

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

GILVANDRO LINZMEYER

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA PARA TRABALHO EM ALTURA
EM PONTE FÉRREA**

MONGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

**CURITIBA
2014**

GILVANDRO LINZMEYER

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA PARA TRABALHO EM ALTURA
EM PONTE FÉRREA**

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR. Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

**CURITIBA
2014**

GILVANDRO LINZMEYER

**PROPOSTA DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA PARA TRABALHO EM ALTURA
EM PONTE FÉRREA**

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

Banca:

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

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

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

**CURITIBA
2015**

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

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial na minha vida, por ter me dado força, saúde e perseverança para conseguir alcançar meus objetivos, objetivos esses que irão me levar á realização dos meus sonhos. Dedico também a minha mãe, pai, esposa e irmãos, sem vocês nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram presentes na minha trajetória acadêmica: professores, colegas de turma, pessoal responsável pela limpeza e conservação do campus, Sr Paulo (auxiliar coordenação), a Sra Izabel (secretária do curso) e a todos aqueles que de alguma maneira contribuíram para que meu sonho fosse alcançado. Agradeço também ao meu orientador Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai pela paciência e dedicação prestada. Agradeço em especial a minha esposa que sempre me motivou a correr atrás dos meus sonhos, sempre paciente e companheira em todos os momentos. Agradeço aos meus pais que me deram a base para a vida, ensinaram-me que é preciso trabalhar muito para alcançar os objetivos. Agradeço ao meu sogro e sogra pelas palavras de incentivo e apoio incondicional.

Enfim, agradeço pela minha vida e pelas pessoas que fazem parte dela, sem vocês essa conquista não teria valido a pena.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo principal verificar através dos quesitos de segurança da norma NR 35 o correto funcionamento de um sistema de segurança para trabalho em altura em pontes férreas. Mais especificamente objetivou-se contextualizar e apresentar os princípios da NR 35; propor um projeto de sistema de segurança para o trabalho em altura em pontes férreas. Com o objetivo principal de solucionar o problema de segurança em altura neste tipo de atividade foi apresentado um projeto de Linha de Vida para o trabalho seguro em altura envolvendo pontes férreas. Como metodologia fez-se um estudo de caso envolvendo pontes férreas, no qual se construiu uma linha de vida para esta atividade, contendo o memorial de cálculo de todos os componentes do projeto. A viabilidade do equipamento ficou comprovada com a aprovação da equipe técnica do contratante, onde foram acompanhadas 22 obras do referido dispositivo de segurança, foi possível observar que o mesmo trouxe maior segurança aos trabalhadores para sua movimentação em altura. Destaca-se por fim, que muito ainda deve ser realizado com relação à segurança dos trabalhadores brasileiros, especialmente no que se refere a segurança do trabalho em altura. Sugere-se que este trabalho possa contribuir com as pesquisas acadêmicas, bem como com a segurança do trabalho nestas condições que envolvem altos riscos à vida e à saúde do trabalhador.

Palavras-chave: Norma Regulamentadora. Segurança. Trabalho em Altura.

ABSTRACT

This study aimed to verify through the security questions the norm NR 35 the correct operation of a security system for working at height on railway bridges. More specifically aimed to contextualize and present the principles of NR 35; propose a security system project for work at height on railway bridges. With the main objective to solve the security problem in time in this type of activity was presented a Life Line project for safe working at heights involving railway bridges. The methodology became a case study involving railway bridges, where they built a life line for this activity, containing all project components calculation memorial. The feasibility of the equipment was proven with the approval of the contractor's technical team, which were accompanied by 22 works of said safety device, we observed that it provide greater security to workers for their handling in height. It stands finally, that much remains to be done regarding the safety of Brazilian workers, especially as regards the safety of working at height. It is suggested that this work can contribute to academic research as well as the safety of the work in these conditions that involve high risks to life and health oh the worker.

Keywords: Regulatory Standard. Security. Working at Height.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fases de criação da NR 35	15
Tabela 2 – Aplicações x Fator de Segurança.....	24
Tabela 3 – Cargas e rupturas.....	25
Tabela 4 – Resistência dos fios e componentes	25
Tabela 5 – Dimensões de sapatilhas para cabos de aço	26
Tabela 6 – Especificações do perfil “U”	27
Tabela 7 – Tabela de parafuso de suspensão (olhal)	27
Tabela 8 – Diâmetro da Polia ou do Tambor.....	28
Tabela 9 – Dimensões da viga de sustentação.....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tirefond	29
Figura 2 – Instalação do Tirefond.....	30
Figura 3 – Cabo de aço 8mm.....	36
Figura 4 – Sapatilha para proteção de cabo de aço.....	37
Figura 5 – Perfil “U” para fixação de cabo de aço 8mm.	38
Figura 6 – Viga de sustentação do cabo de aço instalada	39
Figura 7 – Olhal de içamento	40
Figura 8 – Ponto de Ancoragem.....	40
Figura 9 – Ponto de tração	41
Figura 10 – Visão geral da linha de vida sobre ponte férrea	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVA	11
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 NORMA REGULAMENTADORA 35: CONTEXTO HISTÓRICO	14
2.2 PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA ESTABELECIDOS PELA NR 35	17
2.2.1 Responsabilidades	17
2.2.2 Planejamento dos trabalhos em altura	18
2.2.3 Fatores de risco nos trabalhos em altura	20
2.2.4 Análise de risco	21
2.2.5 Permissão de Trabalho - PT	23
2.3 PROCEDIMENTOS PARA BASE DE CÁLCULOS	24
2.4 FIXAÇÃO NOS DORMENTES	28
2.5 MANUTENÇÃO FERROVIÁRIA	30
3 METODOLOGIA	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1 PECULIARIDADES DO TRABALHO EM ALTURA EM PONTES FÉRREAS	34
4.2 MEMORIAL DE CÁLCULO	34
4.2.1 Dimensionamento do cabo de aço para “linha da vida”	34
4.2.1.1 Verificação da tensão admissível no cabo	35
4.2.1.2 Considerações complementares no uso de cabos de aço	36
4.2.2 Dimensionamento das vigas de fixação do cabo de aço	37
4.2.3 Dimensionamento do olhal de ancoragem	39
4.2.4 Dimensionamento da catraca	41
4.2.5 Resultados finais	42
4.3 VIABILIDADE DO SISTEMA	43
5 CONCLUSÃO	45
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A Norma Regulamentadora 35 (NR 35) do Ministério do Trabalho e Emprego, a exemplo de outras normas regulamentadoras foi criada com intuito de prover segurança nos trabalhos realizados em altura. De acordo com um contexto histórico de acidentes de trabalho no Brasil, aproximadamente entre 30 e 40% dos acidentes estão relacionados a quedas de altura (MTE, 2012).

A NR 35 teve seu advento a partir dos resultados de um estudo apresentado em um evento envolvendo profissionais da construção civil no ano de 2010 em São Paulo, o 1º Fórum Internacional de Segurança em Trabalhos em Altura (MTE, 2012). Cabe destacar que a construção civil, durante muitos anos, se caracteriza como o setor produtivo que encabeça as estatísticas de acidentes de trabalhadores em altura no Brasil.

Diante deste cenário preocupante, iniciaram estudos multidisciplinares que vieram a resultar na edição da NR 35, publicada por meio da Portaria SIT n.º 313, de 23 de março de 2012, que apresenta os requisitos mínimos de segurança para o trabalho seguro em atividades envolvendo altura, estabelecendo os princípios de planejamento, organização e execução desta atividade (MTE, 2012).

Ocorre que mesmo com o estabelecido nesta NR, a norma carece de adaptações no que concerne alguns ambientes e sistemas produtivos. Por exemplo, a NR estabelece a obrigatoriedade de sistemas de segurança para o trabalho em altura, porém sem indicar os tipos adequados para cada atividade.

Nesse sentido, o presente trabalho tem o intuito de colaborar com a NR 35, propondo um sistema de segurança em altura para o trabalho em pontes férreas.

1.1 PROBLEMA

A problemática que orienta este estudo visa responder ao seguinte questionamento: Qual a possibilidade de construção de um sistema de segurança para o trabalho em altura em pontes férreas?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Esta monografia tem como objetivo geral verificar através dos quesitos de segurança da norma NR 35 o correto funcionamento de um sistema de segurança para trabalho em altura em pontes férreas.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Verificar a viabilidade do sistema de segurança;
- Identificar as peculiaridades do trabalho em altura em pontes férreas;

1.3 JUSTIFICATIVA

De acordo com o que estabelece o Manual de auxílio na interpretação e aplicação da norma regulamentadora 35 - Nr-35 comentada (2012), somente o fato da criação de um instrumento legal, não contempla todas as situações envolvendo trabalhos em altura, devido o número variado de atividades existentes, dotados de peculiaridades e complexidade, tais como a construção civil, manutenção industrial, telefonia, transporte e movimentação de cargas, dentre outros. Por mais abrangente que seja a NR 35, esta não abrange uma variada gama de trabalhos existentes em todos os setores.

Segundo o que cita Luiz Carlos Lumbreras Rocha, coordenador do Grupo de Trabalho Tripartite responsável pela elaboração da NR 35, o trabalho apresentado no manual citado anteriormente “[...] fornece orientações restritas ao texto da Norma, não esgotando a discussão e a amplitude interpretativa. Tampouco fornece soluções

para as diferentes condições de segurança em trabalhos em altura, tarefa impossível mediante a diversidade dos ambientes e situações existentes.” (MTE, 2012, p. 5).

Assim, o objeto do presente estudo se encontra relacionado a uma condição peculiar de trabalho em altura, ou seja, em pontes férreas, onde poucos trabalhadores desenvolvem atividades. Nesse contexto, justifica-se este tema que diz respeito à proposição de um sistema de segurança para trabalhos em altura neste ambiente.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho se encontra estruturado em cinco capítulos, iniciando pelo capítulo introdutório que traz uma abordagem abrangente sobre o tema, os objetivos do trabalho, sua problemática e os argumentos que o justificam.

No segundo capítulo é realizada uma contextualização da Norma Regulamentadora 35, um breve contexto histórico, sua importância e seus princípios na segurança do trabalhador nos trabalhos em altura e a base de cálculo utilizada para o dimensionamento do objeto da proposta.

A metodologia utilizada nesta pesquisa é apresentada no capítulo 3. Já no quarto capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, com a proposição do sistema de segurança em altura para o trabalho em linha férrea.

Por fim, o último capítulo traz as conclusões e considerações finais da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Seguindo um processo contínuo que busca trazer cada vez mais segurança aos trabalhadores brasileiros, as normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho são editadas com a proposta de disciplinar os processos de trabalho no que diz respeito à qualidade de vida dos trabalhadores no ambiente laboral.

No que se refere o cenário dos trabalhos realizados em altura, cabe destacar, que segundo dados do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2012) e de várias outras publicações sobre o assunto, as quedas representam aproximadamente 40% dos acidentes de trabalho no Brasil, e um dado ainda mais preocupante, correspondem a 25% das mortes de trabalhadores envolvidos neste tipo de acidente.

Os trabalhos em altura no Brasil, até a edição da NR 35 não recebiam a devida atenção, no que diz respeito a segurança dos trabalhadores, sendo tratados genericamente em normas regulamentadoras voltadas a outras áreas, como no caso da NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção (BAU, 2012).

No entanto, de acordo com dados do MTE (2012), acidentes fatais por queda de altura ocorrem principalmente: em obras e reformas, durante a montagem de estruturas, nos serviços de manutenção e reforma de telhados, nos serviços de manutenção e limpeza de fachadas, nos serviços em postes elétricos e em linhas de transmissão, nos trabalhos em torres de telecomunicações, dentre vários outros.

Dessa maneira, de acordo com as estatísticas alarmantes sobre acidentes envolvendo o trabalho em altura, no ano de 2010 iniciaram os estudos para a criação de uma norma específica que atendesse as necessidades de segurança para os trabalhos em altura, que culminaram na edição da NR 35, no ano de 2012.

2.1 NORMA REGULAMENTADORA 35: CONTEXTO HISTÓRICO

No ano de 2010, com a realização do 1º Fórum Internacional de Segurança em Trabalhos em Altura, promovido pelo Sindicato dos Engenheiros do Estado de São Paulo, trouxe o panorama dos acidentes de trabalho ocorridos nas atividades envolvendo altura, concluindo-se pela necessidade da criação de uma norma específica que regulamentasse as diversas atividades realizadas com esta característica.

Segundo o Ministério do Trabalho (2012), com os resultados apresentados pelo Fórum, foi encaminhado ao Ministério do Trabalho e Emprego a demanda para a criação de uma NR específica. Tal demanda foi submetida a Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), e por meio da Secretaria de Inspeção do Trabalho foi criado um grupo técnico formado por profissionais de variados ramos de atividades para os estudos do trabalho em altura ainda em maio e junho de 2011. O resultado do trabalho deste grupo foi a criação do texto base da NR 35.

Ainda no ano de 2011, a proposta do texto normativo foi disponibilizado para consulta pública, e em agosto do mesmo ano foram recebidas as sugestões de ampliação e alterações necessários. Nesse contexto foi criado o Grupo de Trabalho Tripartite (GTT), que após reuniões realizadas entre setembro e dezembro de 2011, publicou o texto final da Norma, aprovado também pela CTPP.

Assim, em 26 de março de 2012, foi publicada a Portaria SIT n.º 313 de 23 de março de 2012, criando a Norma Regulamentadora para Trabalhos em Altura – NR 35. Também neste mesmo documento foi criada a Comissão Nacional Tripartite Temática da NR 35 – (CNTT NR 35), com o intuito de acompanhar a implementação do texto da nova norma e auxiliar na proposição de alterações, complementações, bem como na elucidação de dúvidas colocadas pela sociedade.

A tabela a seguir apresenta um resumo da criação da NR 35.

TABELA 1 – Fases de criação da NR 35

PERÍODO	ETAPA
Novembro-Dezembro de 2010	Aprovação da Proposta de Criação de NR sobre Trabalho em Altura na CTPP e Apresentação do Plano de Trabalho
Março de 2011	Constituição do GT Trabalho em Altura
Abril-Maio de 2011	Elaboração do Texto-base da Norma de Trabalho em Altura
Junho-Julho de 2011	Consulta Pública do Texto-base
Agosto de 2011	Constituição do GTT Trabalho em Altura
Setembro-Outubro de 2011	Elaboração da Proposta de NR pelo GTT
Novembro de 2011	Apresentação da Proposta na CTPP
Dezembro de 2011	Revisão da Proposta pelo GTT
Março de 2012	Publicação da NR 35 - Trabalho em Altura

Fonte: adaptado de MTE (2012)

Como bem destaca o Manual da NR 35 (MTE, 2012), devido a diversidade de situações e ambientes de trabalho que envolvem atividades em altura, fica aberta a possibilidade de discussões, interpretações e busca de soluções para casos específicos não previstos no texto normativo, cabendo à sociedade participar no aprimoramento da norma para a segurança cada vez mais efetiva dos trabalhadores envolvidos nestas atividades.

Como já mencionado anteriormente, a NR 35 traz ligação com diversas outras normas regulamentadoras, tais como: Serviços em Eletricidade (NR-10); Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais (NR-11); Trabalhos na Indústria da Construção (NR-18); Trabalhos a Céu Aberto (NR-21); Trabalhos na Mineração (NR-22). Essas e outras portarias do MTE devem ser observadas segundo a especificidade de cada atividade e mesmo apesar de algumas normas terem sido publicadas ainda na década de 1970, todas passaram por alterações e atualizações recentes.

Lima (2013) ainda destaca que a NR 35 pode ser reconhecida como uma compilação de outras normas anteriores, sendo as mais importantes a NR 18 e a NR 34.

As normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) também necessitam ser consideradas. As principais relacionadas ao tema são:

- NBR 6494 – Segurança em Andaimes;
- NBR 14718 – Guarda-corpo;
- NBR 11370 – Cinturão, talabarte e corda de segurança;
- NBR 14629 – Equipamento de proteção individual - Absorvedor de energia;
- NBR 14626 – Trava-quedas flexível;
- NBR 14628 – Trava-quedas retrátil;
- NBR 14627 – Trava-quedas rígido;
- NBR 14827 – Chumbadores instalados em concreto ou alvenaria;
- NBR 15049 – Chumbadores de adesão química.

Ainda pode-se mencionar um fator de extrema importância, a existência do **Comitê Brasileiro de Equipamentos de Proteção Individual (CB-32)**, criado em 17 de dezembro de 1996, visando a agilização da elaboração e revisão das Normas de EPIs, o Conselho Deliberativo da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, aprovou, em sua Reunião Ordinária, a criação do referido Comitê. Este reúne os estudos sobre a normatização dos EPIs e sua aplicabilidade.

O documento BS 8437, se caracteriza como uma norma inglesa utilizada para normatizar os procedimentos para Seleção, Uso e Manutenção de Sistemas e Equipamentos de Proteção Individual para Trabalhos em Altura. O comitê de estudos CB-32 utiliza este documento como base para a elaboração de uma futura NBR a respeito do assunto.

De qualquer modo, o trabalho em altura e sua segurança envolvem grande complexidade e a necessidade de avanços em seus estudos para que a segurança do trabalhador em altura seja realmente efetiva.

2.2 PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA ESTABELECIDOS PELA NR 35

A Norma Regulamentadora 35 (NR-35) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2012), publicada pela Portaria SIT n.º 313, de 23 de março de 2012, estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo planejamento, organização e execução, de forma a garantir segurança e saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com esta atividade.

Esta norma não envolve apenas as atividades realizadas em locais altos, tais como pintura, conserto de telhados, manutenção de rede elétrica. Envolve, também, as operações de escavação, nas quais o trabalhador fica suspenso a grandes distâncias do fundo.

2.2.1 Responsabilidades

Segundo a NR-35, cabe ao empregador (BRASIL, 2012):

- a) Garantir a implementação das medidas de proteção;
- b) Assegurar Análise de Risco - AR e emissão da Permissão de Trabalho- PT;
- c) Desenvolver procedimento operacional para atividades rotineiras em altura;
- d) Assegurar a realização de avaliação prévia das condições no local do trabalho e das medidas complementares de segurança aplicáveis;
- e) Adotar as providências necessárias o cumprimento das medidas de proteção;
- f) Garantir aos trabalhadores informações sobre riscos e medidas de controle;
- g) Garantir que o trabalho se inicie somente depois de adotadas todas as medidas de proteção;
- h) Suspender os trabalhos quando verificar situação ou condição de risco não prevista, cuja eliminação ou neutralização imediata não seja possível;
- i) Estabelecer um sistema de autorização dos trabalhadores para o trabalho;

- j) Assegurar que todo trabalho seja realizado sob supervisão;
- k) Assegurar a organização e o arquivamento da documentação.

Por outro lado, cabe aos trabalhadores (BRASIL, 2012):

- a) Cumprir as disposições legais e regulamentares para trabalhos em altura;
- b) Colaborar com o empregador na implementação das disposições da NR-35;
- c) Interromper suas atividades sempre que constatarem riscos graves e iminentes para sua segurança e saúde ou a de outras pessoas, comunicando imediatamente o fato a seu superior hierárquico;
- d) Zelar pela sua segurança e saúde e a de outras pessoas.
- e) Exercer o direito de recusa, quando o trabalho a ser realizado colocar a sua integridade e de outras pessoas em risco.

De acordo com Bau (2012) as responsabilidades sobre o trabalho em altura envolvem tanto empregadores, quanto trabalhadores, fazendo com que todos reconheçam a importância da segurança no trabalho realizado em altura e cada um desempenhe suas atribuições de maneira consciente.

2.2.2 Planejamento dos trabalhos em altura

Segundo o que estabelece a NR 35, todo trabalho em altura deve ser planejado, organizado e executado por trabalhador capacitado e autorizado. Considera-se trabalhador autorizado para trabalho em altura aquele capacitado, cujo estado de saúde foi avaliado, tendo sido considerado apto para executar essa atividade, e que possua anuência formal da empresa.

De acordo com Lima (2013) a NR 35 estabelece que haja uma hierarquização de prioridades para a segurança dos trabalhadores em altura. Nesse caso, o trabalho deve ser planejado para que exponha ao mínimo o trabalhador aos riscos da atividade.

Assim, por definição da NR 35, no planejamento dos trabalhos devem ser adotadas medidas que obedeçam à seguinte ordem de prioridade:

- a) Medidas para evitar o trabalho em altura, sempre que existir meio alternativo de execução;
- b) Medidas que eliminem o risco de queda dos trabalhadores, na impossibilidade de execução do trabalho de outra forma;
- c) Medidas que minimizem as consequências da queda, quando o risco de queda não puder ser eliminado (BRASIL, 2014).

Dessa maneira, segundo o que preconiza a Norma NR 35, deve-se seguir um roteiro de planejamento antes da atividade, que deverá considerar, no mínimo, os seguintes itens:

- Qual atividade será executada?
- Qual o tempo necessário para executar a atividade?
- Qual o número de pessoas necessárias para a execução da atividade?
- Quais os riscos que essa atividade apresenta?
- Onde essa atividade será executada?
- Quais os riscos que esse local oferece?
- Quais as máquinas e equipamentos que serão utilizados?
- Quais ferramentas serão utilizadas para a execução das atividades?
- Quais os riscos na utilização das máquinas, equipamentos e ferramentas?
- Quais são as medidas de segurança para eliminar e/ou controlar os riscos?
- Quais os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e/ou Coletiva (EPC) que serão utilizados durante a atividade?
- As pessoas estão capacitadas para a atividade em altura?

As atividades em altura compreendem riscos, que são inerentes a cada atividade, mantendo em comum, a queda dos trabalhadores independente da atividade realizada, como consequência do acidente.

2.2.3 Fatores de risco nos trabalhos em altura

Sempre que for identificado algum risco nas atividades a serem desenvolvidas em altura, é obrigatório adotar medidas de prevenção e controle para a segurança dos trabalhadores. Segundo o que se observa na NR 35, os principais fatores de risco relacionados aos trabalhos em altura são:

- As condições de estabilidade no local de trabalho;
- Os fatores atmosféricos a que o trabalhador está sujeito;
- Os fatores pessoais que podem interferir no desempenho das atividades.

De acordo com Bau (2012), os riscos das atividades realizadas em altura são consideráveis, devido aos danos que podem causar nos trabalhadores em caso de queda. Por isso, os fatores de risco devem ser contemplados com seriedade, inclusive, com a análise da aptidão física e psicológica dos trabalhadores envolvidos.

Dessa maneira, cabe ao empregador avaliar o estado de saúde dos trabalhadores que exercem atividades em altura, garantindo que:

- a) Os exames e a avaliação sejam partes integrantes do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO, devendo estar nele consignados;
- b) A avaliação seja efetuada periodicamente, considerando os riscos envolvidos em cada situação;
- c) Seja realizado exame médico voltado às patologias que poderão originar mal súbito e queda de altura, considerando também os fatores psicossociais (BRASIL, 2014).

De acordo com Bau (2012), uma das principais causas de morte de trabalhadores são os acidentes envolvendo quedas de pessoas e materiais. Por este motivo, em todos os trabalhos realizados em altura devem ser avaliados os riscos potenciais de ocorrerem quedas.

Os acidentes por queda de altura ocorrem principalmente nas atividades de Bau (2012):

- Obras de construção civil e reformas;

- Serviços de manutenção e limpeza de fachadas;
- Serviços de construção e manutenção de telhados;
- Utilização de pontes rolantes, guindastes e outros equipamentos;
- Montagem de andaimes, tendas e outras estruturas;
- Serviços em eletricidades e manutenção de redes elétricas;
- Construção e manutenção de torres de comunicação.

Lima (2013) destaca que a falta de proteção em situações de risco nos trabalhos em altura é uma das causas do elevado número de acidentes fatais, vitimando centenas de trabalhadores a cada ano. É importante lembrar que esses acidentes ocorrem, muitas vezes, devido às condições precárias de segurança do trabalhador nas obras.

As principais causas das quedas com diferença de nível no trabalho são (Lima, 2013):

- Perda de equilíbrio do trabalhador à beira do espaço, sem proteção;
- Ausência de dispositivo de proteção;
- Falha de instalação do dispositivo de proteção;
- Método impróprio de trabalho;
- Contato acidental com condutor ou rede de tensão elétrica;
- Trabalhador inapto para trabalho em altura.

2.2.4 Análise de risco

A análise de risco, segundo Amorim (2013), se caracteriza como uma ferramenta extremamente importante do ponto de vista da segurança do trabalho em altura. Neste caso, a própria NR 35 estabelece que todos os riscos devem ser analisados, desde os comuns à atividade, até os riscos adicionais e esse deve ser um trabalho criterioso, no intuito de eliminar ou minimizar os riscos.

Para atividades rotineiras de trabalho em altura, a análise de risco poderá ser parte do planejamento dos procedimentos operacionais da empresa. Segundo a NR-35, os procedimentos operacionais para as atividades rotineiras de trabalho em altura devem conter, no mínimo (BRASIL, 2012):

- a) As diretrizes e requisitos da tarefa;
- b) As orientações administrativas;
- c) O detalhamento da tarefa;
- d) As medidas de controle dos riscos características à rotina;
- e) As condições impeditivas;
- f) Os sistemas de proteção coletiva e individual necessários;
- g) As competências e responsabilidades.

A Análise de Risco deve considerar ainda (BRASIL, 2012):

- a) O local em que os serviços serão executados e seu entorno;
- b) O isolamento e a sinalização no entorno da área de trabalho;
- c) O estabelecimento dos sistemas e pontos de ancoragem;
- d) As condições meteorológicas adversas;
- e) A seleção, inspeção, forma de utilização e limitação de uso dos sistemas de proteção coletiva e individual, atendendo às normas técnicas vigentes, às orientações dos fabricantes e aos princípios da redução do impacto e dos fatores de queda;
- f) O risco de queda de materiais e ferramentas;
- g) Os trabalhos simultâneos que apresentem riscos específicos;
- h) O atendimento aos requisitos de segurança e saúde contidos nas demais normas regulamentadoras;
- i) Os riscos adicionais;
- j) As condições impeditivas;
- k) As situações de emergência e o planejamento do resgate e primeiros socorros, de forma a reduzir o tempo da suspensão inerte do trabalhador;

- l) A necessidade de sistema de comunicação;
- m) A forma de supervisão.

2.2.5 Permissão de Trabalho - PT

De acordo com a PETROBRAS (2013), a Permissão de Trabalho (PT), se caracteriza como um documento por escrito, que tem por objetivo autorizar o início de qualquer trabalho em altura, com a prévia avaliação dos riscos de SMS, e conseqüentemente com as medidas de controle dos riscos identificados. A PT tem validade para um determinado tipo de serviço apenas, não podendo ser realizados serviços complementares ou diferentes daquele estabelecidos na permissão.

Ainda de acordo com a PETROBRAS (2013), os serviços não podem ser iniciados, em hipótese alguma, antes da emissão da PT.

Segundo a NR 35, nos trabalhos esporádicos em altura, deve ser emitida uma permissão de trabalho. A Permissão de Trabalho (PT) deve ser emitida, aprovada pelo responsável pela autorização da permissão, disponibilizada no local de execução da atividade e, ao final, encerrada e arquivada de forma a permitir sua rastreabilidade (BRASIL, 2012).

A Permissão de Trabalho deve conter (BRASIL, 2012):

- a) Os requisitos mínimos a serem atendidos para a execução dos trabalhos;
- b) As disposições e medidas estabelecidas na Análise de Risco;
- c) A relação de todos os envolvidos e suas autorizações.

A PT para o trabalho em altura só deve ser emitida após todos os riscos considerados na análise de risco forem devidamente controlados para o trabalho com segurança (BRASIL, 2012).

É também responsabilidade do empregador promover programa para capacitação dos trabalhadores à realização de trabalho em altura. Tal programa deverá conter os conteúdos mínimos e carga horária estabelecida pela NR 35 (BRASIL, 2012).

2.3 PROCEDIMENTOS PARA BASE DE CÁLCULOS

Neste tópico são apresentadas as fontes utilizadas como base para os cálculos descritos no memorial do projeto para o dimensionamento da linha da vida.

Inicialmente, para o cálculo do Dimensionamento do cabo de aço para “linha da vida” foi utilizada a NBR 2408 - Cabos de Aço para Uso Geral - Requisitos Mínimos (2008), segundo estabelecido pela tabela 2:

Tabela 2 – Aplicações x Fator de Segurança

Aplicações	Fator de Segurança
Cabos estáticos	3 a 4
Cabo para tração no sentido horizontal	4 a 5
Guinchos, guindastes, escavadeiras	5
Portes rolantes	6 a 8
Talhas elétricas e outras	7
Guindastes estacionários	6 a 8
Laços	5 a 6
Elevadores de obra	8 a 10
Elevadores de passageiro	12

Fonte: ABNT (2008)

Paralelamente a este às informações referentes à aplicação e ao fator de segurança dos cabos, também foi realizada a verificação da tensão admissível no cabo, o que pode ser observado na tabela 3, sobre cargas e rupturas, também estabelecido pela ABNT NBR 2408 (2008):

Na inspeção de um cabo de aço, vários fatores que possam afetar seu desempenho devem ser considerados, como desgaste externo, corrosão, arames rompidos ou deformações. Caso ele estas deformidades fora dos critérios de aceitação do fabricante o mesmo deve ser substituído (CIMAF, 2012).

Todos os pontos de ancoragem ou fixação devem ser pintados e revisados periodicamente para evitar a ação da corrosão.

O cabo de aço deve receber proteções em todos os pontos de curva, dobra ou ancoragem para evitar cantos vivos, recomenda-se. As presilhas de cabos devem ser dispostas obedecendo aos critérios de aceitação e orientação dos fabricantes (CIMAF, 2012).

Tabela 3 – Cargas e rupturas

BITOLA		TABELA DE PESO				TABELA IP'S				TABELA EIP'S			
DIÂMETROS		PESO EM Kg POR METRO LINEAR				CARGAS DE RUPTURAS - RESISTÊNCIA 1770 N/mm ² (IP'S) em Kgf				CARGAS DE RUPTURAS - RESISTÊNCIA 1960 N/mm ² (EIP'S) em Kgf			
Polegadas	Milímetros	6x7		6x25 e 6x41		6x7		6x25 e 6x41		6x7		6x25 e 6x41	
Pol.	mm	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI	AF / AFA	AA / AACI
1/16"	1,59	0,012	0,013			151	163			167	181		
5/64"	1,99	0,014	0,015			236	255			261	283		
3/32"	2,38	0,019	0,021			340	367			376	407		
1/8"	3,18	0,034	0,037			604	653			669	723		
5/32"	3,97	0,054	0,061			944	1.021			1.045	1.130		
3/16"	4,76	0,078	0,086	0,088	0,097	1.359	1.469	1.351	1.457	1.505	1.627	1.496	1.613
1/4"	6,35	0,140	0,154	0,156	0,172	2.416	2.613	2.402	2.591	2.676	2.893	2.659	2.869
5/16"	7,94	0,221	0,244	0,244	0,268	3.778	4.085	3.755	4.051	4.183	4.523	4.158	4.486
3/8"	9,53	0,310	0,341	0,350	0,390	5.442	5.885	5.409	5.836	6.026	6.517	5.990	6.462
7/16"	11,10	0,430	0,473	0,480	0,520	7.383	7.983	7.339	7.917	8.176	8.840	8.126	8.767
1/2"	12,70	0,570	0,627	0,630	0,680	9.665	10.451	9.607	10.364	10.702	11.573	10.638	11.476
9/16"	14,30	0,710	0,781	0,790	0,880	12.254	13.250	12.180	13.139	13.569	14.672	13.487	14.550
5/8"	15,90	0,880	0,968	0,980	1,070	15.149	16.381	15.058	16.244	16.775	18.139	16.674	17.988
3/4"	19,10	1,250	1,380	1,410	1,550	21.860	23.638	21.729	23.441	24.207	26.176	24.061	25.957
7/8"	22,20	1,710	1,880	1,920	2,110	29.532	31.934	29.354	31.667	32.702	35.362	32.505	35.066
1"	25,40	2,230	2,450	2,500	2,750	38.660	41.804	38.427	41.454	42.810	46.291	42.552	45.904
1.1/8"	28,60			3,170	3,480			48.719	52.557			53.949	58.199
1.1/4"	31,80			3,910	4,300			60.231	64.977			66.697	71.951
1.3/8"	34,90			4,730	5,210			72.547	78.262			80.334	86.664
1.1/2"	38,00			5,630	6,190			86.007	92.783			95.239	102.743
1.5/8"	41,30												
1.3/4"	44,50												
1.7/8"	47,60												
2"	50,80												
2.1/8"	54,00												
2.1/4"	57,20												

Fonte: NBR ISO 2408:2008 / ABNT NBR 6327

Fonte: ABNT (2008)

Já a tabela 4 apresenta a resistência dos componentes e dos fios do cabo de aço utilizado, conforme a ABNT NBR 2408 (2008):

Tabela 4 – Resistência dos fios e componentes

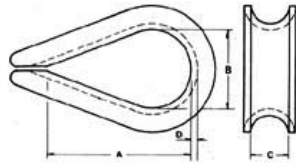
Construção	Min.	Flexibilidade	Max.
	Max.	Resistência à abrasão	Min.
6x7			
6x19 Seale			
6x25 Filler			
6x41 Warrington-Seale			

Denominação americana	Categoria de Resistência dos Cabos de Aço (n/mm ²)	Faixa de Resistência a Tração dos Arames (n/mm ²)
P.S. (Plow Steel)	1.570	1.370 / 1.770
I.P.S. (Improved Plow Steel)	1.770	1.570 / 1960
E.I.P.S. (Extra Improved Plow Steel)	1.960	1.770 / 2.160
E.E.I.P.S. (Extra Extra Improved Plow Steel)	2.160	1.960 / 2.160

Fonte: ABNT (2008)

Para a proteção do cabo de aço utilizado neste projeto, foram utilizadas sapatilhas conforme estabelecido na ABNT NBR 11900-1:2013 - Parte 01- Terminal para Cabo de Aço Tipo Sapatilha, de acordo com a Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Dimensões de sapatilhas para cabos de aço



ϕCabo		Dimensões aproximadas em mm.			
mm	pol.	A	B	c	D
3,2	1/8"	22	13	4,0	1,0
4,8	3/16"	25	15	5,6	1,0
6,4	1/4"	33	18	7,2	1,21
8,0	5/16"	38	20	8,6	1,21
9,5	3/8"	41	23	10,4	1,60
13,0	1/2"	50	29	13,5	3,17
16,0	5/8"	68	38	16,7	3,17
19,0	3/4"	80	45	19,9	3,17
22,0	7/8"	100	55	23,8	3,90
26,0	1"	117	64	26,9	3,90

Fonte: ABNT (2013)

Já com relação ao dimensionamento das vigas de fixação do cabo de aço foram seguidas as orientações da ABNT NBR 15988 - Perfis Laminados em Aço para Uso Estrutural (2011)

A tabela a seguir apresenta as especificações para o perfil *U* utilizado no projeto.

Tabela 6 – Especificações do perfil U

Bitola pol	Peso kg/m	ALMA		ABA		area cm ²	EIXO X			EIXO Y			x cm
		d mm	t _w mm	b _f mm	t _f mm		l cm ⁴	W cm ³	r cm	l cm ⁴	W cm ³	r cm	
3"	6,10	76,20	4,32	35,81	6,93	7,78	68,90	18,10	2,98	8,20	3,32	1,03	1,11
	7,44		6,55	35,05	6,93	9,48	77,20	20,30	2,85	10,30	3,82	1,04	1,11
4"	8,04	101,60	4,67	40,23	7,52	10,10	159,50	31,40	3,97	13,10	4,61	1,14	1,16
	9,30		6,27	41,83	7,52	11,90	174,40	34,30	3,84	15,50	5,10	1,14	1,15
6"	12,20	152,40	5,08	48,77	8,71	15,50	546,00	71,70	5,94	28,80	8,16	1,36	1,30
	15,60		7,98	51,66	8,71	19,90	632,00	82,90	5,63	36,00	9,24	1,34	1,27
8"	17,10	203,20	5,59	57,40	9,50	21,68	1344,30	132,70	7,87	54,10	12,94	1,42	1,47
	20,50		7,70	59,51	9,50	25,93	1490,00	147,50	7,59	62,40	14,09	1,42	1,42
10"	22,77	254,00	6,10	66,04	11,10	29,00	2800,00	221,00	9,84	95,00	19,00	1,81	1,61
	29,76		9,63	69,57	11,10	37,90	3290,00	259,00	9,31	117,00	21,60	1,76	1,54

Obs.: Todos os pesos e dimensões constantes destas tabelas são nominais, podendo ter diferenças de acordo com as tolerâncias estabelecidas nas especificações ou em norma. As barras são fornecidas com tolerância de -0,0 m, +0,1 m.

Fonte: ABNT (2011)

Para o dimensionamento do olhal de ancoragem para o cabo de aço, as orientações pertinentes são dispostas na ABNT NBR 11900 - Parte 01 - Terminal para Cabo de Aço Olhal com Presilha (2013), conforme a tabela 7.

Tabela 7 – Tabela de parafuso de suspensão (olhal) DIN 580

ROSCA	DIMENSÕES (mm)							CARGA DE TRABALHO Kg	
	A	B	C	D	E	F	G	FIXAÇÃO 45º	FIXAÇÃO VERTICAL
M6 x 1,00	36	20	6	20	8	42	13	50	70
M8 x 1,25	36	20	8	20	8	42	13	95	140
M10 x 1,50	45	25	10	25	10	53	18	170	230
M12 x 1,75	53	29	12	30	12	62	21	240	340
M14 x 2,00	63	35	14	36	14	78	26	350	490
M16 x 2,00	63	35	16	36	14	78	26	500	700
M20 x 2,50	72	40	20	40	16	87	32	830	1.200
M22 x 2,50	90	50	22	50	20	109	36	1.100	1.500
M24 x 3,00	90	50	24	50	20	109	36	2.600	1.800
M30 x 3,50	108	60	30	65	24	132	45	3.700	3.600
M36 x 4,00	126	70	36	75	28	158	54	5.000	5.100
M42 x 4,50	144	80	42	85	32	183	63	6.100	7.000
M48 x 5,00	166	90	48	100	38	209	68	8.300	8.600
M56 x 5,00	184	100	56	110	42	230	78	11.000	11.500
M64 x 6,00	206	110	64	120	48	253	90	15.000	16.000
M72 x 6,00	260	140	72	150	60	375	100	21.000	21.000
M80 x 6,00	296	160	80	170	68	376	112	20.000	28.000
M100 x 6,00	330	180	100	190	75	402	130	37.000	38.000

Fonte: ABNT (2013)

Para o dimensionamento da catraca de tração do cabo de aço, deve ser levado em consideração o diâmetro do cabo de aço para sustentar determinada carga. Nesse sentido, deve-se sempre utilizar o fator de segurança da tabela (aplicações x fator de segurança – tabela 1).

Com as informações referentes ao cabo de aço, aplica-se o estabelecido pela ABNT NBR 15797 - Ferramentas Manuais Chave tipo Catraca (2010), conforme a tabela 8.

Tabela 8 – Diâmetro da Polia ou do Tambor

Construção do cabo	Diâmetro da polia ou do tambor	
	Recomendado	Mínimo
6x7	72	42 x Ø do cabo
6x19 S	51	34 x Ø do cabo
19x7	51	34 x Ø do cabo
6x21 F	45	30 x Ø do cabo
6x25 F	39	26 x Ø do cabo
8x19 S	39	26 x Ø do cabo
6x36 WS	34	23 x Ø do cabo
6x41 WS	31	20 x Ø do cabo
PowerPac, PowerPac Extra, Delta Filler / MinePac	31	20 x Ø do cabo
6x37 M	37	24 x Ø do cabo
Ergoflex, Ergoflex Plus	31	18 x Ø do cabo
6x71 WS	21	14 x Ø do cabo

Fonte: ABNT (2010)

2.4 FIXAÇÃO NOS DORMENTES

A fixação nos dormentes deve ser feita através de uma peça conhecida como Tirefonds de 1X6". É uma espécie de parafuso de "rosca soberba", cuja cabeça adapta-se uma chave especial ou cabeçote de uma máquina chamada "tirefonadeira", utilizada para aparafusá-lo ao dormente, esta fixação fica mais solidária com a madeira, sacrifica menos as fibras da madeira e oferece maior resistência ao arrancamento (7000 kgf) (BORGES NETO, 2012).

A figura 1 a seguir apresenta o tirefond.



Figura 1 – Tirefond
Fonte: O autor (2014)

Nesta imagem pode-se observar Tirefonds de Fixação 1”X6”. Verificamos em detalhe a rosca soberba utilizada na fixação dos componentes no trecho ferroviário.

A cabeça do tirefond tem uma base alargada, em forma de aba de chapéu que na face inferior tem a mesma inclinação do patim do trilho, de modo a adaptar-se ao mesmo. A forma de sua cabeça fecha, hermeticamente, o furo impedindo a penetração de água, evitando, desta forma o apodrecimento. Para um melhor aproveitamento do dormente, em seguidas operações de manutenção, é usual fazer-se a “pregação cruzada” que consiste em colocarem-se os pregos ou tirefonds deslocados do centro do dormente, em posição diagonal, em lados opostos do eixo do trilho, para permitir nova pregação, em posição simétrica.

Para maior segurança deve-se dispor sempre de no mínimo 3 Tirefonds por ponto de fixação. Além disso, devem-se utilizar sempre dormentes em boas condições para realizar a ancoragem (BORGES NETO, 2012).



Figura 2 – Instalação do Trefond

Fonte: O autor (2014)

2.5 MANUTENÇÃO FERROVIÁRIA

Cabe aqui apresentar uma abordagem a respeito da manutenção ferroviária, como parte do objeto de análise da presente pesquisa.

Apesar de ser um modal de transporte amplamente utilizado no mundo, no Brasil, o uso de ferrovias se encontra aquém do que seria possível explorar para o transporte de cargas. A malha ferroviária brasileira compreende 30.129 quilômetros de extensão por onde são escoadas as produções industriais e, sobretudo agrícolas de diversas regiões produtoras do país. No entanto, apesar de sua extensão relativamente menor que a malha rodoviária, a malha ferroviária se caracteriza de extrema importância para o transporte de cargas no Brasil (ANTF, 2013).

Segundo Castro (2010), as ferrovias brasileiras passaram por um processo de privatização a partir de 1996 até 1999, passando para a iniciativa privada os investimentos no setor. Nesse sentido, as empresas privadas que assumiram os diversos trechos privatizados no país, antes de responsabilidade da Rede Ferroviária Federal S.A., tinham agora, dentre outras obrigações, a de realizar a manutenção da ferrovia, para que esta continuasse em condições de uso.

Afirma ainda Castro (2010) que os investimentos realizados pelas operadoras que assumiram a malha ferroviária brasileira apresentaram como resultados o aumento significativo na produção de transporte, a diminuição do número de acidentes, chegando próximo aos índices internacionais, e principalmente, os investimentos anuais em infraestrutura, superestrutura e em material rodante.

Entretanto, para a manutenção das ferrovias são necessário investimentos de vulto, pois, conforme destaca Machado (2006) os elementos que compõem a ferrovia, ou seja, a base de sustentação para os veículos ferroviários são três, a saber, o lastro, que se caracteriza como aquela base no solo para a acomodação dos trilhos; os dormentes, que servem de base de fixação para os trilhos, e por fim, os trilhos, que servem para o rolamento dos veículos ferroviários, requerem manutenção constante devido ao desgaste sofrido pelo peso dos veículos e cargas transportadas.

Afirma ainda Machado (2006) que estes investimentos incluem a manutenção para a garantia de um transporte ferroviário seguro, confiável e eficiente, o que possibilita o uso da ferrovia com as velocidades compatíveis em cada trecho, o que favorece a escoação da produção mais ágil. Com a realização da manutenção preventiva é possível manter um índice de qualidade adequado às ferrovias e principalmente, manter a eficiência do transporte ferroviário de cargas.

Para a manutenção adequada das ferrovias, a segurança do trabalho deve ser contemplada de maneira a garantir as condições mínimas de qualidade de vida dos trabalhadores, tendo em vista as condições de trabalho impostas para a manutenção da ferrovia, invariavelmente em locais distantes, em meio a regiões inóspitas e com diversos tipos de riscos envolvidos.

Um dentre tantos riscos, se configura como do trabalho em altura realizado na manutenção das pontes férreas, objeto de análise da presente pesquisa. O capítulo a seguir apresenta a metodologia da pesquisa.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho é do tipo estudo de caso. Para a construção do marco teórico da pesquisa foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental.

Por meio de um estudo de caso é apresentada uma proposta de implantação de um sistema de segurança para trabalho em altura em ponte férrea, de acordo com o que preconiza a NR 35, envolvendo a segurança necessária para trabalhos desta natureza.

O estudo de caso, segundo Yin (2004) tem a finalidade de analisar determinado caso isoladamente, o comportamento do processo e os resultados alcançados especificamente neste cenário.

No caso desta pesquisa o estudo de caso foi envolvido com o intuito de verificar a eficiência de uma linha de vida utilizada para a segurança do trabalho em pontes férreas, com o intuito de assegurar a integridade física dos colaboradores que executam suas atividades laborais na linha.

Nesse sentido são apresentados os cálculos do projeto de implantação de uma linha da vida em ponte férrea, para a manutenção de dormentes e trilhos, o que transfere segurança para os trabalhadores envolvidos nas atividades em altura, de acordo com o que dispõe a legislação vigente sobre o trabalho em altura.

A viabilidade do sistema será avaliada com o acompanhamento de algumas obras após o desenvolvimento do sistema e somente após a aprovação da equipe técnica do contratante o sistema se tornará um procedimento durante as atividades de manutenção de pontes, atuando como um dispositivo de proteção coletiva contra acidentes.

Nesse sentido, são apresentados no capítulo a seguir os resultados do estudo de caso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo são apresentados os resultados do projeto para a instalação de linha de vida em pontes férreas.

Para a instalação de linha de vida, conforme preconiza a NR 35, é necessário o estabelecimento de ancoragens, no intuito de possibilitar o deslocamento vertical e horizontal dos trabalhadores com segurança. Nesse sentido, inicialmente foram verificadas as dimensões dos cabos de aço, vigas de sustentação e pontos de ancoragem e de tração.

4.1 PECULIARIDADES DO TRABALHO EM ALTURA EM PONTES FÉRREAS

A atividade de manutenção de pontes férreas demanda mão de obra especializada, tendo em vista as técnicas específicas que devem ser empregadas, bem como a exposição aos riscos ambientais presentes nesta atividade.

Pela ausência de dispositivos de proteção contra quedas neste tipo de estrutura, o risco de queda é um fator extremamente importante a se considerar e por esse motivo que se faz importante desenvolver um sistema de segurança que garantisse a integridade física dos trabalhadores durante sua jornada de trabalho, como preconiza a NR 35, no que diz respeito a todo o trabalho realizado em altura.

Outro fator de risco relevante é a exposição contínua as variações climáticas, o calor e frio são fatores que podem influenciar as condições físicas dos trabalhadores, favorecendo o aumento dos acidentes. No entanto, voltando a citar a NR 35, especialmente em seu item 35.4.4, que trata do planejamento da atividade em altura, esta destaca que: “A execução do serviço deve considerar as influências externas que possam alterar as condições do local de trabalho já previstas na análise de risco. Como exemplo de influências externas que podem alterar as condições do local pode-se citar as condições climáticas adversas, como ventos, chuvas, insolação, descargas atmosféricas ou trânsito de veículos e pessoas, dentre outras. É importante ressaltar que são as influências que interfiram ou impeçam a continuidade das atividades.”

Outra condição de risco apontada é o fato do local de trabalho muitas vezes estar localizado em meio à vasta vegetação, a exposição aos animais peçonhentos é constante, ocasionando muitas vezes o acidente por contato.

Tendo em vista os riscos mencionados acima, o desenvolvimento do equipamento de segurança para trabalho em altura em pontes férreas vem ao encontro do que estabelece as normas de segurança para este tipo de atividade, garantindo a integridade física do trabalhador em momentos de desatenção, condições inseguras e em situações de emergência.

4.2 MEMORIAL DE CÁLCULO

O memorial de cálculo deste projeto levou em consideração uma carga máxima de 850 kg, sendo esta, distribuída entre os funcionários já equipados com EPI's e portando as demais ferramentas necessárias para o trabalho a ser realizado, em um vão máximo de 80 metros.

4.2.1 Dimensionamento do cabo de aço para "linha da vida"

Para dimensionamento do diâmetro do cabo de aço para sustentar determinada carga, é necessário utilizar o fator de segurança da tabela 1 (aplicações x fator de segurança) em função da atividade desenvolvida, conforme a seguir:

- Carga à ser ancorada = 850 kg
- Tipo de serviço = Linha de vida
- Tabela I – Aplicações x Fator de Segurança = 4 (segundo a tabela1 aplicações x fator de segurança);
- Tabela II – Tabela de Cargas e Rupturas
- Carga Real = Carga x Fator de segurança = 4 x 850 kgf = 3.400 kgf

Assim, de acordo com a tabela de cargas de rupturas (Tabela 1), deve-se então utilizar o cabo 3/8" AF que possui flexibilidade para uso de linha de vida e uma carga de ruptura de ≈ 5.442 kgf.

4.2.1.1 Verificação da tensão admissível no cabo

O cabo de aço a ser utilizado deve ser adequado para o suporte do peso dos trabalhadores e da carga de trabalho. A seguir é apresentado o dimensionamento para o cabo.

- Tensão admissível cabo aço 3/8" – Tensão admissível menor que 1770 N/mm²
- Força atuante = 3.400 kg x 9,80 (N/kgf) = 33.320 N
- 3/8" ~ 9,52 mm
- A cabo = $(\pi \times (9,52)^2) / 4 = 71,17 \text{ mm}^2$
- Tensão atuante = $F/A = 33.320\text{N}/71,17 \text{ mm}^2 = 468,17 \text{ N/mm}^2$ é menor que 1770 N/mm²

Portanto: A tensão atuante é menor que a tensão admissível

Carga de trabalho é a massa máxima que o cabo está autorizado a sustentar.

A carga de trabalho de um cabo de uso geral, especialmente quando ele é movimentado, não deve, via de regra, exceder à um quinto (1/5) da carga de ruptura mínima efetiva do mesmo conforme recomendações dos fabricantes. O fator ou índice de segurança é a relação entre a carga de ruptura mínima efetiva do cabo e a carga aplicada. Um fator de segurança adequado garante: segurança na operação, evitando rupturas; duração do cabo e conseqüentemente, economia (CARBOGRAFITE, 2013).

- Tensão admissível cabo aço 3/8" – (tensão admissível menor que 5.442 N/ mm²/5) = 1.088N/ mm².

Portanto: a tensão atuante é menor que a tensão admissível. Assim, para este fim deve-se utilizar um cabo de aço com bitola 3/8".

Com os cálculos relativos ao cabo de aço, o Fator de Segurança (FS) (Tabelas 1, 2 e 3) aplicável para tração no sentido horizontal é o equivalente a 4 (quatro), considerando-se no máximo 10 pessoas trabalhando na mesma linha de vida, a uma altura superior a 2,00 m. Ainda destaca-se que o cabo de aço deve estar clipado e atender ao procedimento de clipagem e até mesmo os cliques devem estar dimensionados de acordo com o diâmetro do cabo de aço (CARBOGRAFITE, 2013).

A figura 3 a seguir apresenta o cabo de aço utilizado no projeto.



Figura 3 – Cabo de aço 8mm.

Fonte: O autor (2014)

Nesta imagem pode-se observar o tipo de cabo de aço que será tracionado para montagem da linha de vida.

4.2.1.2 Considerações complementares no uso de cabos de aço

A inspeção em cabos de aço é de vital importância para uma vida útil adequada e segura.

A primeira inspeção a ser feita em um cabo de aço é a Inspeção de Recebimento, a qual deve assegurar que o material esteja conforme solicitado e possua certificado de qualidade emitido pelo fabricante.

Além da Inspeção de Recebimento, outras duas inspeções devem ser realizadas, a Inspeção Visual e a Inspeção Periódica.

A Inspeção Visual deve ser realizada diariamente nos cabos de aço usados em equipamentos de movimentação de carga e antes de cada uso para laços. Esta inspeção tem como objetivo uma análise visual para detectar danos no cabo de aço que possam causar riscos durante o uso. Qualquer suspeita quanto às condições de segurança do material, deverá ser informada e o cabo de aço inspecionado por uma pessoa qualificada (CIMAF, 2012).

A frequência da Inspeção Periódica deve ser sempre que houver a remoção do equipamento do local ou durante uma nova instalação não excedendo o período de 30 dias.

Seguindo estas orientações (tabela 4), a figura 4 a seguir apresenta as sapatilhas aplicadas para proteção de cabo de aço utilizados no projeto.



Figura 4 – Sapatilha para proteção de cabo de aço
Fonte: O autor (2014)

Nesta imagem pode-se observar a utilização de sapatilhas para cabo de aço, evitando assim o contato do mesmo com cantos vivos aumento sua vida útil reduzindo o desgaste.

4.2.2 Dimensionamento das vigas de fixação do cabo de aço

Neste tópico é apresentado o cálculo do momento máximo no ponto A do perfil considerando a queda em balanço.

Para o cálculo de momento máximo foi considerado a carga máxima na linha, como foi estipulado o máximo de 10 trabalhadores ancorados ao mesmo tempo e com uma média de peso corporal de 85 kg, tendo em vista o tipo de resistência a ser garantida, foi utilizado o coeficiente de segurança para elevadores de obra, no caso de todos os funcionários estiverem suspensos (fator 10) conforme tabela 2 o que determina o valor final de 8500 kg.

$$-M_{\max. A} = 8500\text{kg} \times 50\text{cm}$$

$$- M_{\max. A} = 425.000\text{kgf.cm}^2$$

Cálculo do Momento Resistente W_c Considerando que a tensão admissível esteja próximo do limite máximo da zona elástica quando um dos colaboradores estiver em condição crítica, tem-se:

- Tensão *admissível* = 2.500 kgf/cm², logo; $W_c = 425.000 / 2.500 W_c = 17 \text{ cm}^3$ eixo Y

De acordo com o resultado obtido, dimensões normalizadas e principais características físicas para cantoneira e espessuras mais usuais, o momento resistente calculado aproxima-se do momento resistente para a o perfil U , com as seguintes características:

- Bitola: 4"
- $W=31,40$
- Alma: 6,27 mm
- Aba: 41,83 mm
- Área: 11,90 cm²

Para este dimensionamento foi utilizado como base as informações constantes na tabela 5.

As figuras 5 e 6 a seguir apresentam a viga perfil U para fixação do cabo de aço 8mm.



Figura 5 – Perfil U para fixação de cabo de aço 8mm.
Fonte: O autor (2014)

Nesta imagem pode-se observar a utilização de sapatilhas para cabo de aço, evitando assim o contato do mesmo com cantos vivos aumento sua vida útil e reduzindo o desgaste.



Figura 6 – Viga de sustentação do cabo de aço instalada
Fonte: O autor (2014)

Nesta imagem observa-se a base da Viga de sustentação 02, onde é fixado o segundo ponto de apoio da linha de vida.

4.2.3 Dimensionamento do olhal de ancoragem

Para o dimensionamento sobre qual deve ser o diâmetro do cabo de aço para sustentar determinada carga, deverá sempre utilizar o fator de segurança da tabela (aplicações x fator de segurança) em função do seu tipo de serviço, conforme abaixo:

- Carga a ser transportada = 850 kg
- Tipo de serviço = linha de vida Tabela I – Aplicações x Fator de Segurança = 4 (segundo a tabela 1: aplicações x fator de segurança)
- Tabela II – Tabela de Cargas e Rupturas
- Carga real = Carga x Fator de segurança = 4 x 850 kgf = 3.400 kgf

Conforme tabela 6 deve ser utilizado o olhal $M30 \times 3.50$, com uma força de resistência igual a 3.700 kgf, com uma fixação a 45° . Dessa maneira, deve-se utilizar o seguinte parafuso:

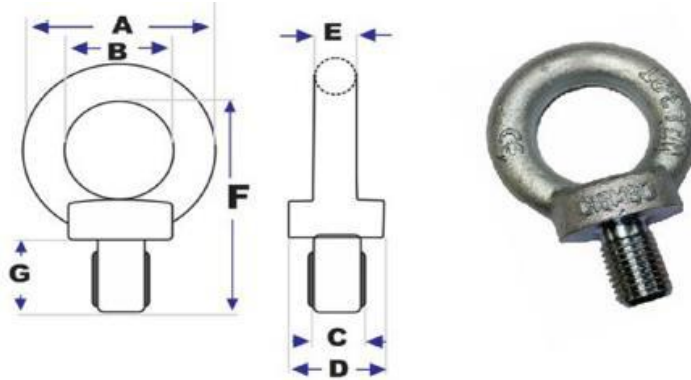


Figura 7 – Olhal de içamento
Fonte: ABNT NBR 11900-3 (2013)

A figura 8 apresenta a ancoragem construída com o olhal de içamento utilizado no projeto.



Figura 8 – Ponto de Ancoragem
Fonte: O autor (2014)

Aqui se apresenta a fixação do olhal, onde é que suporta a força de tração do cabo da linha de vida.

4.2.4 Dimensionamento da catraca

Para o dimensionamento do diâmetro do cabo de aço para sustentar determinada carga, deve-se sempre utilizar o fator de segurança da tabela (aplicações versus fator de segurança) em função do seu tipo de serviço, conforme abaixo:

- Carga à ser transportada = 850 kg
- Tipo de serviço = linha de vida
- Tabela I – Aplicações x Fator de Segurança = 4 (seguindo a tabela 1: aplicações x fator de segurança)
- Tabela II – Tabela de Cargas e Rupturas
- Carga real = Carga x Fator de segurança = 4 x 850 kgf = 3.400 kgf

Conforme a tabela 7 deve ser utilizada uma catraca com diâmetro mínimo de 72 mm e com uma força de resistência igual a 3.700 kgf.

A figura 9 a seguir apresenta a catraca instalada para a tração do cabo de aço.

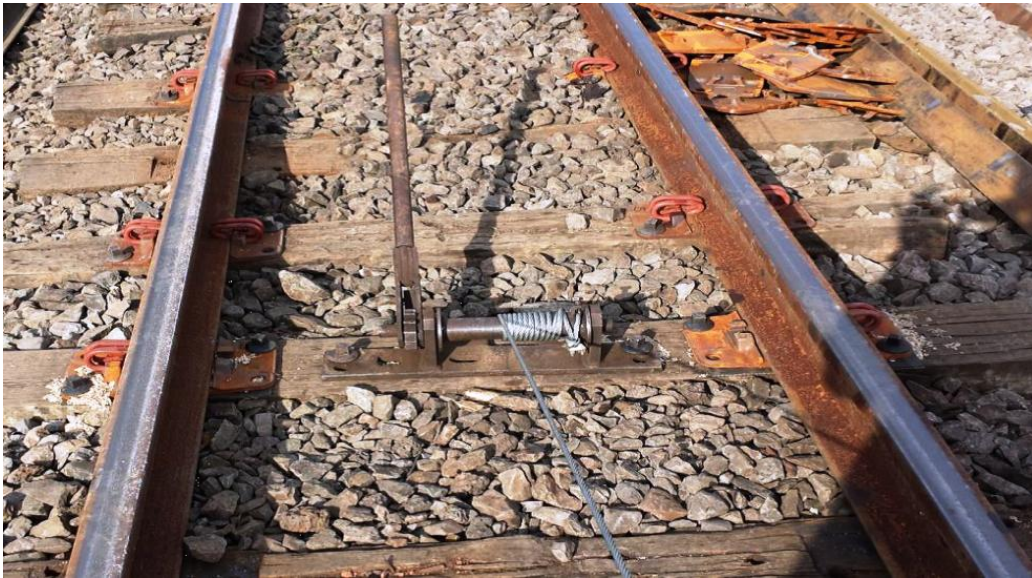


Figura 9 – Ponto de tração

Fonte: O autor (2014)

Nesta imagem pode-se observar a fixação da Catraca, onde é aplicada a força de tração do cabo da linha de vida.

4.2.5 Resultados finais

Com o dimensionamento geral de todos os componentes do projeto, obteve-se os seguintes resultados:

- **Cabo a ser utilizado:** Cabo de Aço 6X37 AF Warrington de 3/8”
- **Vigas de Sustentação**

Tabela 9 – Dimensões da viga de sustentação

Perfil “U” Bitola: 4”
Peso: 9,3 kg/m
W=31,40
Alma: 6,27 mm
Aba: 41,83 mm
Área: 11,90 cm ²
Fonte: O autor (2014)

- **Olhal de Içamento:** M30 por 3.50, com força de resistência igual a 3.700 kgf, com uma fixação a 45°.
- **Catraca:** catraca com diâmetro mínimo de 72 mm e com uma força de resistência igual a 3.700 kgf .
- **Fixação e Ancoragem:** Deve ser feita através da fixação conhecida como Tirefonds de 1 por 6”, com no mínimo 3 por ponto.

Na figura 10 se observa a instalação do ponto de ancoragem, estabelecido a partir de placa metálica fixada no dormente da linha férrea, olhal para ancoragem, cabo de aço para linha da vida e 4 (quatro) tirefonds de fixação.

O ponto de tração foi estabelecido por meio de fixação no dormente do lado oposto da ponte férrea, com catraca manual para tração do cabo de aço utilizado como linha da vida. A figura 10 apresenta uma visão geral da linha de vida montada sobre a linha férrea.



Figura 10 – Visão geral da linha de vida sobre ponte férrea
Fonte: O autor (2014)

Nesta imagem pode-se observar a vista geral, onde a linha de vida é aplicada. Verificou-se a importância da mesma já que a passagem não possui guarda corpo.

Com os testes realizados no trabalho em altura para manutenção de linha férrea, o presente sistema de linha de vida utilizado apresentou-se eficiente no que concerne a segurança dos trabalhadores, levando-se em conta o uso da linha de vida por até 10 (dez) trabalhadores devidamente equipados com os EPI's regulamentares preconizados pela NR 35.

4.3 VIABILIDADE DO SISTEMA

Além do desenvolvimento de um sistema que provesse segurança aos trabalhadores envolvidos na atividade de manutenção de pontes férreas, conforme preconiza a NR 35, também a viabilidade deste sistema deveria ser analisada.

Outro fator importante a ser considerado, era desenvolver um sistema de segurança de fácil instalação levando em conta o peso do equipamento e o tempo para instalação e também para desinstalação do sistema em casos de liberação do tráfego em curtos períodos de tempo.

Nesse sentido, após a aprovação do departamento de segurança da empresa contratada, o equipamento se tornou um procedimento obrigatório durante a manutenção para todas as empreiteiras que realizam as atividades de manutenção nas pontes férreas.

Foram acompanhadas durante cinco meses a execução de 22 obras onde o equipamento atendeu as necessidades da equipe técnica, os dados foram confirmados em contato com o contratante do projeto.

5 CONCLUSÃO

A Norma Regulamentadora 35 surgiu com o objetivo de apresentar os requisitos mínimos de segurança para o trabalho em altura, dadas as condições de insegurança apresentadas neste tipo de atividade. Entretanto a própria norma esclarece em seu texto que é necessário que as diversas áreas que executem atividades em altura desenvolvam mecanismos de segurança específicos para suas atividades.

Através da revisão da norma NR 35 foi possível verificar os requisitos gerais de segurança estabelecidos e suas aplicações em diversas atividades onde os trabalhadores estão expostos ao risco de queda. Para o desenvolvimento específico do projeto de segurança em pontes férreas os requisitos de segurança foram considerados e aplicados, garantindo a integridade do sistema. Além disso, os procedimentos para execução das atividades em altura citados na norma, como a análise e controle dos riscos, planejamento para a execução das atividades, permissão para o trabalho foram incluídos como procedimentos obrigatórios nas atividades de manutenção de pontes férreas.

Com a identificação das peculiaridades nas atividades de manutenção de pontes férreas, concluiu-se que os trabalhadores estão expostos principalmente ao risco de queda, neste sentido, o objetivo principal é solucionar o problema de segurança em altura neste tipo de atividade. Um projeto de linha de vida para o trabalho seguro em altura envolvendo pontes férreas foi desenvolvido, no qual foi apresentado um estudo de caso onde se construiu uma linha de vida para esta atividade, contendo o memorial de cálculo de todos os componentes do projeto.

A viabilidade do equipamento ficou comprovada com a aprovação da equipe técnica do contratante, onde foram acompanhadas 22 obras do referido dispositivo de segurança, foi possível observar que o mesmo trouxe maior segurança aos trabalhadores para sua movimentação em altura.

Destaca-se por fim, que muito ainda deve ser realizado com relação à segurança dos trabalhadores brasileiros, especialmente no que se refere a segurança do trabalho em altura.

REFERÊNCIAS

AMORIM, E. L. C. **Ferramentas de análise de risco**. (2013) Disponível em: <<http://www.ctec.ufal.br>>. Acesso em: 24 out. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR 2408:2008** - Cabos de Aço para Uso Geral - Requisitos Mínimos. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR 11099:1989** - Grampo pesado para Cabo de Aço. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR 11900-1:2013 - Parte 01** - Terminal para Cabo de Aço Tipo Sapatilha. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR 11900-3:2013 - Parte 01** - Terminal para Cabo de Aço Olhal com Presilha. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR 15980:2011** - Perfis Laminados em Aço para Uso Estrutural. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR 6355:2012** - Perfis Estruturais de Aço formados a Frio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR 15797:2010** - Ferramentas Manuais Chave tipo Catraca. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE FERROVIÁRIO. **Mapa ferroviário brasileiro**. (2013). Disponível em: <<http://www.antf.org.br/index.php/informacoes-do-setor/mapa-ferroviario-brasileiro>> Acesso em: 15 ago. 2014.

BAU, L. N. Um brinde a segurança. **Revista Proteção**, Novo Hamburgo, v. 7, 2012, p. 42-58, jul. 2012.

BORGES NETO, C. **Manual didático de ferrovias**. (2012) Disponível em: <<http://www.dtt.ufpr.br/Ferrovias/arquivo/SUMARIO%20e%20CAPA%20-%20MANUAL%20DIDATICO%20DE%20%20FERROVIAS%202012.pdf>> Acesso em: 28 out. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 18 - Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm.pdf>> Acesso em: 12 jul. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-35 Trabalho em altura** (2012). Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A3D63C1A0013DAB8EA3975DDA/NR-35%20%28Trabalho%20em%20Altura%29.pdf>> Acesso em: 12 jul. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Manual de auxílio na interpretação e aplicação da norma regulamentadora N.º 35 - trabalhos em altura:** NR-35 comentada. (2012) Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A2800001382F28747230DB/MANUAL%20NR-35%20REVISADO.pdf>> Acesso em: 15 jul. 2014.

CARBOGRAFITE. **Especificações técnicas – cabos de aço.** Disponível em: <<http://www.carbografite.com.br/upload/downloads/c79651334f0a840b4f9b9d1a394ab734.pdf>> Acesso em: 15 set. 2014.

CASTRO, N. R. Estrutura, desempenho e perspectivas do transporte ferroviário de carga. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 32, n. 2, ago. 2010. Disponível em: <<http://www.nemesis.org.br/artigos/a0066.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2014.

CIMAF. **Manual técnico de cabos.** Disponível em: <http://www.cimaf.com.br/Arquivos/Download/12_Catálogo Completo.pdf> Acesso em: 2 set. 2014.

LIMA, J. L. **Avaliação em trabalho com andaime suspenso da conformidade com a nr35 em obra de construção civil vertical.** 2013. 60f. Monografia (Pós - Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

MACHADO, A. M. W. **Uma contribuição à metodologia de recebimento, manutenção e desempenho do lastro ferroviário.** 2006. Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em <http://transportes.ime.eb.br/via_perman.html>. Acesso em: 3 set. 2014.

PETROBRAS. Gerência de Engenharia, Saúde, Meio Ambiente e Segurança. **ITC-GESMS-055-001 – Permissão de Trabalho.** (2013) Disponível em: <[http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/a83ec20048fd9ec5a6daff7bf93389a9/integ-padro-04-permissao-para-trabalho.pdf...>. Acesso em: 22 out. 2014.](http://www.br.com.br/wps/wcm/connect/a83ec20048fd9ec5a6daff7bf93389a9/integ-padro-04-permissao-para-trabalho.pdf...)

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Porto Alegre: Artmed, 2004.