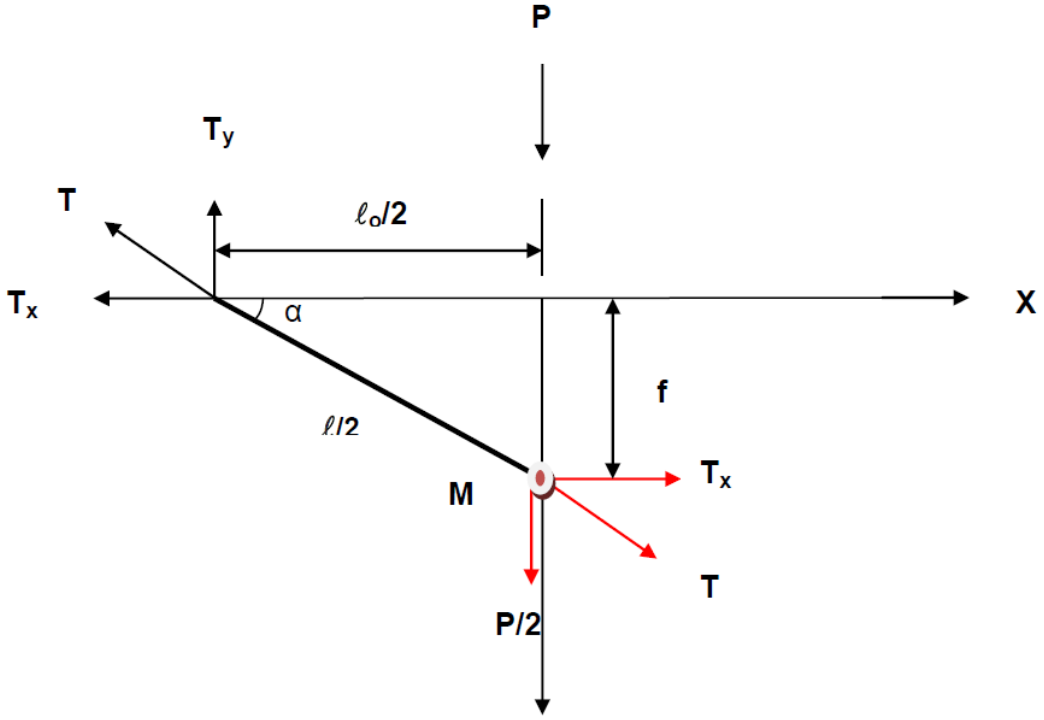
f - comprimento da flecha

Duas situações devem ser analisadas: a primeira, logo após a instalação do sistema, sem considerar a força de impacto pela queda, na qual carga aplicada no cabo é proveniente do seu próprio peso, e, a segunda, após o evento de queda, considerando a carga máxima de captura aplicada no centro do vão pela massa do trabalhador em queda e a deformação elástica do cabo em função da carga aplicada.

No primeiro caso, a análise deve ser feita primeiramente com a determinação do comprimento inicial do cabo de aço (ℓ) sob a carga do seu próprio peso. Para encontrar este valor, devem ser conhecidas a flecha inicial no meio da linha de vida ou a tensão do cabo nos apoios.

A dedução matemática para a obtenção dos parâmetros da linha de vida horizontal é baseada no trabalho de Souza & Branchtein (2009). Seccionando o cabo imediatamente à esquerda do eixo y da Figura 29, e substituindo a parte da direita pela força de tração que ela exerce sobre a parte da esquerda, esta permanece em equilíbrio, conforme representação abaixo.

Figura 29 - Representação das forças geradas na linha de vida



Fonte: modificado de Souza e Branchtein (2009, apud DEBARBA 2012)

O cálculo do comprimento inicial do cabo é obtido da equação abaixo, através do uso do Teorema de Pitágoras:

$$\left(\frac{l_0}{2}\right)^2 + f^2 = \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

Equação (6)

Pela equação do equilíbrio dos momentos em relação ao ponto M, temos:

$T_y = P/2$ Equação (7)

$P/2 \cdot \ell_o/2 - T_x \cdot f = 0$ e, $T_x = P\ell_o/4f$ Equação (8)

O valor do módulo de força de tração (T) é obtido combinando as componentes em x e y (equações 7 e 8):

$$T = \sqrt{\left(\frac{P}{2}\right)^2 + \left(\frac{P \cdot l_0}{4f}\right)^2} = \frac{P}{2f}\sqrt{f^2 + \left(\frac{l_0}{2}\right)^2}$$

Equação (9)

Usando a relação geométrica da equação (6), temos:

$$T = \frac{P \cdot l}{4f}$$

Equação (10)

A força de tração calculada pela equação (10) é constante ao longo de todo o cabo e é o valor utilizado para dimensionar o cabo e os pontos de fixação do cabo. A outra maneira de determinar a força de tração T é através do ângulo formado pela deflexão do cabo sob uma determinada carga. Neste caso, a equação será:

$T = P/2 \text{ sen } \alpha$ Equação (11)

E o ângulo formado é obtido da seguinte forma:

$\alpha = Arctg\ (f/\ell/2)$ Equação (12)

Como sen α = cateto oposto/hipotenusa, $\text{sen } \alpha = f/\ell/2$ e $2 \text{ sen } \alpha = 4f/\ell$, Então, $T = P/4f/\ell$ ou $T = P\ell/4f$, que é idêntica à equação (10).

De acordo com Debarba (2012) no segundo caso, sob um evento de queda, com a carga aplicada no centro do vão, o cabo de aço irá sofrer uma determinada deformação elástica. A deformação elástica de um cabo está relacionada com a elasticidade do aço utilizado e das

características de sua construção. Ela é diretamente proporcional à carga aplicada e ao comprimento do cabo e inversamente proporcional ao seu módulo de elasticidade e área metálica:

$\ell - \ell 1 = T\ell 1/EAm$ onde, Equação (11)

$\ell 1$ - comprimento inicial do cabo (sem tensão),

ℓ - comprimento do cabo com tensão,

T – força de tração no cabo,

E - módulo de elasticidade do cabo,

A_m - área metálica do cabo

Conforme Debarba (2012) No estado do equilíbrio, a tensão no cabo é dada pelas equações (10) ou (11), e a relação entre o comprimento do cabo e a flecha continua sendo calculada pela equação (6). A partir destas equações, pode-se encontrar os valores da tração no cabo (T) e as reações nos apoios, do comprimento do cabo no equilíbrio (ℓ) e da flecha no equilíbrio (f).

Para o cálculo do comprimento do cabo sob uma carga (P) aplicada no centro do vão é necessário conhecer a força de tração no cabo de aço (T). Como este parâmetro não é conhecido, o seu valor pode ser obtido de forma interativa, assumindo um valor de T e, com o uso das equações (6) e (10), calcular os valores da flecha (f) e o valor de T calculado, repetindo a operação até que os valores de T estimado e calculado se aproximem. Segundo Souza e Branchtein (2009), o problema pode ser simplificado, sem a necessidade de utilização do modo interativo, considerando que a tensão de ruptura de um cabo é proporcional a sua área metálica. Os autores verificaram que para os diversos diâmetros de um cabo de aço da classe 6x19 com alma de aço de cabo independente, formado por arames da faixa de resistência à tração EIPS, a razão entre a carga de ruptura e a área metálica varia muito pouco com o diâmetro do cabo. Com a adoção de um fator de segurança igual a 5 (escolhendo um cabo com carga de ruptura igual a 5 vezes a força de tração), foi calculado que o alongamento do cabo (ℓ) é de $1{,}0024\ell 1$. Assim, a equação (11) se reduz a $\ell = 1{,}0024\ell 1$. DEBARBA (2012)

O valor do comprimento do cabo tensionado (ℓ) também pode ser obtido pela seguinte equação:

$\ell = (1 + \varepsilon)\ell 1$ (12)

Sendo que: $\varepsilon = Tr/nEAm$, onde:

ε - alongamento,

Tr – carga de ruptura do cabo,
Am – área metálica do cabo,
E – módulo de elasticidade,
n – fator de segurança.

4.2.4 Fatores de segurança para o cabo de aço

Segundo Souza e Branchtein (2010, apud DEBARBA 2012), um dos parâmetros mais importantes de um cabo de aço é a sua carga de trabalho, a qual representa a força de tração máxima que o cabo pode ser submetido com segurança. Esta carga não deve exceder, via de regra, a um quinto de sua carga mínima de ruptura. O fator, ou índice de segurança de um cabo é dado pela razão entre a sua carga de ruptura mínima e sua carga de trabalho. A carga de ruptura de um cabo está relacionada com a resistência dos seus arames multiplicada pela soma da área metálica de todos os arames.

Os fatores de segurança de para cabos de aço variam, tipicamente, de 3 a 12, dependendo do tipo de aplicação. No Brasil, a NR 18, no item 18.16.2.1, estipula que 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, correspondendo a um fator de segurança n = 5, independente do tipo de aplicação do cabo.

Conforme Debarba (2012) as normas estrangeiras que tratam sobre o projeto de sistemas de linha de vida horizontal têm estabelecido fatores de segurança menores que normatização brasileira. A norma ANSI Z359.2 (2007), do Instituto Americano de Padronização Nacional, estabelece que a linha de vida horizontal deve sustentar no mínimo duas vezes a tensão máxima produzida na linha durante a captura da queda na direção aplicada pelas forças da linha de vida. Do mesmo modo, a norma ISO 16024 (2005) e a norma americana OSHA Padrão – 29 CRF, subparte M (2011) definem um coeficiente de segurança mínimo de 2,0.

4.3 Roteiro para a elaboração do projeto do sistema de proteção contra queda (LVH)

Para melhor entendimento do assunto será apresentado um roteiro prático para dimensionamento da linha de vida, juntamente com um exemplo de aplicação, utilizando valores reais os quais se apresentam a baixo.

4.3.1 Força máxima de captura de queda

Para o cálculo da força máxima de captura de queda serão utilizados os seguintes parâmetros:

- Massa do trabalhador + vestimenta + ferramentas de trabalho + EPI: 100 kg;
- Uso de talabarte de nylon de 16 mm de diâmetro, com absorvedor de energia;
- Comprimento do talabarte “L”: 0,90 m. De acordo com a NBR 15834 (2010), o comprimento L1 de um talabarte de segurança simples, duplo ou regulável com seus terminais, não pode exceder 2 m em sua totalidade, medido a partir dos pontos de contato dos terminais. Quando os talabartes tiverem mais de 0,90 m, e forem utilizados em um sistema antiqueda, devem possuir absorvedor de energia; Talabarte adotado de 1,5 m.
- Uso do cinto de segurança tipo paraquedista;
- Alturas de queda livre “h”: 1,5 m;
- Fatores de queda “f” (obtidos da relação f = h/L): 1,0;
- Módulos de corda “k” do talabarte (obtidos da figura 13 para os fatores de queda calculados).
- Para o talabarte de nylon com 16 mm de diâmetro: 35000 N (f = 1,0)
- Fator de redução do trava-quedas “a”: 0,7, (para trava-queda tipo inercial linha de vida com cabo de aço);
- Fator de redução para o cinto de segurança “b”: 0,8 (cinto paraquedista);
- Fator de redução pelo absorvedor de energia “s”: 0,6 (para um absorvedor de energia tipo Tecido de rasga com costura metálica (Zorba));
- Fator de conversão peso rígido/corpo humano “c”: 1,0 (Sulowski, 1991). Adotado quando utilizado um cinto de segurança de corpo inteiro (tipo paraquedista).

Definidos os parâmetros, o valor da força máxima de captura é obtido através da equação (Figura 21), seguindo o algoritmo proposto por Sulowski (1991).

$$\boldsymbol{F = 10 \times m + 4,5 \times \sqrt{\mathrm{k} \times \mathrm{f} \times \mathrm{m}} \times \frac{a \times b \times c}{c}} \qquad \text{Equação (1)}$$

- Dados adotados para o dimensionamento do cabo de o calculo da linha de vida

Para o cálculo das reações no cabo de aço e nos apoios da linha de vida e para o dimensionamento do cabo de aço serão utilizados os seguintes parâmetros:

- Distância entre os apoios (montantes): 6 m
- Flechas inicial após a montagem do sistema: 2% do comprimento do vão (distância entre os apoios);
- Carga aplicada no centro do vão durante o evento de queda: 382,87 kgf, correspondendo à força calculada durante a captura de queda de um trabalhador;
- Comprimento inicial do cabo de aço sem tensão: obtido pelo uso da equação (6);

$$\left(\frac{l_0}{2}\right)^2 + f^2 = \left(\frac{l}{2}\right)^2$$

Equação (6)

- Comprimento do cabo de aço com tensão: ℓ = 1,0024ℓ1 para um coeficiente de segurança n = 5 (Souza e Branchtein, 2010);
- Flechas finais no centro do vão com o cabo tensionado: obtidas pelo uso da equação (6);
- Ângulo de deflexão no centro do vão com o cabo tensionado: obtido pelo uso da equação (12);
- Força de tração no cabo e nos apoios: obtida pelo uso da equação (10);

- Relação entre a força de tração no cabo e a carga aplicada (T/P) para as cargas.

4.3.2 Calculo da força máxima de captura:

Considerando: 1 pessoa (massa do trabalhador + vestimenta + ferramentas de trabalho + EPI): presa ao cabo guia, 100 kg

$$\boldsymbol{F = 10 \times m + 4,5 \times \sqrt{\mathrm{k} \times \mathrm{f} \times \mathrm{m}} \times \frac{a \times b \times c}{c}}$$

F= 3828,69 KN, valor que corresponde a **382,87 kgf**

Os resultados revelam que para a altura de queda livre avaliada de 1,5 m, a força máxima de impacto respeita o limite do absorvedor de energia e não ultrapassa o limite legal de 600 kgf estabelecido na legislação assim evitando danos a integridade do trabalhador.

4.3.3 Dimensionamento do cabo de aço

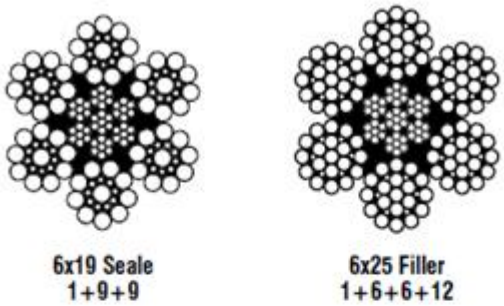
O resultado do comprimento final do cabo de aço fora calculado através da Equação (ℓ = 1,0024ℓ1) e a flecha final calculada através da Equação (6), a força de tração no cabo e nos apoios para comprimento do vão de 600 cm entre os apoios através da Equação (10) para o sistema de captura de queda com o uso de linha de vida horizontal os mesmos são apresentados a seguir.

Flecha final calculada de **3,47%**→que corresponde a **20,08 cm**.
Comprimento inicial do cabo→**600 cm**.
Comprimento final do cabo→**601,44 cm**.
Força de tração no cabo e nos apoios calculada→**2767,70 kgf**.

4.3.3.1 Determinação do diâmetro do cabo de aço para a linha de vida horizontal em função do comprimento da flecha e da carga aplicada

Para a tração atuante no cabo de aço encontrada respeitando o que pede a Norma NR 18 no item 18.16.2.1, (**Resistência do cabo= 2,78 tf**) estipula que 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, correspondendo a um fator de segurança n = 5, independente do tipo de aplicação do cabo. Desta maneira é necessário um cabo ao qual resista a uma **força de 13,84 tf.** Na Tabela 9 é apresentado à resistência do cabo de aço com alma de aço conforme seu diâmetro:

Tabela 9 - Cabo de aço classe 6x19 – alma de aço



Diâmetro		Massa Aprox. (kg/m)	Carga de Ruptura Mínima (tf)	
mm	pol.		IPS	EIPS
3,2	1/8"	0,040	0,65	0,73
4,8	3/16"	0,096	1,46	1,64
8,0	5/16"	0,268	-	4,80
9,5	3/8"	0,352	-	6,86
11,5	7/16"	0,519	-	9,30
13,0	1/2"	0,685	-	12,10
14,5	9/16"	0,868	-	15,20
16,0	5/8"	1,058	-	18,70
19,0	3/4"	1,496	-	26,80
22,0	7/8"	2,036	-	36,10
26,0	1"	2,746	-	47,00
29,0	1.1/8"	3,447	-	59,00
32,0	1.1/4"	4,192	-	72,60
38,0	1.1/2"	6,009	-	103,30
42,0	1.5/8"	7,120	-	122,00
45,0	1.3/4"	8,368	-	141,00
52,0	2"	10,921	-	183,70

Fonte: CIMAF (2009)

O cabo de aço escolhido foi o de 14,5 mm o qual apresenta resistência superior a 15,20 tf, assim respeitando a Norma 18.

4.3.4 Cálculo da distância mínima desobstruída

À distância desobstruída mínima é calculada através da soma da deflexão máxima de linha de vida (comprimento da flecha), mais o comprimento do talabarte, mais a altura de frenagem (comprimento da abertura do absorvedor de energia) e mais uma distância de segurança de 1,0 m. Sendo o talabarte de 1,5 m de comprimento, a altura de frenagem de 1,0 m, a distância de segurança de 1,0 m, e os resultados encontrados para um comprimento final da flecha de 0,24 m (distância entre apoios de 6,00 m e flecha inicial de 2% do vão entre apoios), a distância

mínima abaixo do plano de trabalho deve ser de 3,74 m. Isto significa dizer que se o trabalhador estiver em atividade na periferia da obra e sofrer uma queda para fora da edificação, esta distância mínima de área desobstruída deverá ser garantida.

A outra situação diz respeito às atividades em altura realizadas no interior da edificação, como, por exemplo, a montagem das formas e a colocação da ferragem para a concretagem das vigas internas. Neste caso, para evitar que o trabalhador se choque com a laje em caso de queda, a linha vida deveria ser instalada em altura superior a 3,74 m, utilizando os valores do exemplo acima.

A diminuição da distância mínima desobstruída pode ser obtida através da alteração no comprimento do talabarte e no comprimento da flecha. No primeiro caso, a redução no comprimento do talabarte traz como consequência a diminuição da área de movimentação do trabalhador, podendo inviabilizar algumas atividades. Já a redução no comprimento da flecha aumenta a força de tração no cabo de aço e nos apoios, necessitando de estruturas mais robustas para sustentar as forças geradas durante a queda.

5 CONCLUSÃO

O estudo apresentado buscou evidenciar a importância da segurança do trabalho em canteiros de obra da construção civil. Realizou-se uma abordagem em obras na cidade de Ijuí/RS, priorizando salientar a utilização de medidas de proteção contra queda de altura.

Verificou se a necessidade de uma evolução no campo da construção civil para que, através disso crie se melhorias nas áreas técnicas, construtivas e de projetos, e principalmente da atenção para com os trabalhadores.

Os dados referentes ao assunto segurança demonstram números positivos para as obras entrevistadas. Porém os mesmos não revelam a realidade do setor da construção civil na cidade, pois as empresas que participaram da pesquisa já se consolidaram no mercado local e utilizam algum mecanismo de certificação para controle da qualidade no canteiro de obras. O que nem sempre acontece em empresas que, buscam seu espaço no mercado, empresas menores ou que colocam a proteção do trabalhador em segundo plano.

Nesta pesquisa, foi possível notar uma conscientização por parte de empresários, investidores da construção, técnicos de segurança, engenheiros e outros. O que se percebeu, também, foi à preocupação da maioria dos trabalhadores com o assunto.

Outro aspecto abordado pela pesquisa refere-se ao sistema de captura de queda com o uso de vida, evidenciando que o projeto deve ser feito de forma criteriosa, englobando os diversos aspectos envolvidos num evento de queda. O roteiro apresentado deve ser seguido criteriosamente de maneira que se preserve a integridade dos trabalhadores envolvidos nas atividades com perigo de queda.

Cabe ressaltar, ainda, que com as diversas variáveis envolvidas no processo, se faz necessário uma legislação brasileira mais específica sobre a parte de projeto de dimensionamento devido à complexidade do sistema.

Como sugestão para trabalhos futuros, fazer um estudo de caso em parceria com uma empresa do setor e verificar o sistema de proteção contra quedas instalado do tipo linha de vida,

verificando-se o mesmo está corretamente dimensionado e instalado conforme projeto. Sugere-se também, avaliar, o custo de implantação do sistema de proteção contra quedas no canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

Anuário Brasileiro de Proteção 2013: Estatística de acidentes Brasil. **Revista Proteção**, Brasil, 2013. Disponível em:< http://www.protecao.com.br/materias/anuario_brasileiro_de_p_r_o_t_e_c_a_o_2013/brasil/J9y4Jj>. Acesso em: 30 abr. 2014.

BASZCZYŃSKI, Krzysztof; ZROBEK, Zygmunt. **Dynamic Performance of Horizontal Flexible Anchor Lines During Fall Arrest—A Numerical Method of Simulation**. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics 2, Polónia, v. 6, nº. 4, 2000. Disponível em:<http://portal.ciop.pl/CIOPPortalWAR/file/72549/201312120289&R2000-V6-N4-str521-534.pdf;jsessionid=lk8fS8VGYfrGTPpBJ4tJmpkTk7LWJCJJ29pwbG88BJbpHdyTm3vw!1876673202>. Acesso em 30 abr. 2014.

BAXENDALE, T.; JONES, O. **Construction design and management safety regulations in practice - progress on implementation**. International Journal of Project Management, Buckinghamshire, v. 18, p. 33-40, 2000.

BRASIL. Decreto Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. **Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências**. Disponível em:< http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8213cons.htm>. Acesso em 30 de abr. de 2014.

BRASIL. Ministério da Previdência Social. **AEPS 2012 – seção IV – acidentes do trabalho**. Disponível em:<http://www.previdencia.gov.br/estatisticas/aeps-2012-anuario-estatistico-da-previdencia-social-2012/aeps-2012-secao-iv-acidentes-do-trabalho/>. Acesso em 30 de abr. de 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Análise de Acidentes do Trabalho Fatais no Rio Grande do Sul: a experiência da Seção de Segurança e Saúde do Trabalhador - SEGUR**.

Porto Alegre: Superintendência Regional do Trabalho e Emprego do Rio Grande do Sul. Seção de Segurança e Saúde do Trabalhador/SEGUR, 2008. 336 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Protocolo de Notificações de Acidente do Trabalho Fatais, Graves e com Crianças e Adolescentes**. 2006. Disponível em:< http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/protocolo_not_acidentes_trab.pdf>. Acesso em 30 abr. de 2014.

CASTRO, Francisco. A força e a importância da construção civil na economia brasileira. **Amapá digital**. Disponível em: <http://www.amapadigital.net/francisco_castro_view.php?ID=1415>. Acesso em: 30 abr. 2014.

CIMAF. **Manual Técnico de Cabos.** 2009. Disponível em:<www.cimaf.com.br> Acesso em 10 dez. de 2014.

DEBARBA, Lúcio. **Sistemas de Proteção Contra Queda de Altura na Construção Civil.** 2002. 42 f. Monografia (Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do trabalho) - Universidade Franciscana, Santa Maria, 2012.

Estudo Setorial da Construção. **DIEESE**, São Paulo, 2011, nº 56 – abr. 2011. Disponível em <http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A2E7311D1012FE92DE9D55581/estudo_setorial_construcao_04-2011.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2014.

Fundacentro: **Recomendações Técnicas de Procedimentos 01**. Disponível em:<http://www.fundacentro.gov.br/buscar?v=rtp&vi=O+que+voc%C3%AA+procura%3F&x=0&y=0> Acesso em mai. de 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 184 p.

GONÇALVES, E. A. **Manual de segurança e saúde no trabalho**. 2. ed., São Paulo, LTr, 2003. 1454 p.

GROHMANN, Márcia Zampieri. **Segurança no trabalho através do uso de epi's**: estudo de caso realizado na construção civil de Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 1997.

GULIN. **Linha de vida totalflex GULIN em cabo de aço**: **para telhados, áreas de carga e beirais com comprimento ilimitado em retas e curvas**. Disponível em:< http://gulin.com.br/conteudob.asp?IDMenu=26>. Acesso em 30 abr.de 2014.

GULIN. **Trabalho em telhados e coberturas**. Disponível em:<http://gulin.com.br/produtos-detalhe.asp?IDMenu=22&IDCat=41&IDProd=194>. Acesso em 30 de abr. de 2014

Informe de Previdência Social: **Segurança do Trabalho no Brasil**. Disponível em:<http://www.previdencia.gov.br/arquivos/office/3_081014-104627-116.pdf>. Acesso em 30 abr. de 2014.

JÚNIOR, Jadir Ataíde Diniz. **Segurança do trabalho em Obras de Construção Civil: Uma abordagem na cidade de Santa Rosa – RS**. Ijuí: Editora Unijuí, 2002. 85p. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Tecnologia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 2002.

MONTEIRO, L. F.; LIMA, M. L. M. e SOUZA, M. J. P.de. **A importância da saúde e segurança no trabalho nos processos logísticos.** XII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil. 2005.

Norma Regulamentadora NR-18: Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção. Manuais de Legislação Atlas, Segurança e Medicina do Trabalho, 48ª edição, Editora ATLAS: São Paulo, 2001.

OIT. **A Prevenção das Doenças Profissionais.** 2013. Disponível em:<http://www.oitbrasil.org.br/sites/default/files/topic/gender/doc/safeday2013%20final_1012.pdf>. Acesso em 30 abr. de 2014.

PIRES, Débora Simone. **NR – 18 Riscos e Segurança na Construção Civil em Discussão**. 2010. 127 f. Monografia (Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2010.

Previdência Social. **Anuário estatístico da Previdência Social**. Disponível em:<http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2013/05/AEPS_2012.pdf>. Acesso em 30 abr. de 2014

Revista proteção**. Acidente na construção sobe acima da média**. Disponível em:<http://www.protecao.com.br/noticias/estatisticas/acidente_na_construcao_sobe_acima_da_media/AnjbJy/991>. Acesso em: 30 abr. de 2014.

RICHES, David; SQUARED, Safety; Feathers, Leonard J. International Fall Protection Symposium, 1998 [Wuppertal, ALE]. Disponível em:< http://www.safetysquared.net/wp-content/uploads/ISFP_1998_HLL-presentation.pdf>. Acesso em 30 abr. de 2014.

Segurança e Saúde na Indústria da Construção no Brasil: **Diagnóstico e Recomendação para a Prevenção dos Acidentes de Trabalho**. Brasília, 2013. 59 p.

Trabalho Seguro: **Programa Nacional de prevenção de acidentes do trabalho**. 2011. Disponível em:<http://www.tst.jus.br/web/trabalhoseguro/dados-nacionais>. Acesso em 30 abr. de 2014.

UNIJUÍ. **Trabalhos Acadêmicos Apresentação, Referência e Citações**. Ijuí, 2011. 36 p. (Série educação 85)